

Sorbus dubronensis, eine neue endemische Art aus der Untergattung *Aria* (*Sorbus* s. l., Rosaceae) für Süddeutschland, und ihre Abgrenzung zu verwandten Arten

NORBERT MEYER, MARTIN FEULNER, TOBIAS VOSS,
TIMOTHY RICH, THOMAS GREGOR & JURAJ PAULE

Zusammenfassung: Als Beitrag zur *Sorbus*-Flora von Deutschland werden hier die Ergebnisse einer taxonomischen Revision von *Sorbus* subg. *Aria* in Bayern und im Nordosten von Baden-Württemberg vorgestellt. Resultate der durchflusszytometrischen Ploidiebestimmung, multivariater morphologischer Analysen und genetischer Untersuchungen mittels Mikrosatelliten wurden angewandt, um einen Einblick in die taxonomische Vielfalt dieser Gruppe zu vermitteln. Dabei wurden diploide, triploide und tetraploide Pflanzen in die Betrachtungen einbezogen. Eine tetraploide *Sorbus*-Art der subg. *Aria* aus dem nordbadisch-bayerischen Grenzgebiet wurde neu beschrieben, abgebildet und gegen die beiden übrigen tetraploiden süddeutschen *Aria*-Arten, die bisher bekannt sind, und eine sehr ähnliche südwestenglische Art abgegrenzt.

Key Words: Apomixis, hybridization, multivariate morphometrics, ploidy, Rosaceae, *Sorbus* subgenus *Aria*, SSR, taxonomy

Summary: Results of a taxonomic revision of *Sorbus* subgenus *Aria* occurring in Bavaria and Baden-Württemberg are presented as a contribution to the *Sorbus* flora of Germany. Flow-cytometric ploidy estimation, multivariate morphological analyses and genetical SSR markers were employed to assess the taxonomic diversity within the group. Diploid, triploid and tetraploid taxa were taken into account. A tetraploid *Sorbus* subg. *Aria* species from the border area between Baden and Bavaria is newly described, pictured and defined against the other two Southern German tetraploids known so far, as well as a similar species from the Southwest of England.

1 Einführung

Bei der Erforschung der Gattung *Sorbus* lag in Deutschland bisher der Schwerpunkt auf den hybridogenen Formenkreisen zwischen den Untergattungen *Aria*, *Sorbus*, *Terminaria* und *Chamaemespilus*. Die Gliederung der Untergattung *Aria* trat dabei trotz ihrer zentralen Bedeutung für die Prozesse der Artbildung in der Gattung in den Hintergrund. Noch immer fin-

Anschriften der Autoren: Norbert Meyer, Adlerstrasse 6, 90522 Oberasbach; Martin Feulner und Tobias Voss, Lehrstuhl für Pflanzensystematik, Universität Bayreuth, Universitätsstr. 30, 95440 Bayreuth; Timothy C.G. Rich, 57 Aberdulais Road, Cardiff CF 14 2PH, UK; Thomas Gregor und Juraj Paule, Botanik und Molekulare Evolutionsforschung, Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main; Korrespondenz: Norbert Meyer, E-Mail: norbert.meyer@ivl-web.de

den sich daher bei *Aria* Defizite in der Kenntnis der Formen, ihrer Verbreitung und ihrer Ploidiestufen. Ein Teufelskreis, denn dieser Mangel spiegelt sich in den Darstellungen von Subgenus *Aria* in Exkursionsfloren wider. Der aktuelle Grundband des Rothmaler (JÄGER et al. 2016) bietet noch eine Sammelart „*Sorbus aria* agg.“ mit dem Umfang der Untergattung, ergänzt von beschrifteten Blattumrissen von *Sorbus aria*, *Sorbus aria* f. *incisa*, *S. graeca* und *S. danubialis*, aber ohne Angaben zu Merkmalen und zur Verbreitung. Diese Darstellung bietet kaum Handhabe für eine differenzierte Bearbeitung der Gruppe bei Rasterkartierungen. Erst im kritischen Band (MÜLLER et al. 2016) sind die Arten geschlüsselt. Eine Vernachlässigung der Untergattung bei floristischen Kartierungen in ihrer Blütezeit im 20. Jahrhundert war oft die Folge. Diese Situation ist nicht auf den deutschsprachigen Raum beschränkt und bessert sich erst in den letzten Jahren. Die Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb von *Aria* in Europa und darüber hinaus sind vielmehr bis heute nur in Ansätzen verstanden.

