

Ergebnisse der Arbeitsgruppe Durchflusszytometrie „FC2020“: *Viola*, *Sanguisorba*, *Koeleria* und *Scrophularia*

THOMAS GREGOR, MICHAELA BERGHOFFER, MATTHIAS BREITFELD, ERIK CHRISTENSEN,
PETER CIONGWA, WOLFGANG EHMKE, RICHARD GÖTTE, RUDOLF HÖCKER,
DANIEL LAUTERBACH, RENÉ MAUSE, LENZ MEIEROTT, CHRISTIAN NIEDERBICHLER,
MICHAEL RISTOW, CHRISTOF NIKOLAUS SCHRÖDER, WILLY ZAHLHEIMER & SABINE MUTZ

Zusammenfassung: 2019 wurden *Viola riviniana*, *V. reichenbachiana* und ihre Hybride, *Sanguisorba officinalis*, *Koeleria* und *Scrophularia umbrosa* s. l. durchflusszytometrisch untersucht. Bei *Viola* wurde neben den Ausgangsarten auch mehrfach die Hybride *Viola x bavarica* nachgewiesen. Pflanzen mit kurzem, teilweise blauem Sporn erwiesen sich aber meist als *V. riviniana*. Bei *Sanguisorba officinalis* fanden wir nur oktaploide (8x) Pflanzen. Die ähnlichen *Koeleria macrantha* und *K. pyramidata* unterschieden sich sehr deutlich im relativen DNA-Gehalt, *K. macrantha* erwies sich als tetraploid (4x), *K. pyramidata* als wahrscheinlich dekaploid (10x). Das einzige deutsche Vorkommen von *K. vallesiana* ist hexaploid (6x) und gehört damit zur Nominatunterart. Bei *K. glauca* konnten wir in Deutschland Diploidie (2x) bestätigen. *K. grandis* hat ähnliche relative DNA-Gehalte wie *K. pyramidata* und dürfte ebenfalls dekaploid (10x) sein. Einzelne Messungen bei *Scrophularia* bestätigten Zuordnungen zu *S. neesii* und *S. umbrosa*. Bei *Sanguisorba* und *Viola* waren in vielen Fällen Messungen nicht erfolgreich.

Abstract: Results of the workgroup flow cytometry. In 2019, *Viola riviniana*, *V. reichenbachiana* and their hybrid, *Sanguisorba officinalis*, *Koeleria* and *Scrophularia umbrosa* s. l. were examined by flow cytometry. In *Viola*, in addition to the parent species, the hybrid *Viola x bavarica* was also detected several times. Plants with short, partly blue spurs, however, were mostly found to be *V. riviniana*. In *Sanguisorba officinalis* we only found octaploid (8x) plants. The similar *Koeleria macrantha* and *K. pyramidata* differed very clearly in relative DNA content, *K. macrantha* proved to be tetraploid (4x), *K. pyramidata* probably dekaploid (10x). The only German occurrence of *K. vallesiana* is hexaploid (6x) and thus belongs to the nominate subspecies. In *K. glauca* we could confirm diploidy (2x)

for Germany. *K. grandis* has similar relative DNA contents as *K. pyramidata* and is also likely to be dekaploid (10x). Individual measurements of *Scrophularia* confirmed that they belong to *S. neesii* and *S. umbrosa*. In *Sanguisorba* and *Viola*, measurements were not successful in many cases.

Thomas Gregor
Senckenberg Forschungsinstitut und
Naturmuseum – Botanik und molekulare
Evolutionforschung,
Senckenberganlage 25,
60325 Frankfurt am Main;
thomas.gregor@senckenberg.de

Michaela Berghofer
Zollstraße 7, 80335 München;
mberghofer@gmx.de

Matthias Breinfeld
Wernitzgrüner Straße 32,
08258 Markneukirchen;
Matthias.Breinfeld@web.de

Erik Christensen
Masurenweg 22, 24253 Probsteierhagen;
erik.christensen@gmx.de

Peter Ciongwa
Gesundbrunnen/RVN, 37154 Northeim;
peter-cio@arcor.de

Wolfgang Ehmke
Lindenstraße 2, 65232 Taunusstein;
wolfgangehmke@aol.com

Richard Götte
Hinterm Schönschede 40, 59929 Brilon;
richard.goette@t-online.de

Rudolf Höcker
Fliederstraße 1, 90542 Eckenthal;
rudolf_hoecker@online.de

Daniel Lauterbach
Lindenstraße 34, 14797 Kloster Lehnin;
daniellauterbach@gmx.de

René Mause
Beginenstraße 7, 52062 Aachen;
r_mause@gmx.de

Lenz Meierott
Am Happach 43, 97218 Gerbrunn;
lenz.jutta.meierott@t-online.de

Christian Niederbichler
Tannenweg 1, 83346 Bergen;
C.Niederbichler@t-online.de

Michael Ristow
Vegetationsökologie & Naturschutz,
Universität Potsdam,
Am Mühlenberg 3, 14476 Potsdam;
ristow@uni-potsdam.de

Christof Nikolaus Schröder
Fliederstraße 15, 68535 Edingen-Neckarhausen;
cns@cnsflora.de

Willy Zahlheimer
Freinberger Straße 11, 94032 Passau;
willy@zahlheimer.eu

Sabine Mutz
Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für
Botanik, AG Wissemann,
Heinrich-Buff-Ring 38, 35392 Gießen;
sabine.mutz@mikro.bio.uni-giessen.de

1. Einleitung

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Spezielle Botanik von Prof. Volker Wissemann an der Justus-Liebig-Universität Gießen konnten wir auch 2020 durchflusszytometrische Ploidiebestimmungen betreiben. Dazu nahmen wir uns vor: (1) *Viola riviniana*, *V. reichenbachiana* und ihre Hybride *V. x bavarica*, (2) *Koeleria macrantha* und *K. pyramidata* sowie DNA-Ploidiestufen innerhalb von (3) *Sanguisorba officinalis* zu

bestimmen. Zusätzlich wurden einige *Scrophularia*-Proben gemessen.

2. Methode

Zur Methodik der durchflusszytometrischen Ploidiebestimmung siehe GREGOR & al. (2018 & 2020). Es wurde ein „CyFlow Ploidy Analyzer“ der Firma Partec, ehemals Münster heute Görlitz, verwendet (Abb. 1–3). Für die Messungen wurden *Raphanus sativus* ‘Saxa’ ($2C = 1,11$ pg), *Solanum lycopersicum* ‘Stupické polní [tyčkové] rané’ ($2C = 1,96$ pg), *Glycine max* ‘Polanka’ ($2C = 2,50$ pg), *Pisum sativum* ‘Citrad’ ($2C = 9,08$ pg) sowie *Vicia faba* ‘Inovec’ ($2C = 26,90$ pg) verwendet (DOLEŽEL & al. 2007). Die Probe/Standard-Fluoreszenzverhältnisse (PSF) wurden aus den mittleren Werten der Proben- und Standard-Fluoreszenzhistogramme berechnet. Zwischen den Standards wurden Verhältnisse von $0,80 \pm 0,00$ für *Solanum/Glycine*, $0,34 \pm 0,00$ für *Glycine/Pisum*, $0,33 \pm 0,00$ für *Pisum/Vicia* anhand von 5 Wiederholungsmessungen bestimmt. Für die Umrechnungen von *Raphanus* zu *Solanum* wurde das Verhältnis $0,57$ verwendet, das auf den publizierten absoluten DNA-Gehalten basiert (DOLEŽEL & al. 2007).

Bei *Sanguisorba* und *Viola* wurde die DNA-Ploidiestufe durch Vergleich mit den von ŠMARDÁ & al. (2019) und ZONNEVELD (2019) publizierten absoluten DNA-Gehalten abgeleitet. Bei *Koeleria* und *Scrophularia* liegen eigene Kalibrations-Chromosomenzählungen vor. Bei



Abb. 1: „CyFlow Ploidy Analyzer“ der Firma Partec; Baujahr 2009, Gewicht 11,5 kg, Breite: 32,5 cm, Höhe: 33 cm, Tiefe: 26,5 cm. – CyFlow Ploidy Analyzer“ by Partec; year of manufacture 2009, weight 11.5 kg, width: 32.5 cm, height: 33 cm, depth: 26.5 cm.



Abb. 2: „CyFlow Ploidy Analyzer“ der Firma Partec; Elektrode. – CyFlow Ploidy Analyzer“ by Partec; electrode.

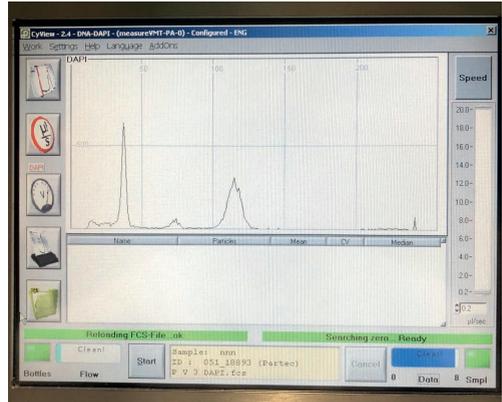


Abb. 3: „CyFlow Ploidy Analyzer“ der Firma Partec; Programmbedienung und -ausgabe. – CyFlow Ploidy Analyzer“ by Partec; display.

Koeleria konnte zudem auf das von PECINKA & al. (2006) ermittelten PSF zurückgegriffen werden. Die Daten wurden auch in die Datenbank „Chromosomenzahlen zur Flora von Deutschland“ (<http://chromosomes.senckenberg.de>, PAULE & al. 2017) übernommen.

Die Untersuchungen wurden am 30.4.2020, 6.5.2020, 25.5.2020, 22.6.2020, 20.7.2020, 7.9.2020 und 12.10.2020 an der Justus-Liebig-Universität Gießen in der Arbeitsgruppe Spezielle Botanik durchgeführt.