1.1 Entdeckungsgeschichte der Untergattung *Aria* in Mitteleuropa im Spiegel der Literatur

Für die Gattung *Sorbus* und auch für die Untergattung *Aria* ist der Arbeitsstand in Europa höchst unterschiedlich. Da eine Gliederung auf nationaler Ebene aber nicht ohne Berücksichtigung der Ergebnisse in den Nachbarländern gelingen kann, hier ein knapper Überblick über die für Mitteleuropa bedeutsame Literatur und ihre Ergebnisse zu *Aria*:

Eine noch ohne Kenntnis der Ploidiestufen und des Phänomens der Agamospermie auf morphologischer Basis gestaltete Monographie der Gattung *Sorbus* durch HEDLUND (1901; ohne Berücksichtigung der Formen bei GANDOGGER 1875) steht am Anfang des 20. Jahrhunderts. Sie listet und sortiert die damals bekannten Namen und Beschreibungen. Um die gleiche Zeit werden in einer Regionalflora für Franken bei SCHWARZ (1897-1912) unter *Pyrus aria* eigentlich die Merkmale von *Sorbus collina* für die Sippe der Frankenalb aufgezählt. BORN-MÜLLER (1918) benutzt für diese Formen bereits den Namen *Sorbus graeca*. Nach einer großen Pause folgen die bahnbrechenden Arbeiten von LILJEFORS (1953, 1955) über Sexualität und Apomixis bei *Sorbus*. Deren Auswirkungen zeigen sich rasch in den darauf folgenden Revisionen von WARBURG (1957, 1962) für Großbritannien, KÁRPÁTI (1960) für Ungarn, KOVANDA (1961) für die Tschechoslowakei, und DÜLL (1961) für Deutschland. Die Flora Europaea (WARBURG & KÁRPÁTI 1968) fasst diese Ergebnisse zusammen. Danach stockt die Entwicklung für einige Zeit, was vielleicht mit den Schwierigkeiten beim Bestimmen der Ploidiestufen zusammenhängen mag. BRESINSKY (1978) wertet die floristische Raster-Kartierung Bayerns aus, bestätigt Dülls Meldung von *Sorbus danubialis* für Süddeutschland und übernimmt Kárpáti's Namen *S. pannonica* für die heutige *S. collina*, eine Zuordnung, die sich aus Dülls Einschätzung der Sippe als Übergang *S. aria* ssp. *aria* – ssp. *graeca* ergibt. KUTZELNIGG (1995) fasst den Kenntnisstand für Mitteleuropa in der Neuauflage des Hegi Band IV/2B zusammen. 2005 folgt eine *Sorbus*-Flora für Bayern (MEYER et al. 2005) mit Schwerpunkt auf den agamospermen Untergattungs-Hybriden.

Viele belastbare Einsichten in die Sippenstruktur des Verwandtschaftskreises konnten erst in jüngerer Zeit auf der Basis einer vereinfachten und schnelleren Ermittlung der Ploidiestufen durch die Methode der Durchflusszytometrie sowie unter Verwendung von genetischen Markern erzielt werden. Auf die hierin richtungsweisende britisch-irische *Sorbus*-Bearbeitung (RICH et al. 2010) folgen bis heute rasch moderne Bearbeitungen für Norwegen (GRUNDT &

SALVESEN 2011), Tschechien (LEPŠÍ et al. 2015), Ungarn (SOMLYAY & SENNIKOV 2015, SOMLYAY et al. 2016), und Deutschland (SCHOTT 2015, FEULNER et al. 2017). SOMLYAY & SENNIKOV (2015) beenden durch Neotypisierung die bisherige Benutzung der ungarischen *Sorbus pannonica* und *S. subdanubialis* als Sammelnamen für die entsprechenden Hybridgruppen, welche durch Karpatis Verzicht auf die Benennung von Typusbelegen verursacht wurde. Mit SENNIKOV & KURTTTO (2017), Checklist für Europa, als Prodrum für den *Sorbus*-Band 17 des Atlas Florae Europaeae über *Sorbus* und dem Band selbst (KURTTTO et al. 2018) liegt nun eine brandneue Zusammenfassung vor, die eine ausgezeichnete Arbeitsgrundlage für die Zukunft darstellt. Mit ihren Verbreitungskarten zeigt sie allerdings auch, dass immer noch in weiten Gebieten, darunter wichtigen Ländern wie Frankreich, Italien und Spanien, entweder nur Teilbearbeitungen vorliegen, oder man auf einer recht groben, weitgehend künstlichen Gliederung nach vorwiegend blattmorphologischen Merkmalen verharret.

Aktuell gibt es in Deutschland im natürlichen Areal der Untergattung *Aria* von den Alpen bis zum Nordrand der Mittelgebirge große Gebiete, in welchen das Arteninventar innerhalb von *Aria* noch weitgehend unbekannt ist. Eigene Stichproben ergaben Vorkommen unterschiedlicher Ploidiestufen in Gebieten, für die in den Verbreitungskarten nur *S. aria* vermerkt ist. Das ist nicht weiter verwunderlich, denn ohne Einblick in die Ploidiestufen wird der morphologische Zugang zu *Aria* durch ein verwirrendes Kontinuum von Formen mit scheinbar ineinander übergehenden Merkmalen der Blattform, Nervenzahl, Zähnung und Textur sowie der Fruchtform erschwert. Diese sind bedingt durch eine gewisse phänologische Plastizität der agamospermen Formen und die hohe Variabilität der diploiden *S. aria*. Zudem sind in Gebieten mit Vorkommen mehrerer Ploidiestufen auch noch an sich seltene sexuelle Vorgänge zwischen diesen zu beobachten. Dabei sind nicht nur Diploide und Tetraploide beteiligt, sondern auch vermeintlich obligat agamosperme Triploide, die man lange für genetisch isoliert hielt, deren Anteil an den abgelaufenen Artbildungsprozessen aber nachgewiesen werden konnte (triploid bridge; Meyer in prep.). Durch Verzicht auf eine Reduktionsteilung können triploide Eizellen mit haploiden oder sogar diploiden Pollen bestäubt werden und tetra- oder pentaploide Pflanzen erzeugen. Solche Vorgänge sind zwar vermutlich seltener als Kreuzungen zwischen partiell sexuellen tetra- und diploiden Sippen, könnten aber in manchen Gebieten doch zur Ausbildung gemischter Populationen geführt haben, in welchen sich die Ansprache und Abgrenzung der nebeneinander vorhandenen Sippen dann entsprechend schwierig gestaltet. Ohne eine gebietsweise Analyse der vorhandenen Formen von *Aria* unter der Berücksichtigung von Morphologie, Ploidiestufen sowie hochauflösenden genetischen Markern wird aber ein tieferes Verständnis der Zusammensetzung und Verteilung der Untergattung nicht erzielt werden können.

1.2 Die Untergattung *Aria* in Süddeutschland

Nachfolgend werden die Taxa der verschiedenen Ploidiestufen innerhalb *Aria* in Bayern und Baden-Württemberg, also in Süddeutschland südlich der Mittelgebirgsschwelle, dargestellt, soweit sie aktuell bekannt sind.

1.3 Diploide Arten ($2n=2x=34$)

Im betrachteten Gebiet kommt nach bisheriger Kenntnis mit *Sorbus aria s.str.* nur eine diploide Sippe vor (Feulner et al. 2014, Gregor & Paule ed. 2020). Sie präsentiert sich morphologisch zumindest bei den Blattformen, der Zahl der Blattnerven und der Zähnung und