Chromosomenzählungen wurden vom Erstautor an Wurzelspitzen von in seinem Garten in Schlitz/Hessen getopften Pflanzen durchgeführt. Die Wurzelspitzen wurden für 4 Stunden bei Zimmertemperatur mit 0,1 n

8-Hydroxichinolin-Lösung vorbehandelt, anschließend mit einem Ethanol-Eisessiggemisch im Verhältnis 3:1 fixiert und in reinem Alkohol im Kühlschrank gelagert. Die Zählungen erfolgten mit Hilfe eines Leica Mikroskops DM 1000 LD (Leitz, Wetzlar) bei 1000-facher Vergrößerung.

3. Ergebnisse

Viola

Die Gattung *Viola* erwies sich als ein schwieriges Objekt. Erfolgreiche Messungen gelangen nur an den Messterminen 30.4.2020 und 6.5.2020. Alle an späteren Terminen untersuchten Pflanzen brachten keine Ergebnisse.

Tab. 1: Messergebnisse zu *Viola*.

PSF = Probe/Standard-Fluoreszenzverhältnisse mit dem Standard *Pisum sativum*. Sammler/Sammlerinnen: RH = Rudolf Höcker, A = Brigitte & Jürgen Adler, AB = Alfred Bolze, MiB = Michaela Berghofer, MB = Michael Burkart, EC = Erik Christensen, PC = Peter Ciongwa, WE = Wolfgang Ehmke, HR = Heike Ringel, ITT = Irene Timmermann-Trosiener. * = bei Einsendung als *V. x bavarica* bestimmt. – PSF = sample/standard fluorescence ratios with standard *Pisum sativum*. Collectors. * = determined as *V. x bavarica* on submission.

PSF	Sammeldatum, Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
-----	----------------------	-----------	---------------------

Viola reichenbachiana DNA-Ploidy 4x)

0,13	20.04.2020, RH	49,63873/ 11,10068	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Honings, Honingser Wald; Hainbuchen/Kiefern-Forst
0,14*	20.04.2020, RH	49,58682/ 11,16326	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, südlich Steinbach; Grabenrand/Feuchtwiese

PSF	Sammeldatum, Sammeler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
0,14	21.04.2020, RH	49,54887/ 11,11781	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, südwestlich Kalchreuth, Teufelsbadestube; Rhätschlucht, montan getönter Schluchtwald mit Tannen-Beimischung
0,14	20.04.2020, RH	49,57563/ 11,12526	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, nördlich Kalchreuth; Kiefernforst, Wegrand
0,15*	22.04.2020, A	48,77356/ 10,66065	Bayern, Landkreis Donau-Ries, Harburg: südlich Badholz, Abzweigung Eisbrunn, östlich Parkplatz; Mischwald
0,15	20.04.2020, RH	49,63854/ 11,09649	Bayern, Landkreis Forchheim, westlich Honings, Honinger Wald; Hainbuchen/Kiefern-Forst
0,15	20.04.2020, RH	49,65386/ 11,13114	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Hetzles, Hetzleser Berg; Dogger/Malm-Grenze, Ornatenton-Terrasse (Abb. 5–7)
0,15	20.04.2020, AB	49,92021/ 11,50875	Bayern, Landkreis Bayreuth, Wald nördlich Mistelbach
0,16	00.04.2020, MB	52,40322/ 13,0243	Brandenburg, Botanischer Garten der Universität Potsdam Im Schatten von <i>Metasequoia glyptostroboides</i> und <i>Ilex</i> , brauner sandiger, regelmäßig gewässerter und gejäteter Boden

Viola x bavarica (DNA-Ploidie 6x)

0,20	20.04.2020, RH	49,6524/ 11,12869	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Hetzles, Hetzleser Berg; Doggerhohlweg
0,21*	25.04.2020, MiB	47,99681/ 11,47642	Bayern, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, um die Birg nordöstlich von Schäftlarn; Säume an Waldwegen. – <i>M. Berghofer</i> (Herb. Berghofer)
0,21*	25.04.2020, MiB	47,99681/ 11,47642	Bayern, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, um die Birg nordöstlich von Schäftlarn; Säume an Waldwegen – <i>M. Berghofer</i> (Herb. Berghofer)
0,21*	26.04.2020, PC	51,722/ 9,899	Niedersachsen, Landkreis Northeim, unterer Bollenbergweg, 2 km nordöstlich Moringen; Böschung einer Forststraße, Kalk – <i>P. Ciongwa 318</i> (Herb. Ciongwa)
0,21	22.04.2020, AB	49,90906/ 11,62265	Bayern, Landkreis Bayreuth, nördlich Gasthof Schlehenberg; Waldweg-Böschung
0,21*	26.04.2020, PC	51,6904/ 10,0247	Niedersachsen, Landkreis Northeim, zwischen Grillplatz und dem Friedwald, 300 m nordöstlich Güntgenburg; Buchenwald im Saumbereich, Röt – <i>P. Ciongwa 319</i> (Herb. Ciongwa)
0,22*	26.04.2020, PC	51,7344/ 9,989	Niedersachsen, Landkreis Northeim, Bereich des Sultmerbergs, 3 km nördlich Northeim; Laubmischwald, Kalk – <i>P. Ciongwa 320</i> (Herb. Ciongwa)
0,22	22.04.2020, AB	49,90907/ 11,62266	Bayern, Landkreis Bayreuth, nördlich Gasthof Schlehenberg; Waldweg-Böschung
0,22*	25.04.2020, MiB	47,99681/ 11,47642	Bayern, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, um die Birg nordöstlich von Schäftlarn; Säume an Waldwegen – <i>M. Berghofer</i> (Herb. Berghofer)
0,22*	26.04.2020, PC	51,714/ 9,903	Niedersachsen, Landkreis Northeim, Bollenberg, 1,5 km nordöstlich Moringen; Waldsaum unter Gehölz, Kalk im Übergang zum Röt – <i>P. Ciongwa 316</i> (Herb. Ciongwa)
0,24	26.04.2020, ITT	53,9325/ 10,6704	Schleswig-Holstein, Kreis Ostholstein, Küsterholz nördlich Bad Schwartau; Waldmeister-Buchenwald

Viola riviniana (DNA-Ploidie 8x)

0,27	20.04.2020, RH	49,54021/ 11,03506	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, südöstlich Tennenlohe, Falknershügel; Fichtenforst über dolomitischer Arkose
0,27	20.04.2020, RH	49,57613/ 11,12518	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, nördlich Kalchreuth; Kiefernforst, Wegrand
0,28*	26.04.2020, A	48,9245/ 10,62215	Bayern, Landkreis Donau-Ries, Munningen, südlich Haid; trockener Kiefernwald

PSF	Sammeldatum, Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
0,28*	28.04.2020, WE	50,17767/ 8,14926	Hessen, Rheingau-Taunus-Kreis, Wingsbach, Eisenstraße; Waldrand
0,28	20.04.2020, RH	49,65163/ 11,1284	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Hetzles, Hetzleser Berg; Doggerhohlweg, Felsstandort
0,29	20.04.2020, RH	49,53994/ 11,03636	Bayern, Landkreis Erlangen-Höchstadt, südöstlich Tennenlohe, Falknershügel; lichte Kiefernheide
0,29	20.04.2020, AB	49,92122/ 11,51798	Bayern, Landkreis Bayreuth, Wald nördlich Mistelbach
0,29*	26.04.2020, A	48,92449/ 10,62271	Bayern, Landkreis Donau-Ries, Munningen, südlich Haid; trockener Kiefernwald
0,30*	28.04.2020, WE	50,18741/ 8,17569	Hessen, Rheingau-Taunus-Kreis, Hambach, Wald; Wegrand in Fichten-Forst
0,31	26.04.2020, ITT	53,93007/ 10,67729	Schleswig-Holstein, Kreis Ostholstein, Küsterholz nördlich Bad Schwartau, Waldmeister-Buchenwald
0,31*	26.04.2020, PC	51,722/ 9,899	Niedersachsen, Landkreis Northeim, unterer Böllenbergweg, 2 km nordöstlich Moringen; Böschung einer Forststraße, Kalk- <i>P. Ciongwa</i> 317 (Herb. Ciongwa)
0,32*	26.04.2020, EC	54,35098/ 10,29246	Schleswig-Holstein, Kreis Plön, südlich Probsteierhagen, am Hang der Hagener Au; Buchenwald
0,33*	26.04.2020, HR	54,07438/ 13,47509	Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Vorpommern-Greifswald, Elisenhain Friedrichshagen; Waldmeister-Buchenwald

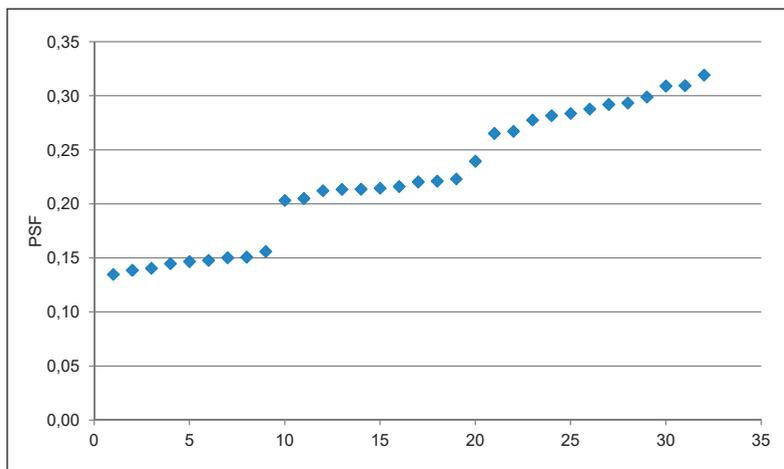


Abb. 4: Probe-Standard-Fluoreszenzverhältnisse (PSF) von *Viola* bezogen auf *Pisum sativum*. – Sample standard fluorescence ratios (PSF) of *Viola* relative to *Pisum sativum*.