Lappung der Blattränder als ausgesprochen variabel. Diese artspezifische Besonderheit unterscheidet die Gewöhnliche Mehlsbeere von den übrigen, polyploiden Taxa. Die Variabilität der Sippe scheint dabei in Tieflagen und in Wärmegebieten größer zu sein als in höheren Gebirgsregionen (vgl. auch FEULNER et al. 2019). Als Quelle dieser Varianz könnte Merkmals-Introgression aus diploiden Arten anderer Untergattungen sein, oder allein die Vielfalt von *S. aria* selbst, oder die unterschiedlich starke postglaziale Ausbreitung mehrerer diploider Aria-Sippen aus verschiedenen Eiszeit-Refugien (FEULNER et al. 2019). Sollten sich in den diploiden Populationen, die man heute zu *S. aria* vereinigt, weitere Taxa verbergen, so sind zumindest bisher kaum morphologische Merkmale greifbar, die eine Auftrennung ermöglichen und rechtfertigen. Historisch wurden zwar mehrere Arten beschrieben, die man heute den zahlreichen aufgestellten Formen von *S. aria* zuordnet. Nach persönlicher Beobachtung des Erstautors machen Merkmale - wie Blattform, Nervenzahl, Textur, Ausbildung der Zähnung und Lappung - bisher gebietsweise weitgehend den Eindruck eines Kontinuums (kein Individuum gleicht dem anderen). Andere Gebiete hingegen weisen scheinbar eine überschaubare Anzahl von Formen auf, die sich ständig wiederholen. Eine wie auch immer geartete Erbfestigkeit bei *S. aria* auf der diploiden Ebene ist wegen der Tendenz zur Selbst-Inkompatibilität bei *Sorbus* (RICH et al. 2010) schwer vorstellbar und ist auch nicht nachgewiesen. Die zu beobachtende Varianz innerhalb der auftretenden Formen spricht ebenfalls dagegen, könnte aber vielleicht auch phänologisch bedingt sein. Neuere Untersuchungen (FEULNER et al. 2019) für Südosteuropa weisen darauf hin, dass Anzahl und Abstand der Blattnerve bei diploider *S. aria* mit genetischer Differenzierung einhergehen kann, sich also wenigernervige diploide Formen und Formen mit höherer Nervenzahl genetisch unterscheiden. Damit könnten sie zumindest in Südosteuropa doch eine gewisse taxonomische Aussagekraft zur Feingliederung innerhalb der sexuellen *Aria* haben. Als denkbaren Hintergrund für fehlende Durchmischung kämen geographische Isolation, unterschiedliche Blühphänologie oder Steuerung von Bestäubern über Blütendüfte in Frage.

Unter diesen Vorbehalten bildet das Areal der diploiden *S. aria* bei uns ein Kontinuum von den Alpen und ihrem Vorland im Süden nordwärts über den Schwarzwald, dem hessischen Bergland, rheinischen Schiefergebirge, außerdem ostwärts der Rhön samt Vorland sowie dem Thüringer Wald und weiter bis zum Harz. Im Südosten ist die Schwäbische Alb und die Südliche Fränkische Alb bis etwa Eichstätt besiedelt, außerdem disjunkt auch der Nordwestrand der Nördlichen Frankenalb. Bei Streuvorkommen am Nordrand der Mittelgebirge, etwa in Nordrhein-Westfalen und im nördlichen Harzvorland in Sachsen-Anhalt, besteht Unsicherheit bei der Grenze zwischen indigenen und gepflanzten Vorkommen.

1.4 Triploide Arten ($2n=3x=51$)

Hierzu liegen neuere Ergebnisse aus der nördlichen Frankenalb (FEULNER et al. 2013, 2017) sowie der südlichen Frankenalb (H. Schuwert, unveröffentlicht) vor. Auch aus der Schwäbischen Alb gibt es triploide Zählungen (GREGOR & PAULE 2020). Dies belegt den sexuellen Austausch zwischen diploiden und tetraploiden *Aria*-Sippen in süddeutschen Gebieten, in welchen sich ihre Areale überschneiden. Solche Triploide stehen hinsichtlich Merkmalen wie Blattform oder Fruchtform intermediär, wobei eine gewisse Tendenz zur Lappung des Blattrandes über das Maß bei den Elternarten hinaus zu beobachten ist. Einzelne Formen zeigen morphologisch deutlich ihre Abkunft von *S. danubialis*, andere lassen keine direkten Rückschlüsse auf ihre Ge-

nese zu. Alle zeigen aber morphologische Merkmalskonstanz in den oft kleinen Populationen mit Arealgrößen von Trupps aus wenigen Individuen an räumlich begrenzten Sonderstandorten bis zu veritablen Kleinpopulationen von mehr als 100 Stöcken über Talzüge oder Hügelketten hinweg. Zu den genetischen Besonderheiten siehe im Detail bei FEULNER et al. (2017). Über diese Sippen besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Ob es sich bei ihnen um aktuelle Bildungen handelt oder um ältere Relikte, ist unklar, wenn auch bei größeren Arealen ein gewisses Alter angenommen werden muss.