Abb. 5: *Viola x bavarica*, PC 320, Sultmerberg, Northeim. Üppig wachsende Pflanzen mit zahlreichen Blühtrieben weisen auf Veilchenhybriden hin; 26.04.2020, P. Ciongwa. – *Viola x bavarica*, PC 320, Sultmerberg, Northeim. Lush growing plants with numerous flowering shoots indicate violet hybrids.



Abb. 6: *Viola x bavarica*, PC 320, Sultmerberg, Northeim. Rasch verbräunende, kleistogame Blüten ohne Samenbildung sind ein Hinweis auf (Teil)sterilität von Veilchenhybriden; 26.04.2020, P. Ciongwa. – Rapidly browning, cleistogamous flowers without seed formation are an indication of (partial) sterility of violet hybrids.



Abb. 7: *Viola x bavarica*, PC 320, Sultmerberg, Northeim. Der walzliche Sporn ähnelt dem Sporn von *V. riviniana*. Die bläuliche Färbung bietet allerdings noch keinen sicheren Hinweis auf die Beteiligung von *V. reichenbachiana* und damit auf die Hybride; 26.04.2020, P. Ciongwa. – *Viola x bavarica*, PC 320, Sultmerberg, Northeim. The cylindrical spur resembles the spur of *V. riviniana*. The bluish colouring, however, does not yet provide a definite indication of the involvement of *V. reichenbachiana* and thus of the hybrid.

Sanguisorba

Sanguisorba erwies sich ebenfalls als schwieriges Objekt, nur etwa ein Drittel der Proben konnte erfolgreich gemessen werden.

Erfolgreiche Messungen gelangen fast nur im April und Mai, Messungen ab Juni schlugen mit einer Ausnahme fehl.

Tab. 2: Messergebnisse zu *Sanguisorba officinalis*.

PSF (Sol) = Koeffizient zwischen Probe und *Solanum lycopersicon*. PSF (Rap) = Koeffizient zwischen Probe und *Raphanus sativus*. PSF (Gly) = Koeffizient zwischen Probe und *Glycine max*.
 Sammler/Sammlerinnen: AR = Anette Rosenbauer, A = Brigitte & Jürgen Adler, CNS = Christof Nikolaus Schröder, HR = Heike Ringel, LM = Lenz Meierott, MD = Markus Dillenberger, MB = Michaela Berghofer, PC = Peter Ciongwa, RH = Ralf Hand, RM = René Mause, TG = Thomas Gregor, WE = Wolfgang Ehmke. Umgerechnete Ergebnisse kursiv. – PSF (Sol) = Coefficient between sample and *Solanum lycopersicon*. PSF (Rap) = Coefficient between sample and *Raphanus sativus*. PSF (Gly) = Coefficient between sample and *Glycine max*. Collectors. Converted results in italics.

PSF (Rap)	PSF (Sol)	PSF (Gly)	Sammeldatum/ Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
	1,28		26.04.2020, AR	9,37733/ 48,9766	Baden-Württemberg, Rems-Murr-Kreis, nördlich der Landesstraße 1115 zwischen Großaspach und Karlshof; Nasswiesenrest, 288 m
	1,32		26.04.2020, AR	9,37751/ 48,97406	Baden-Württemberg, Rems-Murr-Kreis, nördlich vom Wüstenbach, südlich Karlshof; Grabenrand, 284 m

DNA-Ploidie 8x

PSF (Rap)	PSF (Sol)	PSF (Gly)	Sammeldatum/ Sammeler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
	1,31		26.04.2020, AR	9,44337/ 48,99862	Baden-Württemberg, Rems-Murr-Kreis, südlich Hinterrohrbach; Nasswiese, 295 m
	1,32		26.04.2020, AR	9,44949/ 48,99043	Baden-Württemberg, Rems-Murr-Kreis, Oppenweiler, westlich vom Sportplatz; Nasswiese, 273 m
	1,33		26.04.2020, CNS	8,71057/ 49,437	Baden-Württemberg, Stadt Heidelberg, Handschuhshheim, Mühlthal, linkes Ufer des Mühlbaches, Fußgängerbrücke im Mühlthal, nördliche Böschung des östlichen Brückenkopfes; leicht feuchte Wiese, ca. 3 m vom Bach, absonnig bis halbschattig, N-Exposition, 275 m
	1,34		24.04.2020, A	10,63886/ 48,80947	Bayern, Landkreis Donau-Ries, westlich Heroldingen, Wörnitzwiese; 407 m
	1,40		24.04.2020, A	10,63663/ 48,81238	Bayern, Landkreis Donau-Ries, westlich Kläranlage Heroldingen, an der Wörnitzschleife; Wiese, 408 m
2,18	1,25		16.05.2020, A	10,66927/ 48,89423	Bayern, Landkreis Donau-Ries, westlich Amerbacherkreut, nahe Eulenhof; Wiesenstreifen am Graben, 422 m
	1,30	1,04	18.05.2020, LM	10,28028/ 49,98695	Bayern, Landkreis Schweinfurt, Riedwiese westlich Grettstadt; Molinion, 213 m
	1,31	1,05	18.05.2020, LM	9,96759/ 50,4337	Bayern, Landkreis Rhön-Grabfeld, nördlich Oberweißenbrunn, Hangwiese Schwedenwall; mageres Polygono-Trisetion, 780 m – <i>L. Meierott 2020/24</i> (Herb. Meierott)
2,14	1,22		18.05.2020, LM	9,96723/ 50,43366	Bayern, Landkreis Rhön-Grabfeld, nördlich Oberweißenbrunn, Hangwiese Schwedenwall; mageres Polygono-Trisetion, 785 m
	1,28		26.04.2020, MB	11,40271/ 47,72506	Bayern, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Wiesenhügel westlich Bichl im Bichler Moos; ungenutzte magere Wiesenbrache, 613 m
	1,22		26.04.2020, MB	11,39722/ 47,73155	Bayern, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Streuwiese westlich Bichl im Bichler Moos; einmalig im Herbst genutztes Niedermoor, 601 m
2,36	1,34		15.05.2020, MB	11,22581/ 47,7753	Bayern, Landkreis Weilheim-Schongau, Streuwiesen südwestlich Eberfing am Weidenbach; braches Kalkflachmoor, 645 m
2,29	1,31		21.06.2020, TG	9,94237/ 50,34699	Bayern, Landkreis Rhön-Grabfeld, Feuerberg Nord; magere Goldhafer-Wiese, 737 m
	1,31		23.04.2020, MD	8,40806/ 50,06533	Hessen, Main-Taunus-Kreis, Hofheim-Diedenbergen, Feldweg von den Tennisplätzen in Richtung Wallau; feuchter Wiesenabschnitt an einem Graben entlang des Wegs, mit <i>Alliaria petiolata</i> , <i>Rumex spec.</i> , <i>Cerastium spec.</i> , <i>Prunus spinosa</i> , 204 m – <i>M. Dillenberger</i> MJG 28313
	1,40		29.04.2020, TG	9,54457/ 50,66006	Hessen, Vogelsbergkreis, zwischen Schlitz und Bernshausen; Bahndamm, 231 m
	1,26		04.05.2020, TG	9,56688/ 50,67231	Hessen, Vogelsbergkreis, Schlitz, Schlosspark; mageres Auengrünland, 227 m
	1,38	1,11	23.05.2020, TG	9,64698/ 50,32162	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, nördlich Stephanskuppe nordöstlich Sterbfritz; mageres Grünland, 436 m
2,45	1,40		19.04.2020, TG	8,81356/ 50,07634	Hessen, Offenbach am Main, Erlensteig südöstlich Bieber; Feuchtwiese, 117 m
2,56	1,46		28.04.2020, WE	8,18205/ 50,15623	Hessen, Rheingau-Taunus-Kreis, Wehen, Aarwiesen; Polygono-Trisetion, 360 m – <i>W. Ehmke</i> (Herb. Ehmke)
2,28	1,30		20.05.2020, PC	9,991/ 51,725	Niedersachsen, Landkreis Northeim, Northeim, ehemalige Panzerstraße Südhang Sultmerberg; Wegrand zu Laubwald, Kalk, vermutlich eingeschleppt, 200 m
2,25	1,28		13.06.2020, RH	7,03645/ 49,74261	Rheinland-Pfalz, Malborn, zwischen Kaselheck und Birkenheck, oberhalb Asphaltweg; Magerweide, 510 m – <i>R. Hand 9362</i> (Herb. Hand)

PSF (Rap)	PSF (Sol)	PSF (Gly)	Sammeldatum/ Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie
	1,30	1,04	21.05.2020, RM	6,61689/ 50,44836	Nordrhein-Westfalen, Kreis Euskirchen, Blankenheim Haubachtal; Geranio-Trisetetum, 514 m
	1,35	1,08	20.05.2020, HR	14,05336/ 53,73624	Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Vorpommern-Greifswald, Ueckermünde Stadtpark; alternierend genutzte Niedermoorwiese, 2 m

Koeleria

Zum Ausgleich erwies sich *Koeleria* als geeignetes Objekt für Durchflusszytometrie. Es gelangen bei allen Pflanzen Messungen, wenn auch nicht immer beim ersten Versuch.

Tab. 3: Messergebnisse zu *Koeleria*.

PSF (Vic) = Koeffizient zwischen Probe und *Vicia faba*. PSF (Gly) = Koeffizient zwischen Probe und *Glycine max*. PSF (Pis) = Koeffizient zwischen Probe und *Pisum sativum*. Sammler: AB = Alfred Bolze, AK = Andreas König, DL = Daniel Lauterbach, LM = Lenz Meierott, MB = Matthias Breitfeld, MR = Michael Ristow, NM = Norbert Meyer, PC = Peter Ciongwa, RHa = Ralf Hand, RM = René Mause, RHö = Rudolf Höcker, TG = Thomas Gregor, UA = Uwe Amarell, WZ = Willi Zahlheimer. Umgerechnete Ergebnisse kursiv. – PSF (Vic) = Coefficient between sample and *Vicia faba*. PSF (Gly) = Coefficient between sample and *Glycine max*. PSF (Pis) = Coefficient between sample and *Pisum sativum*. Collector. Converted results in italics.