1.5 Tetraploide Arten ($2n=4x=68$)

Tetraploide *Aria*-Arten sind nach bisherigem Kenntnisstand in Deutschland auf Süddeutschland südlich des Mains und Westdeutschland westlich des Rheins beschränkt (PAULE et al. 2017). Die noch wenig erforschten sexuellen Anteile in ihrer Vermehrung zeigen die Möglichkeit des Genflusses zwischen *S. collina* und *S. danubialis*, aber auch die Bildung von Triploiden und erneute Bildung von Tetraploiden unter Wechselwirkung mit *S. aria* (HAMMEL et al. 2015, FEULNER et al. 2017, GREGOR & PAULE 2020).

Zur Genese der tetraploiden *Aria* und der stark gegliederten aktuellen Verbreitung der Ploidiestufen insgesamt braucht es eine Erklärung, die mit der in ihr aufscheinenden Florengeschichte kompatibel ist. Nach genetischen Analysen mittels Mikrosatelliten erhält man die Allelmuster der tetraploiden *S. dubronensis*, wenn man Allele diploider *Sorbus aria* - Herkünfte aus Unterfranken mit solchen aus dem Mediterrangebiet Südosteuropas kombiniert (FEULNER et al. 2019). Vielleicht konnten nacheiszeitlich solche *S. aria* - Sippen bis ins Maingebiet vordringen und konnten dort zur Bildung der Kleinart beitragen. Immerhin sind in den Wärmegebieten Unterfrankens tatsächlich auch aktuell noch Einzelsträucher mit „*graeca*“-Merkmalen zu finden, die Anlass zu getrennter Kartierung gegeben haben (diploide „*S. pannonica* agg.“ an der Fränkischen Saale durch L. Meierott). Die Zusammensetzung der *Sorbus*-Flora könnte in Wärmeepochen, z.B. im Atlantikum, stark von den heutigen Verhältnissen abgewichen sein. Die Fragen nach dem woraus, wo und wann sowie nach den Ursachen für die aktuelle Verteilung der Formen beantwortet dies aber noch nicht.

Zu den tetraploiden Arten gehört *S. danubialis* mit einem disjunkten mittel- und osteuropäischen Areal, das Teilareale in der Mittleren und Südlichen Frankenalb, in Tschechien, Ober- und Niederösterreich, der Slowakei und Ungarn umfasst (KURTO et al. 2018) und genetisch anscheinend weithin einheitlich ist (LEPŠÍ et al. 2015). Für ihr Teilareal in der südlichen und mittleren Frankenalb gelang der Nachweis durch Düll bei seiner Revision des Herbariums Regensburg (DÜLL 1961). Das bayerische Teilareal erstreckt sich von Regensburg im Osten in westliche Richtung bis Solnhofen, nördlich bis Weißenburg und nordöstlich bis Schmidmühlen.

Die erst kürzlich neu beschriebene *S. collina* (*S. pannonica* auct.; LEPŠÍ et al. 2015) besiedelt in einem ihrer größten Teilareale die gesamte Frankenalb bis zum Ries. Auch diese Sippe hat mehrere weitere Teilareale in Tschechien und Österreich, wo sie im Waldviertel und im Salzburger Land vorkommt und von dort an bisher einer Stelle an der Salzach bei Burghausen auf Bayern übergreift. Das übrige bayerische Areal liegt in der Frankenalb von Lichtenfels im Norden über die ganze Nördliche und Mittlere Frankenalb etwa bis zum Ries, wobei die westlichsten Vorkommen am Hahnenkamm morphologisch leicht abweichen (aufrechterer Wuchs, stärkere Lappung), genetisch aber nur gering unterschieden sind. Bemerkenswert ist der homogene Charakter der Sippe in Böhmen und Mähren, während ihre innere Sippenstruktur in

Bayern recht komplex erscheint (LEPŠÍ et al. 2015, FEULNER 2017). Ob man die bei SCHOTT (2015) herausgearbeiteten blattmorphologischen Formen als Ausdruck der komplexen genetischen Varianz fassen soll, ist etwas fraglich, da keine entsprechende genetische Homogenität dahintersteht (FEULNER et al. 2017).

Sorbus collina wurde vor dieser Neuschreibung in Bayern lange irrtümlich unter dem Namen *S. pannonica* geführt. Bei dieser handelt es sich um eine Kárpáti-Sippe, welche er in seiner *Sorbus*-Flora von Ungarn als „Transitus“, also Übergang zwischen tetraploider ungarischer „*S. graeca*“ und diploider *S. aria* s.str. beschrieben, aber wie vieles andere nicht typisiert hat (KÁRPÁTI 1960). Die Verwendung dieses Sippennamens für *S. collina* geht auf ihre Einschätzung als Übergangsform „*Sorbus aria* ssp. *aria – cretica*“ durch Düll zurück und wurde, angelehnt an die Nomenklatur der Flora Europaea, weithin übernommen, beginnend mit BRESINSKY (1978), gefolgt von KUTZELNIGG (1995), MEYER et al. (2005), etc. *Sorbus pannonica* wurde kürzlich auf ihren ursprünglichen Kern als ungarische Regionalsippe zurückgeführt und endlich auch gültig beschrieben (SOMLYAY & SENNIKOV 2015). Sie erweist sich dabei als triploider nordungarischer Endemit und kommt außerhalb von Ungarn nicht vor. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Erstbenennung von *S. collina* als *S. graeca* bereits durch BORNMÜLLER (1918).

Zur in diesem Artikel neu beschriebenen *S. dubronensis* siehe weiter unten.

1.6 *Sorbus dubronensis*, *S. eminentiformis*, *S. danubialis* und *S. collina*, morphologischer und genetischer Vergleich

Nachfolgend werden die Ergebnisse neuerer Untersuchungen zu den *Aria*-Sippen in Süddeutschland dargestellt. Die im Rahmen des Artikels neu beschriebene *Sorbus dubronensis* als nordbadisch-unterfänkischer Endemit zeigt eine erhebliche Ähnlichkeit mit der ebenfalls tetraploiden *S. eminentiformis* aus Südwest-England (PELLICER et al. 2012). Die detaillierte Bearbeitung der Britischen *Aria*-Arten und ihre Darstellung in RICH et al. (2010) machte es möglich, unbekannte Formen überregional zu vergleichen und einzuordnen. Dies veranlasste den Zweit- und Drittautor zu morphologischen und genetischen Untersuchungen zum Vergleich der beiden Taxa, um sicherzustellen, dass diese nicht konspezifisch sind. Ihre Untersuchungen werden hier nachfolgend dargestellt. Weiterhin wird *S. dubronensis* mit ihren tetraploiden Schwesternarten in Süddeutschland verglichen.

2 Material und Methoden

Das Blattmaterial der Kallmuth-Sippe für die genetischen Untersuchungen wurde 2015 an fünf verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg und Bayern gesammelt (siehe Tab. 1). Die für das Blattmaterial beprobten Bäume sind untereinander vergleichbar hinsichtlich ihrer Wuchshöhe, Beschattung und Exponiertheit. Es wurden pro Individuum drei Kurztriebe gesammelt und präpariert. Das Material wurde gepresst und getrocknet. Gegen Blattfraß erfolgte teilweise eine Tiefkühlung der getrockneten Blätter. Das Material für die unten tabellarisch gelisteten Ploidiebestimmungen mittels Durchflusszytometrie stammt aus mehreren Aufsammlungen. Jene des Erstautors zusammen mit Martin Lepší wurden von diesem nach dem Protokoll von LEPŠÍ et al. 2008 in Budweis gemessen. Spätere Aufsammlungen wurden von T. Gregor und J. Paule nach dem Protokoll von MEYER et al. 2015 an der Goethe-Universität in Frankfurt analysiert.



Abb. 1: Wuchsorte der beprobten Populationen von *S. dubronensis* in Unterfranken.