PSF (Gly)	PSF (Pis)	PSF (Vic)	Sammeldatum, Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie [Herbarium]
<u><i>Koeleria glauca</i> (DNA-Ploidie 2x)</u>					
	0,42		29.05.2020, RHa	13,22444/ 52,59872	Berlin, Berlin-Heiligensee, Baumberge, große Düne im Westen, außerhalb Umzäunung; 52 m. – <i>R. Hand 9356</i> (Herb. Hand)
<u><i>Koeleria macrantha</i> (DNA-Ploidie 4x)</u>					
	0,62	0,21	18.05.2020, UA	7,93884/ 48,46075	Baden-Württemberg, Ortenaukreis, Offenburg, rechter Kinzigdamm; Magerrasen, 160 m. – <i>U. Amarell 6849</i> (Herb. Amarell)
	0,65	0,21	18.05.2020, UA	7,94510/ 48,44981	Baden-Württemberg, Ortenaukreis, Offenburg, rechter Kinzigdamm; Magerrasen, 156 m. – <i>U. Amarell 6851</i> (Herb. Amarell)
	0,63	0,21	18.05.2020, UA	7,94051/ 48,45734	Baden-Württemberg, Ortenaukreis, Offenburg, rechter Kinzigdamm; Magerrasen, 158 m. – <i>U. Amarell 6850</i> (Herb. Amarell)
	0,78	0,26	18.05.2020, UA	7,93870/ 48,46110	Baden-Württemberg, Ortenaukreis, Offenburg, rechter Kinzigdamm; Magerrasen, 159 m. – <i>U. Amarell 6848</i> (Herb. Amarell)
	0,65	0,21	18.05.2020, UA	7,93833/ 48,46180	Baden-Württemberg, Ortenaukreis, Offenburg, rechter Kinzigdamm; Magerrasen, 164 m. – <i>U. Amarell 6847</i> (Herb. Amarell)
	0,60	0,20	18.05.2020, AB	10,91306/ 49,91619	Bayern, Bamberg, Flugplatz Kramersfeld; Sandtrockenrasen, 248 m
	0,65	0,21	18.05.2020, AB	10,91397/ 49,91712	Bayern, Bamberg, Flugplatz Kramersfeld; Sandtrockenrasen, 250 m
	0,73	0,24	19.05.2020, RHö	11,04799/ 49,7455	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Forchheim; Trockenrasenrest, 255 m
2,25	0,77		21.05.2020, NM	10,99046/ 49,42553	Bayern, Landkreis Fürth, östlich Oberasbach, NSG Hainberg; Sandmagerrasen, 304 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)

PSF (Gly)	PSF (Pis)	PSF (Vic)	Sammeldatum, Lat/ Sammler	Long	Sammelort; Ökologie [Herbarium]
	0,74	0,24	18.05.2020, LM	10,58906/ 50,13861	Bayern, Landkreis Haßberge, östlich oberhalb Goßmannsdorf; Magerwiese, 359 m
2,06	0,70		22.05.2020, RHö	11,98686/ 48,95861	Bayern, Landkreis Kelheim, WSW Matting, Mattinger Hänge; Dolomitfelskopf, 380 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
	0,72	0,24	18.05.2020, LM	10,22708/ 49,75406	Bayern, Landkreis Kitzingen, westlich Großlangheim; Sandtrockenrasen, 218 m
2,16	0,73		16.06.2020, LM	9,79610/ 49,97128	Bayern, Landkreis Main-Spessart, Karlstadt, NSG Sandheide; Armerio-Festucetum, 240 m
2,25	0,77		16.06.2020, LM	9,79897/ 49,97051	Bayern, Landkreis Main-Spessart, Karlstadt, NSG Sandheide; Corynephorus-Sandrasen, 220 m
2,21	0,75		26.05.2020, RHö	10,41547/ 49,52467	Bayern, Landkreis Neustadt a. d. Aisch/ Bad Windsheim, nördlich Kilsheim, Kilsheimer Gipshügel; Gipssteppenrasen, 323 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
2,25	0,76		26.05.2020, RHö	10,41841/ 49,52467	Bayern, Landkreis Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim nördlich Kilsheim; Gipssteppenrasen, 316 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
2,29	0,78		13.06.2020, WZ	13,11825/ 48,6568	Bayern, Landkreis Passau, Pleinting, Böschung am Gattertühlweg; Löss-Halbtrockenrasen, 340 m
2,49	0,85		13.06.2020, WZ	13,1092/ 48,6523	Bayern, Landkreis Passau, Pleinting, Straßenböschung nördlich Reisach; Löss-Halbtrockenrasen, 345 m
2,14	0,73		10.06.2020, RHö	10,31813/ 49,95289	Bayern, Landkreis Schweinfurt, Sulzheimer Gipshügel; Gipssteppenrasen, 219 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
2,08	0,71		16.06.2020, WZ	13,45275/ 48,58345	Bayern, Stadt Passau, Osthang nordöstlich Langlebenhof; schwach bodensaurer Halbtrockenrasen, 385 m
2,15	0,73		16.06.2020, WZ	13,4528/ 48,5836	Bayern, Stadt Passau, Osthang nordöstlich Langlebenhof; schwach bodensaurer Halbtrockenrasen, 385 m
2,13	0,73		16.06.2020, WZ	13,4513/ 48,5818	Bayern, Stadt Passau, Wegböschung nordöstlich Langlebenhof; Mesobrometum, 385 m
	0,76		11.06.2020, MR & DL	12,78028/ 52,43611	Brandenburg, Königsberg ca. 1,2 km SE Deetz, S-Hang; Sandtrockenrasen, 50 m. – <i>M. Ristow 70/20</i> (Herb. Ristow)
	0,76		01.09.2020, MR & DL	12,50856/ 52,47817	Brandenburg, 2 km westlich Radewege Siedlung; Sandtrockenrasen, 48 m. – <i>M. Ristow 239/20</i> (Herb. Ristow)
	0,78		01.09.2020, MR & DL	12,58058/ 52,51839	Brandenburg, Wegrund W-Fuß Butzow-Berg, 3,1 km nordnordwestlich Butzow; Wegrund Kiefernforst, halbschattig, 50 m. – <i>M. Ristow 240/20</i> (Herb. Ristow)
	0,73		03.07.2020, DL	12,51550/ 52,75809	Brandenburg, Landkreis Ostprignitz Ruppiner Berge; Trockenrasen, 33 m. – <i>D. Lauterbach</i> (Herb. Lauterbach)
	0,74		07.07.2020, DL	12,83145/ 52,06920	Brandenburg, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Bundesstraße 2 südlich Treuenbrietzen; Trockenrasen, 105 m. – <i>D. Lauterbach</i> (Herb. Lauterbach)
	0,74		13.07.2020, DL	12,74789/ 52,42370	Brandenburg, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Götzer Berge; Trockenrasen, 32 m. – <i>D. Lauterbach</i> (Herb. Lauterbach)
	0,70		30.08.2020, TG	9,3813/ 51,1679	Hessen, Schwalm-Eder-Kreis, Mader Stein, Kuppe; Magerrasen, 264 m. 2n ca. 28.
2,3	0,78		16.05.2020, TG	8,67739/ 50,37767	Hessen, Wetteraukreis, nordwestlich Ober-Mörlen; annuellenreicher Magerrasen; 199 m. – <i>T. Gregor 19058</i> (FR). 2n ca. 28.

PSF (Gly)	PSF (Pis)	PSF (Vic)	Sammeldatum, Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie [Herbarium]
	0,74		15.07.2020, RM	6,60614/ 50,44217	Nordrhein-Westfalen; NSG Haubachtal, Dietrichseiffen mit Urftaue bei Blankenheim-Wald (Dietrichseiffen); montane Bergwiese, 510 m
	0,73		15.07.2020, RM	6,61959/ 50,45203	Nordrhein-Westfalen; NSG Haubachtal, Dietrichseiffen, mit Urftaue bei Blankenheim-Wald (Haubachtal); trockene Böschung, 493 m
	0,72		15.07.2020, RM	6,55126/ 50,39487	Nordrhein-Westfalen; NSG Kalktriften nördlich Dahlem; Kalkmagerrasen, 545 m
	0,72		15.07.2020, RM	6,48247/ 50,75918	Nordrhein-Westfalen; NSG Teilbereiche der Ruraue im Stadtgebiet Düren (Lendersdorf); Magerrasen auf Rurschotter, 142 m
	0,73		15.07.2020, RM	6,48268/ 50,75976	Nordrhein-Westfalen; NSG Teilbereiche der Ruraue im Stadtgebiet Düren (Lendersdorf); Magerrasen auf Rurschotter, 142 m
2,15	0,73		17.06.2020, TG	7,51196/ 49,81176	Rheinland-Pfalz, Landkreis Bad Kreuznach, westlich Simmertal, am Kellenbach; Felsen, 206 m
	0,71		12.06.2020, RHa	7,28028/ 49,72006	Rheinland-Pfalz, Landkreis Birkenfeld, Idar-Oberstein-Algenrodt, südlich Schießstand auf ehemaligem Militärgelände; 428 m. – <i>R. Hand 9358</i> (Herb. Hand)
	0,71		13.06.2020, RHa	6,91081/ 49,8285	Rheinland-Pfalz, Landkreis Trier-Saarburg, Trittenheim, südlich „Beim Pfuhl“, auf Wanderweg oberhalb Hangkante; 320 m. – <i>R. Hand 9360</i> (Herb. Hand)
2,21	0,75		16.06.2020, MB	12,04179/ 50,50797	Sachsen, NSG Großer Weidenteich Schneckengrün; Magerrasen auf Diabas, 467 m
2,19	0,74		16.06.2020, MB	12,11118/ 50,49565	Sachsen; Plauen, Kunzehöhe; Diabasfelsen, 414 m
2,33	0,79		16.06.2020, TG	11,76196/ 51,48722	Sachsen-Anhalt, Saalekreis, westlich Langenbogen; Trockenrasen, 105 m. 2n ca. 28.