Tab. 1: Koordinaten zur Probenentnahme von *S. dubronensis* in Bayern (BY) und Baden-Württemberg (BW).

Probe	Standort	Land	Nord-Koordinate	Ost-Koordinate
276	Tauberbischofsheim	BW	49,63248	9,63017
277			49,63254	9,62925
278			49,63239	9,63121
279	Eiersheim		49,64947	9,59865
280			49,64945	9,5984
281	Steinfurt		49,64975	9,59729
282			49,64258	9,49278
283			49,64275	9,49456
284			49,64261	9,4929
285			Werbach	49,67738
286	49,67755			9,609
287	49,67757			9,6087
288	Holzkirchen		BY	49,79012
289		49,78872	9,66729	
290		49,78875	9,66742	

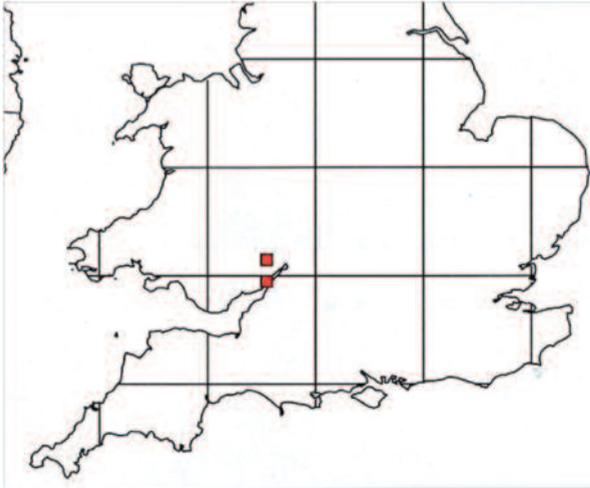


Abb. 2: Areal von *S. eminentiformis* in England und Wales (aus RICH et al. 2010, Ausschnitt).

S. eminentiformis ist ein Endemit des Wye Valleys an der Grenze zwischen England und Wales. Die größten bekannten Vorkommen finden sich in ‚Lady Park Wood‘, zerstreut auch um den ‚Great Doward‘, besonders um die ‚Seven Sisters Rocks‘ und im Nordosten des ‚Lord’s Wood‘, um den ‚Little Doward‘, am ‚Symonds Yat‘ und den ‚Coldwell Rocks‘. Das Gesamtvorkommen wird auf weniger als 100 Bäume geschätzt. Die Art wird als Abkömmling von *S. porrigentiformis* angesehen und ist Mitglied einer bereits gut erforschten, größeren Gruppe morphologisch ähnlicher polyploider *Aria*-Taxa in Großbritannien (PELLICER et al. 2012).

Von *S. eminentiformis* wurde am 25.05.2016 das Blattmaterial von ebenfalls fünf Sammelstellen durch Tim Rich, Wales (Tab. 2), gesammelt, gepresst, getrocknet und anschließend verschickt. Die Proben wurden vergleichbar zu denen von *S. dubronensis* genommen. Von zwei Individuen wurde ein Kurztrieb und weiter je das mittlere, dritte oder vierte Blatt weiterer Kurztriebe bereitgestellt.

Tab. 2: Koordinaten zur Probenentnahme von *S. eminentiformis*.

Probe	Standort	Nummer	Nord-Koordinate	Ost-Koordinate
64	Great Doward, KA	3	51,837898	2,658590
65	Great Doward, SS	3	51,834321	2,658320
66	Symonds Yat	2	51,840473	2,635157
67	Coldwell Rocks	2	51,837491	2,624447
68	Great Doward, SS	1	51,833943	2,658474

2.1 Blattvergleich von *S. dubronensis* mit *S. eminentiformis*, *S. danubialis* und *S. collina*

Blattmorphologische Messungen

Alle Blattproben, auch die von *S. eminentiformis*, wurden im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth auf ihre Blattmorphologie untersucht. Dazu wurden insgesamt 19 standardisierte Blattparameter für jedes Blatt erhoben. Als Einschnitt wurde dabei gewertet, wenn die Inzision mehr als die doppelte Tiefe der angrenzenden Blättzähne erreicht.