Koeleria vallesiana (DNA-Ploidie 6x)

1,00		AK			Rheinland-Pfalz, Botanischer Garten Frankfurt: Sammlung Jürgen Kämpfer 128-131, vermutlich Rothenberg oberhalb Nackenheim
1,04		AK			Rheinland-Pfalz, Rothenberg oberhalb Nackenheim; Botanischer Garten Frankfurt

Koeleria pyramidata (DNA-Ploidie 10x)

1,69	0,56		18.05.2020, AB	11,60524/ 49,92674	Bayern, Bayreuth, Böschung der B2; Kalk-Halbtrockenrasen, 398 m
5,68	1,93		21.05.2020, RHö	11,45149/ 49,64355	Bayern, Landkreis Bayreuth, südwestlich Plech, Tannberg; Dolomitsandböschung, Trockenrasen, 479 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
	1,66	0,55	19.05.2020, RHö	11,16715/ 49,77927	Bayern, Landkreis Forchheim, westlich Ebermannstadt; Kalk-Halbtrockenrasen, 482 m
5,43	1,85		16.06.2020, LM	9,79674/ 49,97043	Bayern, Landkreis Main-Spessart, Karlstadt, NSG Sandheide; Armerio-Festucetum, 240 m
5,51	1,87		16.06.2020, LM	9,79919/ 49,97041	Bayern, Landkreis Main-Spessart, Karlstadt, NSG Sandheide; Sandauflage über Muschelkalk, 220 m
5,09	1,73		26.05.2020, RHö	10,3592/ 49,57583	Bayern, Landkreis Neustadt a. d. Aisch/Bad Windsheim, südlich Markt Nordheim, Sieben Buckel; Gipssteppenrasen, 324 m. – <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)

PSF (Gly)	PSF (Pis)	PSF (Vic)	Sammeldatum, Lat/ Sammler	Long	Sammelort; Ökologie [Herbarium]
	1,83		10.07.2020, TG	10,00423/ 50,4621	Bayern, Landkreis Rhön-Grabfeld, nordwestlich Heidelberg; Bergwiesen, 918 m. – <i>T. Gregor 19185</i> (FR)
5,58	1,90		16.06.2020, WZ	13,45265/ 48,5834	Bayern, Stadt Passau, Osthang nordöstlich Langlebenhof; Mesobrometum, 385 m
5,24	1,78		24.05.2020, RHö	11,13599/ 49,65538	Bayern, Landkreis Forchheim, nördlich Hetzles, Hetzleser Plateau; Halbtrockenrasenrest, 546 m. – Berg, <i>R. Höcker</i> (Herb. Höcker)
5,33	1,81		06.06.2020, TG	9,76904/ 5068394	Hessen, Landkreis Fulda, nordöstlich Hünfeld, am „Hofberg“; Wegrand, Muschelkalk, 286 m
5,68	1,93		06.06.2020, TG	9,80027/ 50,67584	Hessen, Landkreis Fulda, Weinberg nördlich Molzbach; Kalkmagerrasen, 379 m
5,43	1,84		20.06.2020, TG	9,57864/ 50,29618	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, nördlich Willingshof, Streitrain; magere Wegböschung, Muschelkalk, 433 m. – <i>T. Gregor 19159</i> (FR, 2 Pflanzen auf einem Bogen)
5,80	1,97		20.06.2020, TG	9,57864/ 50,29618	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, nördlich Willingshof, Streitrain; magere Wegböschung, Muschelkalk, 433 m. – <i>T. Gregor 19159</i> (FR, 2 Pflanzen auf einem Bogen)
5,4	1,83		16.06.2020, PC	9,930/ 51,685	Niedersachsen, Landkreis Northeim, Hillerse, Hundeburg; Kalkmagerrasen, 183 m – <i>P. Ciongwa 325</i> (Herb. Ciongwa)
5,4	1,84		16.06.2020, PC	10,026/ 51,715	Niedersachsen, Landkreis Northeim, Kirschberg; extensiv genutztes Grünland, Kalk, 145 m – <i>P. Ciongwa 326</i> (Herb. Ciongwa)
	1,81		15.07.2020, RM	6,54695/ 50,67809	Nordrhein-Westfalen, NSG Muschelkalkkuppen mit Neffelbach und Wattlingsgraben nördlich Wollersheim (Gödersheimer Breidel); Kalkmagerrasen, 251 m
	1,83		15.07.2020, RM	6,55808/ 50,68229	Nordrhein-Westfalen, NSG Muschelkalkkuppen mit Neffelbach und Wattlingsgraben nördlich Wollersheim (Steinkaul); Kalkmagerrasen, 232 m
	1,89		14.06.2020, RHa	7,30467/ 49,69844	Rheinland-Pfalz, Landkreis Birkenfeld, Idar-Oberstein, Krechelsfelsen, Hangoberkante der Felsformation, im westlichen Abschnitt; 310 m. – <i>R. Hand 9363</i> (Herb. Hand)
<i>Koeleria cf. pyramidata</i> (DNA-Ploidie 10x)					
	1,82		24.8.2020, MR	13,669/ 53,2945	Brandenburg, Uckermark, 1,1 km nordnordöstlich Berkholz; SE-exponierter Trockenrasenhang, 60 m. – <i>M. Ristow 223/20</i> (Herb. Ristow)
	1,96		25.8.2020, MR	13,79167/ 53,25361	Brandenburg, Uckermark, 0,2 km nördlich Sternhagener See, 1,4 km NE Lindenhagen; Trockenrasenhügel, 60 m. – <i>M. Ristow 227/20</i> (Herb. Ristow)
<i>Koeleria cf. grandis</i> (DNA-Ploidie 10x)					
	1,84		30.06.2020, RHa	13,94425/ 53,09514	Brandenburg, Landkreis Uckermark, Angermünde-Greiffenberg, Trockenhang zwischen Friedhof und Sandgrube, Hangabschnitt nördlich markantem Trockentälchen; 56 m. <i>R. Hand 9366</i> (Herb. Hand)

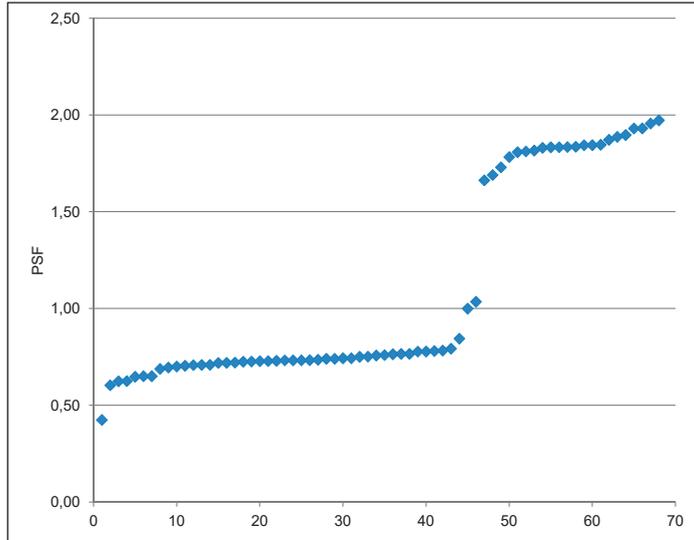


Abb. 8: Probe-Standard-Fluoreszenzverhältnisse (PSF) von *Koeleria* bezogen auf *Pisum sativum*. – Sample standard fluorescence ratios (PSF) of *Koeleria* related to *Pisum sativum*.

Scrophularia umbrosa s.l.

Zur Erweiterung unserer Kenntnis der Verbreitung der beiden Ploidie-Rassen von *Scrophularia umbrosa* wurden einige weitere Pflanzen gemessen.

Tab. 4: Messergebnisse zu *Scrophularia*.

PSF = Koeffizient zwischen Probe und *Pisum sativum*. Sammler: CNS = Christof Nikolaus Schröder, HR = Heike Ringel, ITT = Irene Timmermann-Trosiener, RM = René Mause, RG = Richard Götte, TG = Thomas Gregor. – PSF = Coefficient between sample and *Pisum sativum*. Collectors.

PSF **Sammeldatum, Lat/** **Sammelort; Ökologie [Herbarium]**
Sammler **Long**

Scrophularia neesii (DNA-Ploidie 4x)

0,38	23.05.2020, TG	50,32909/ 9,63749	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz, südlich Breite First, quelliger Graben in Buchenwald; Graben, 468 m.
0,37	06.09.2020, TG	50,3291/ 9,63726	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz; feuchter Wald mit <i>Fraxinus</i> , Wegrandgraben, 467 m. – <i>T. Gregor 19396</i> (FR).
0,38	06.09.2020, TG	50,32925/ 9,6374	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz; feuchter Wald mit <i>Fraxinus</i> , Wegrandgraben, 467 m. – <i>T. Gregor 19397</i> (FR).
0,40	06.09.2020, TG	50,32922/ 9,63741	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz; feuchter Wald mit <i>Fraxinus</i> , Wegrandgraben, 467 m. – <i>T. Gregor 19398</i> (FR).
0,38	06.09.2020, TG	50,32922/ 9,63741	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz; feuchter Wald mit <i>Fraxinus</i> , Wegrandgraben, 467 m. – <i>T. Gregor 19399</i> (FR).
0,39	04.10.2020, TG	50,728/ 9,58413	Hessen, Vogelsbergkreis, Fulda bei Rimbach; Flachwasser; Flussufer, 219 m.
0,38	28.08.2020, RM	51,48027/ 7,84265	Nordrhein-Westfalen, Kreis Unna, NSG Obergraben westlich Wickede (Ruhr); Flussufer, 140 m.
0,38	29.08.2020, RM	51,40067/ 6,89568	Nordrhein-Westfalen, Mülheim an der Ruhr, NSG Kocks Loch; Flussufer, 40 m.
0,40	29.08.2020, RM	51,41937/ 6,876029	Nordrhein-Westfalen, Mülheim an der Ruhr; Flussufer, 45 m.

PSF	Sammeldatum, Sammler	Lat/ Long	Sammelort; Ökologie [Herbarium]
0,38	02.09.2020, ITT	53,83671/ 10,57946	Schleswig-Holstein, Kreis Stormarn, Hamberge, Ufer der Trave; Flussufer, 0 m.
0,37	02.09.2020, ITT	53,80752/ 10,50418	Schleswig-Holstein, Kreis Stormarn, Reinfeld, quellige Wiesen an der Trave; Flussufer, 2 m.

Scrophularia umbrosa (DNA-Ploidie 2x)

0,20	15.07.2020, CNS	49,45702/ 8,60855	Baden-Württemberg, Rhein-Neckar-Kreis, Edingen, am Abfluss der Fischkinderstube in den Neckar, östlich der Brücke, nördliches Ufer; Flussufer, 92 m. [2 Pflanzen]. – <i>Christof N. Schröder 2020/232</i> (Herb. Schröder)
0,15	02.05.2020, TG	50,12432/ 8,87877	Hessen, Landkreis Offenbach, Mainufer an Schleuse Mühlheim; Flussufer, 103 m.
0,20	26.09.2020, TG	50,03585/ 7,81779	Hessen, Rheingau-Taunus-Kreis, Rheinufer südlich Lorch; Flussufer, 80 m.
0,20	23.09.2020, HR	53,6092/ 13,9431	Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Vorpommern-Greifswald, Jatznick- Nord, Südseite Kramswiesen, Grabenrand einer Feuchtwiese; Graben, 9 m.
0,20	02.09.2020, RG	51,41864/ 8,94575	Nordrhein-Westfalen, Hochsauerlandkreis, Marsberg-Udorf, östlicher Dorfrand; Bachufer, 280 m.
0,20	03.09.2020, RG	51,50741/ 8,70903	Nordrhein-Westfalen, Kreis Paderborn, Bad Wünnenberg, Aartal, Am Wildgehege; Bachufer, 290 m.
0,20	02.09.2020, RM	51,61971/ 7,5024	Nordrhein-Westfalen, Kreis Unna, Lünen (Lippe); Flussufer, 42 m.
0,20	02.09.2020, RM	51,56757/ 7,4764	Nordrhein-Westfalen, Dortmund, Süggelwald; Bruchwald, 83 m.
0,17	23.09.2019, CNS	51,48723/ 11,96043	Sachsen-Anhalt, Halle an der Saale, Nördliche Innenstadt, linkes Ufer des Mühlgrabens Halle, ca. 50 m abwärts der Pfälzer Brücke ; Flussufer, 64 m. – <i>Christof N. Schröder 2019/222</i> (Herb. Schröder)

Scrophularia nodosa (DNA-Ploidie 2x)

0,19	23.05.2020, TG	50,32909/ 9,63749	Hessen, Main-Kinzig-Kreis, östlich Ramholz, südlich Breite First, Buchenwald; Wegrand, 468 m.
------	-------------------	----------------------	--

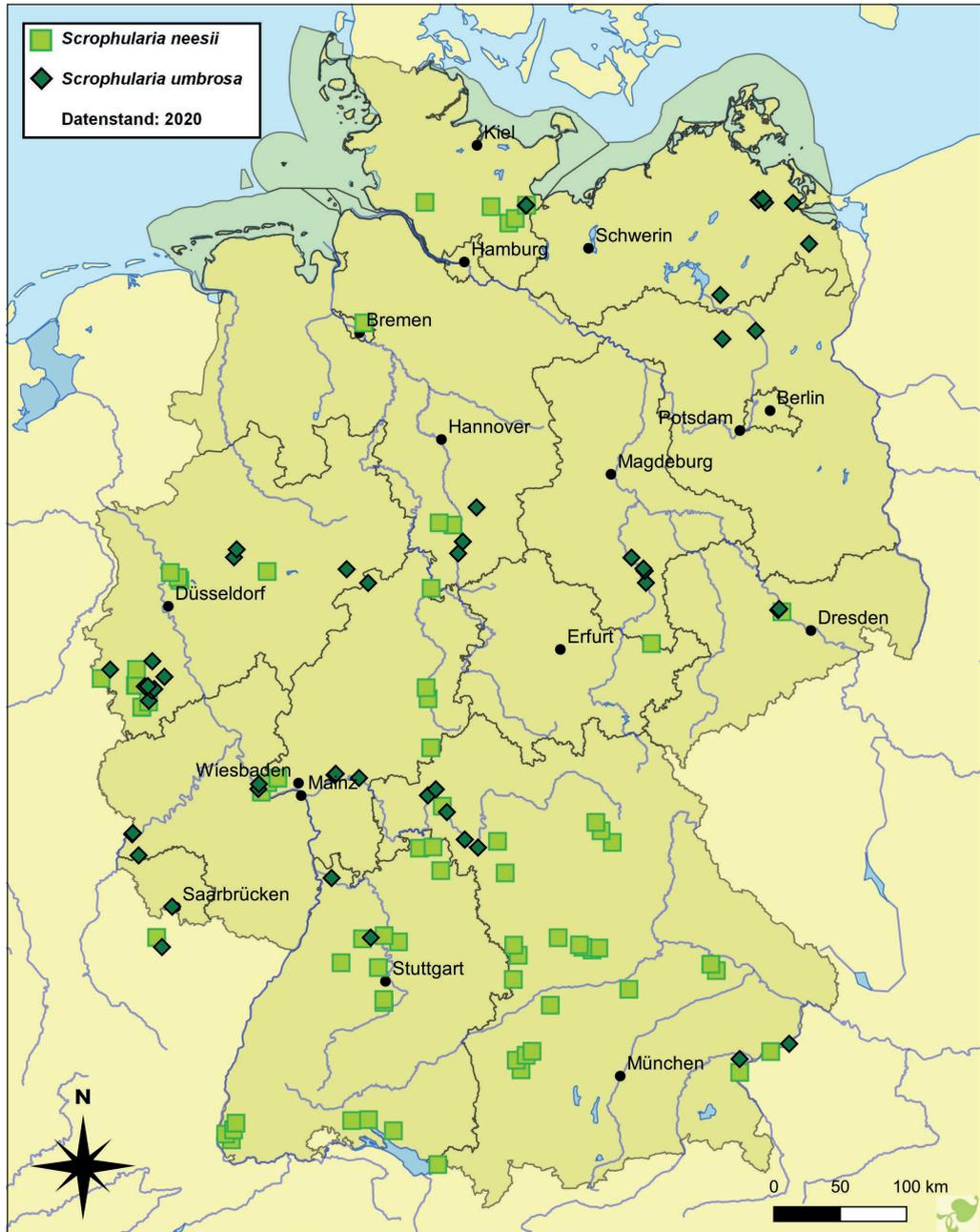


Abb. 9: Zytologisch geprüfte *Scrophularia-nessii*- und *S.-umbrosa*-Pflanzen in Deutschland, inklusive der Daten aus GREGOR & al. (2020); Kartographie: C. N. Schröder. – Cytologically tested *S. nessii* and *S. umbrosa* in Germany, with data from GREGOR & al. (2020).

4. Diskussion

Viola

Hier zeigte sich eine klare Dreiteilung der erhaltenen PSF (Abb. 4). Chromosomenzählungen fehlen leider, aber nach den Vorbestimmungen und vorher publizierten Angaben (CIRES & al. 2011) lassen sich die drei Gruppen wie folgt interpretieren: Bei 0,13–0,16 ($0,15 \pm 0,01$) dürfte es sich um *V. reichenbachiana* ($2n = 4x = 20$) handeln, 0,20–0,22 ($0,21 \pm 0,01$) dürfte *V. x bavarica* ($2n = 6x = 30$) entsprechen, 0,28–0,33 ($0,29 \pm 0,02$) dürfte *V. riviniana* ($2n = 8x = 40$) entsprechen (Tab. 1). Eine Pflanze mit PSF von 0,24 könnte eine Rückkreuzung von *V. x bavarica* mit *V. riviniana* sein.

CIRES & al. (2011) fanden für *V. reichenbachiana* ein PSF zu *Pisum sativum* von 0,16. Für *V. riviniana* ermittelten sie ein PSF von 1,42 zu *Solanum lycopersicum*, was umgerechnet einem PSF von 0,31 zu *Pisum sativum* entspricht. Bezogen auf absolute DNA-Gehalte von 9,08 pg bei *Pisum sativum*, ergeben die ermittelten PSF absolute Werte von 1,36 pg, 1,90 pg sowie 2,63 pg. Dies liegt in der Größenordnung der von ZONNEVELD (2019) ermittelten absoluten DNA-Gehalte von $1,35 \pm 0,04$ pg für *V. reichenbachiana* und $2,53 \pm 0,07$ pg für *V. riviniana*.

Unsere Methodik war nicht geeignet, die Beobachtungen von SCHÖFER (1954) und NEUFER & al. (1999) zu bestätigen, dass *V. x bavarica* $2n = 4x = 40$ habe.

Dass die Zuordnung der Sippen nur aufgrund morphologischer Merkmale im Gelände problematisch sein kann, zeigt Tab. 1. Insgesamt wurden 33 Proben eingesandt. Davon waren 32 mit mehr oder minder konkretem Artnamen versehen. Von diesen 32 Proben waren 19 richtig zugeordnet (*V. reichenbachiana* 7/9, *V. riviniana* 4/6, *V. x bavarica* 7/16). Ein bläulich/rötlich/violett überlaufener oder allgemein gefärbter Sporn war außer bei *V. reichenbachiana* bei 9 Proben zu verzeichnen. Das bedeutet, dass eine bläuliche Spornfarbe nicht ausschließlich zur Identifizierung der Hybride ausreicht. *V. riviniana* kann, entgegen gängiger Verschlüsselung in der deutschen Bestimmungsliteratur, nicht nur einen weißen, sondern auch einen bläulich gefärbten Sporn besitzen.

In der Geländearbeit mag es aber gängige Praxis sein, dass die Bestimmung der Hybride überwiegend aufgrund der Spornfarbe vollzogen wird. Während *V. reichenbachiana*

morphologisch sehr konstant ist, zeigt sich *V. riviniana* in ihren Blütenmerkmalen variabel. So treten Formen mit rein weißem, aber auch mit violett angehauchtem (bläulichen) Sporn auf. Die gelegentlich dargestellte Beobachtung, dass die Hybride gebietsweise in etwa so häufig wie die Elternarten sei (so MEIEROTT 2008, ADLER & al. 2017), erscheint zumindest zweifelhaft.

V. x bavarica ist durch folgende Merkmalskombination erkennbar: Zur Blütezeit der chasmogamen Blüten im April und Mai ist auf auffällig starkwüchsige und vieltriebige Pflanzen mit zahlreichen Blüten zu achten. Zu prüfen ist, ob es sich um ein einzelnes Individuum handelt, denn häufig keimen mehrere eng beieinander befindliche Samen aus, und es wird dadurch der Anschein von Vieltriebigkeit erweckt. Die Blütenfarbe ist meist intermediär, also nicht blau wie bei *V. riviniana* und nicht rötlich-violett wie bei *V. reichenbachiana*. Sie ist am ehesten mit blauviolett zu bezeichnen. Der Sporn weist eine intermediäre Merkmalsausprägung (*V. riviniana*: walzlich dick, gefurcht, ausgerandet, weiß, seltener bläulich, violett überlaufen – *V. reichenbachiana*: rundlich schlank, ungefurcht, nicht ausgerandet, rötlichviolett) in unterschiedlicher Zusammensetzung auf, häufig an derselben Pflanze. Wenige ausgebildete Samenkapseln sind bei Veilchen im Frühjahr kein sicherer Hinweis auf den Hybridcharakter, denn chasmogame Veilchenblüten setzen im Allgemeinen schlechter Samen an als kleistogame. Ein recht sicheres, feindiagnostisches Merkmal ist die Zahl der Papillen am Griffelkopf (Lupe!), wobei derjenige von *V. reichenbachiana* viele und der von *V. riviniana* wenige bis keine Papillen trägt. Die Hybride liegt dazwischen, was aber schwer zu quantifizieren ist.

Später im Jahr, zur Zeit der kleistogamen Blüte, fallen Pflanzen mit wenigen bis vielen kronblattlosen Blüten auf, die rasch verbräunen und keine Samenkapseln ausbilden. Solche sterilen oder teilsterilen Pflanzen weisen auf *V. x bavarica* hin. Gegen Ende der Vegetationsperiode sind Pflanzen mit teils stark verlängertem Längenwachstum (Wuchern), wie bei anderen Veilchenhybriden, ebenfalls ein Hinweis auf die Hybride.

Bei *Viola* gelangen erfolgreiche Messungen nur an den Messterminen vor 6.5.2020. Schleimstoffe, die wahrscheinlich bei später gesammelten Pflanzen in höheren Konzentrationen vorkommen, beeinträchtigen bei *Viola*

erfolgreiche Messungen wie auch z. B. von CIRES & al. (2011) beobachtet.

Sanguisorba

Wir fanden in unseren Untersuchungen relativ einheitliche PSF-Werte (Tab. 2). Bei 23 Pflanzen erhielten wir einen PSF zu *Solanum lycopersicum* von 1,32 ($\pm 0,06$), wobei die Messungen tlw. umgerechnet wurden. Bei einem absoluten DNA-Gehalt von 1,96 pg von *Solanum lycopersicum* entspricht dies theoretisch einem Wert von 2,56 pg. Derartige Umrechnungen geben allerdings nur Anhaltspunkte, da die unterschiedlichen Basengehalte der DNA – angegeben als GC-Gehalt [Guanin-Cytosin-Gehalt] – die Umrechnung beeinflussen, da der verwendete Farbstoff DAPI nur an Adenin-Thymin-Basenpaare bindet. Nach ŠMARDÁ & al. (2019) hat *S. officinalis* einen GC-Gehalt von 42,8%; Solanaceen liegen zwischen 37,8 und 42,5%. ŠMARDÁ & al. (2019) ermittelten bei einer mit $2n = 56$ (8x) gezählten Pflanze ein absolutes DNA-Gewicht von 2,64 pg. ZONNEVELT (2019) ermittelte für 5 Pflanzen aus den Niederlanden im Durchschnitt 2,84 pg ($\pm 0,44$). Danach dürften die 23 untersuchten Pflanzen oktaploid gewesen sein.

NORDBORG (1953) führte zwei tetraploide und fünf oktaploide Pflanzen aus Deutschland an. LIPPERT & HEUBL (1989) nennen eine hexaploide. In der Chromosome Counts Database (RICE & al. 2015) werden ganz überwiegend tetraploide und oktaploide Zählungen sowie einige hexaploide genannt. Über morphologische und ökologische Unterschiede zwischen den in Deutschland vorkommenden Ploidiestufen ist bisher nichts bekannt. NORDBORG (1963) fand bei oktaploiden Pflanzen auf Gotland etwas größere Blätter, längere Stomata und größere Pollen als bei tetraploiden, jeweils mit großen Überschneidungsbereichen. Die beiden untersuchten Pflanzen aus der Rhön zeigten Merkmale von *S. o.* var. *montana* (JORD.) CAR. & ST. LAG.

Koeleria

Die ermittelten PSFs zeigen 4 Gruppen (Abb. 8, Tab. 3) die, bezogen auf *Glycine*, durch folgende Mittelwerte definiert sind: 1,37, $2,3 \pm 0,15$, $3,19 \pm 0,22$, und $5,64 \pm 0,29$. Für die zweite Gruppe liegen Chromosomenzählungen vor, sie gehört demnach zu tetraploiden Pflanzen. In Anlehnung an Literaturdaten (PECINKA & al.

2006) interpretieren wir die anderen Gruppen als 2x, 6x und 10x.

Die erste Gruppe kann als 2x interpretiert werden, was den bisherigen Ergebnissen für *K. glauca* entspricht (u. a. PECINKA & al. 2006). Damit wurde erstmals die DNA-Ploidie von *K. glauca* in Deutschland bestimmt.

Alle deutschen *K. macrantha*-Pflanzen waren tetraploid. Hybriden zwischen *K. macrantha* und *K. pyramidata* wurden nicht gefunden. Diploide *K. macrantha*, die in Tschechien und der Slowakei teilweise zusammen mit tetraploider *K. macrantha* vorkommt, ist in Deutschland bisher nur im Kyffhäuser, zusammen mit tetraploiden Pflanzen, nachgewiesen (PECINKA & al. 2006). Sie könnten in Ostdeutschland weiter verbreitet sein und sind nach PECINKA & al. (2006) auch morphologisch zumindest quantitativ abgrenzbar. In Polen wurden diploide Pflanzen bei Cedyňa (Zehden) in Sichtweite der deutschen Grenze an der Oder gefunden (FREY 1993). Teilweise werden diploide und tetraploide *K. macrantha* taxonomisch getrennt (HOLUB & al. 1972), wobei die Zugehörigkeit des aus dem ostsibirischen Apfelgebirge (Jablonnói-Chrebet) stammenden Typus (LEDEBOUR 1815) nach wie vor unklar ist. PECINKA & al. (2008) plädieren für eine Trennung der beiden Ploidiestufen als Varietäten. Unsere tetraploiden Pflanzen gehören danach zu *K. macrantha* var. *majorfiora*, ein Name, der allerdings formal offenbar noch nicht gebildet ist. Eine Bewertung zweier Ploidiestufen als Varietäten ist in der deutschen taxonomischen Tradition unüblich. Sie widerspricht auch der Vorgehensweise in der Buttler-Hand-Liste (<https://www.kp-buttler.de>), wo ähnliche Fälle auf Art-Ebene getrennt werden – z. B. bei *Veronica hederifolia* s.l. oder *Amelanchier ovalis* s.l.

Die Werte für *K. vallesiana*, die von der einzigen in Deutschland bekannten Population stammt, erwiesen sich als hexaploid und gehören damit zu *Koeleria vallesiana* subsp. *vallesiana* (TISON & DE FOUCAULT 2014). Dass in Deutschland der hexaploide Typ vorkommt, war nach den Ergebnissen von KÜPFER (1974) zu erwarten gewesen.

Zwei großblütige Arten werden für Deutschland geführt, *K. pyramidata* und *K. grandis*. Diese werden in den deutschen Floren überwiegend durch die Behaarung voneinander abgegrenzt (z. B. JÄGER 2011). In CCDB (RICE & al. 2015) werden allgemein für *K. pyramidata*

2n = 14, 2n = 28, 2n = 42, 2n = 56, 2n = 70 und 2n = 84 angegeben, wobei in vielen Fällen wohl tatsächlich *K. macrantha* oder sogar weitere Sippen gezählt wurden. Von PECINKA & al. (2006) wurden für Deutschland (Rübeland, Harz) zwei Pflanzen als dekaploid (2n = 10x) bestimmt. Die von uns geprüften 19 deutschen Pflanzen wiesen einen einheitlichen DNA-Gehalt auf, der 2n = 10x entsprechen dürfte. Auch die einzige geprüfte *K. grandis* wies diese Ploidie auf, was nach den Ergebnissen von FREY (1993) zu erwarten war. Zwei (nur schwach behaarte) Pflanzen aus der Uckermark (Nordost-Brandenburg) wurden als *K. cf. pyramidata* eingesandt, nach NETPHYD & BFN (2013) ist das Vorkommen von *K. pyramidata* in diesem Bereich bislang als zweifelhaft eingeschätzt worden. So sollen beispielsweise nach FREY (1993) auch kahle Pflanzen von *K. grandis* auftreten, die dann nur noch schwierig von *K. pyramidata* abzugrenzen wären. Eine endgültige Bearbeitung dieser Verwandtschaft steht noch aus. Weiteres zu Abgrenzung und Areal siehe KONCZAK (2000) und RISTOW (2000).

Unsere Untersuchungen ergaben keine Hinweise auf Hybridisierungen zwischen *K. macrantha* und *K. pyramidata* / *K. grandis*.

Scrophularia

Die Messungen aus 2020 bestätigen in den meisten Fällen das 2019 erhaltene Bild (GREGOR & al. 2020; Abb. 9). In Hessen wurde *S. neesii* im Mittelgebirge und *S. umbrosa* entlang großer Flüsse (Main, Rhein) festgestellt. In Baden-Württemberg gelang ein Fund der hier seltenen *S. umbrosa* am Neckar bei Edingen. In 2020 wurden mehrere Gebiete in Nordrhein-Westfalen aufgesucht, die bislang noch nicht beprobt worden sind. Im Ruhrgebiet konnten so entlang der Ruhr von Mülheim bis Wickede Nachweise von *S. neesii* erbracht werden. In einem Bruchwald bei Dortmund-Eving sind Funde von D. Büscher von *S. umbrosa* verifiziert worden. An der Lippe konnte *S. umbrosa* von Lünen bis Ahsen kartiert werden. Von R. Götte sind für *S. umbrosa* zwei Funde von basenreichen Bächen im Marsberger Raum beigesteuert worden. Somit ist die ökologische Einschätzung der Verteilung der beiden Arten für Nordrhein-Westfalen bestätigt worden: *S. neesii* findet sich an den großen Flüssen wie Rhein, Ruhr oder Rur, während *S. umbrosa* basenreicher steht. Man findet sie z. B. in Bruchwäldern, in

den Kalkgebieten und an basenreichen Flüssen wie der Lippe. In Schleswig-Holstein gelangen zwei weitere *S.-neesii*-Funde. In Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt wurde das Vorkommen von *S. umbrosa* bestätigt.

Ergänzend wurde auch eine Pflanze von *S. nodosa* gemessen. Bereits bei den Messungen in 2019 hatten wir festgestellt, dass die Art trotz deutlich abweichender Chromosomenzahlen (*S. umbrosa*: 2n = 26, *S. nodosa*: 2n = 36) mit *S. umbrosa* ein nahezu identisches PSF gegenüber *Pisum* aufweist. ZONNEVELD (2019) nennt ein absolutes DNA-Gewicht von 1,54 pg, ŠMARDÁ & al. (2019) 1,38 pg; unser PSF von 0,19 gegenüber *Pisum sativum* mit 9,09 pg kann als 1,72 pg umgerechnet werden. Nach ŠMARDÁ & al. (2019) hat *Scrophularia nodosa* einen GC-Gehalt von 40,4%; Scrophulariaceae liegen zwischen 36,5 und 40,8%. Da von *S. nodosa* nach CCDB (RICE & al. 2015) nur diploide Pflanzen bekannt sind, können wir unsere Messung als diploid (2x) interpretieren.

5. Danksagung

Wir danken Brigitte und Jürgen Adler (*Viola*), Uwe Amarell (*Koeleria*), Alfred Bolze (*Koeleria*), Michael Burkart (*Viola*), Markus S. Dillenberger (*Sanguisorba*), Ralf Hand (*Koeleria*), Andreas König vom Botanischen Garten Frankfurt am Main (*Koeleria*), Stefan Rätzel (Frankfurt an der Oder), Heike Ringel (*Koeleria*, *Scrophularia*, *Viola*), Anette Rosenbauer (*Sanguisorba*) sowie Irene Timmermann-Trosiener (*Scrophularia*, *Viola*) für die Zusendung von Proben.

6. Literatur

- ADLER, B., ADLER, J. & KUNZMANN, G. 2017: Flora von Nordschwaben. – Nördlingen: Arbeitsgemeinschaft Flora Nordschwaben.
- CIRES, E., CUESTA, C., FERNÁNDEZ CASADO, M. A., NAVA, H. S., VÁZQUEZ, V. M. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. 2011: Isolation of plant nuclei suitable for flow cytometry from species with extremely mucilaginous compounds: an example in the genus *Viola* L. (*Violaceae*). – *Anales Jard. Bot. Madrid*. 68: 139–154.
- DOLEŽEL, J., GREILHUBER, J., & SUDA, J. 2007: Estimation of nuclear DNA content in plants

- using flow cytometry. – *Nature Protocols* 2: 2233–2244.
- FREY, L. 1993. Taxonomy, karyology and distribution of selected genera of tribe *Aveneae* (*Poaceae*) in Poland. III. *Koeleria*. – *Fragm. Flor. Geobot. Suppl.* 2: 251–278.
- GREGOR, T., MEIEROTT, L. & PAULE, J. 2018: Klärung bayerischer Florenprobleme mithilfe der durchflusszytometrischen Ploidiebestimmung – ein geglückter Fall von „Citizen-Science“. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 88: 77–90.
- GREGOR, T., DILLENBERGER, M. S., SCHMIDT, M., HAND, R., ABDANK, A., BÖCKER, R., CIONGWA, P., DIEWALD, W., DUNKEL, F. G., EHMKE, W., FINUS, P., FRANK, D., HAMMEL, S., HOFSTETTER, A., HOHLA, M., HORST, E., JOHN, H., KLOTZ, J., KORSCH, M., MAUSE, R., MEIEROTT, L., MÜLLER, F., MÖBIUS, F., PEINTINGER, M., REICHERT, H., RINGEL, H., SCHNEIDER, R., SCHRÖDER, C. N., TIMMERMANN-TROSIENER, I. & MUTZ, S. 2020: *Scrophularia neesii* und *Scrophularia umbrosa* in Deutschland – ähnliche Ökologie, aber unterschiedliche Verbreitung zweier Sippen eines Autopolyploidie-Komplexes. – *Kochia* 13: 37–52.
- HOLUB, J., MĚSÍČEK, J. & JAVŮRKOVÁ, V. 1972: Annotated chromosome counts of Czechoslovak plants (31–60) (Materials for “Flóra ČSSR” – 3). – *Folia Geobot. Phytotax.* 7: 167–202.
- KONCZAK, P. 2000: *Koeleria grandis* (Erhabenes Schillergras) – Erstnachweis für die deutsche Flora. – *Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 133: 313–317.
- KÜPFER, P. 1974: Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. – *Boissiera* 23.
- LEDEBOUR, C. F. 1815: Decades sex plantarum novarum in Imperio Rossico indigenarum. – *Mém. Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg Hist. Acad.* 5: 514–578.
- MEIEROTT, L. 2008: Flora der Haßberge und des Grabfelds. – *Eching: IHW.*
- NETPHYD & BFN (ed.) 2013: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – *Münster: Landwirtschaftsverlag.*
- NEUFFER, B., AUGÉ, H., MESCH, H., AMARELL, U. & BRANDL, R. 1999: Spread of violets in polluted pine forests: morphological and molecular evidence for the ecological importance of interspecific hybridization. – *Mol. Ecol.* 8: 365–377.
- NORDBORG, G. 1963: Studies in *Sanguisorba officinalis* L. – *Bot. Not.* 116: 276–288.
- PAULE, J., GREGOR, T., SCHMIDT, M., GERSTNER, E.-M., DERSCH, G., DRESSLER, S., WESCHE, K. & ZIZKA, G. 2017. Chromosome numbers of the flora of Germany – a new online database of georeferenced chromosome counts and flow cytometric ploidy estimates. – *Pl. Syst. Evol.* 303: 1123–1129.
- PECINKA, A., SUCHÁNKOVÁ, P., LYSÁK, M. A., TRÁVNÍČEK, B. & DOLEŽEL, J. 2006: Nuclear DNA content variation among Central European *Koeleria* Taxa. – *Ann. Bot. (Oxford)* 98: 117–122.
- RICE, A., GLICK, L., ABADI, S., EINHORN, M., KOPELMAN, N. M., SALMAN-MINKOV, A., MAYZEL, J., CHAY, O. & MAYROSE, I. 2015: The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. – *New Phytol.* 206: 19–26.
- RISTOW, M. 2000: Anmerkungen zur Gattung *Koeleria* in Brandenburg. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 133: 321–322.
- SCHÖFER, G. 1954: Untersuchungen über die Polymorphie einheimischer Veilchen. – *Planta. Arch. Wissenschaftl. Bot.* 43: 537–565.
- ŠMARDA, P., KNAPEK, O., BŘEZINOVÁ, A., HOROVÁ, L., GRULICH, V., DANIHELKA, J., VESELÝ, P., ŠMERDA, J., ROTREKLOVÁ, O. & BUREŠ, P. 2019: Genome sizes and genomic guanine+cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species. – *Preslia* 91: 117–142.
- TISON, J.-M. & DE FOUCAULT, B. 2014: Flora Gallica. – *Biotope, Mèze.*
- ZONNEVELD, B. J. M. 2019: The DNA weights per nucleus (genome size) of more than 2350 species of the Flora of The Netherlands, of which 1370 are new to science, including the pattern of their DNA peaks. – *Forum Geobot.* 8: 24–78, elektronischer Anhang.