Folgende Blattparameter sind definiert: Blattumfang p [cm], Blattfläche A [cm²], Blattlänge h [cm], Blattbreite w [cm], Position der maximalen Blattbreite P_B [%], Verhältnis von

Blattbreite (h) zu Blattlänge (w) (Formverhältnis)

$$RR = \frac{w}{h}, \text{ Formkoeffizient } K K = \frac{4 \cdot \pi \cdot A}{p},$$

Winkel der Blattbasis a_b [°], Winkel der Blattspitze a_a [°], Position des maximalen Einschnittes auf der linken Seite P_l [%], Position des maximalen Einschnittes auf der rechten Seite P_r [%], Anzahl der Zähne des Blattrandes Z , Mittlere Höhe der Zähne h_Z [cm], Mittlere Breite der Zähne w_Z [cm], Anzahl der Lappen L , Mittlere Höhe der Lappen h_L [cm], Mittlere Breite der Lappen w_L [cm], Anzahl der Blattnerve V , Spezifische Trockenmasse der Blätter m_{sp} [g/cm²]. Als Lappung wurde gewertet, wenn ein Einschnitt mindestens doppelt so tief war wie die durchschnittliche Zahnhöhe, und der Lappen mindestens 5 Zähne aufwies. Die meisten Parameter (1-17) wurden mit der Software WinFolia Pro 2013a (Regent Instruments Inc., Quebec, Kanada, 2013) gemessen oder berechnet. Für *S. collina*, *S. aria* und *S. danubialis* wurden zum Vergleich Messwerte aus SCHOTT (2015) verwendet. Auf signifikante Unterschiede zwischen den Blattproben der einzelnen Arten wurde mit einfaktorier ANOVA (normalverteilte Daten) oder dem Kruskal-Wallis Test getestet (VOSS 2016).

3 Ergebnisse

3.1 Ploidiestufen der Subgenus *Aria* in Süddeutschland

Nachfolgend werden Ploidie-Bestimmungen mittels Durchflusszytometrie für Herkünfte des Subgenus *Aria* aus Süddeutschland und angrenzenden Gebieten zusammengestellt und aufgelistet. Die Zahl der gemessenen Pflanzen ist dabei unterschiedlich.

Tab. 3: Ergebnisse der durchflusszytometrischen Ploidiebestimmungen.

Taxon	DNA-Ploidie	Sammelort	TK	Quelle	Datum
<i>Sorbus aria</i>	2x	Menterschwaige bei Grünwald, Bayern	7935/1	T. Gregor/J. Paule	4.9.2014
<i>Sorbus dubronensis</i>	4x	Kallmuth nördlich Homburg, Bayern	6123/4	M. Lepší	25.6.2011
<i>Sorbus collina</i>	4x	Deuerling, Bayern	6937/3	M. Lepší	4.7.2011
<i>Sorbus collina</i>	4x	Etterzhausen, Bayern	6937/3	M. Lepší	4.7.2011
<i>Sorbus collina</i>	4x	Obereichstätt, Bayern	7132/2	T. Gregor/J. Paule	4.9.2014
<i>Sorbus collina</i>	4x	Moritzkapelle, Bayern	6233/3	T. Gregor/J. Paule	4.9.2014
<i>Sorbus collina</i>	4x	Deuerling, Bayern	6937/3	T. Gregor/J. Paule	4.9.2014
<i>Sorbus danubialis</i>	4x	Etterzhausen, Bayern	6937/3	M. Lepší	4.7.2011
<i>Sorbus danubialis</i>	4x	Deuerling, Bayern	6937/3	T. Gregor/J. Paule	4.9.2014

3.2 Abgrenzung von *S. dubronensis* gegen *S. eminentiformis* und weitere tetraploide Arten Süddeutschlands

Detaillierte blattmorphologische Studien konnten signifikante Unterschiede feststellen: *S. dubronensis* unterscheidet sich von *S. eminentiformis* in stärker ausgeprägter angedeuteter Blattlappung und der ausgeprägteren Blattspitze. Außerdem ist ein breiterer Winkel der Blattspitze für *S. eminentiformis* typisch, während bei *S. dubronensis* die Blattspitze im Vergleich deutlich zugespitzt ist. Die Position der maximalen Blattbreite bei *S. dubronensis* liegt etwa vier Pro-

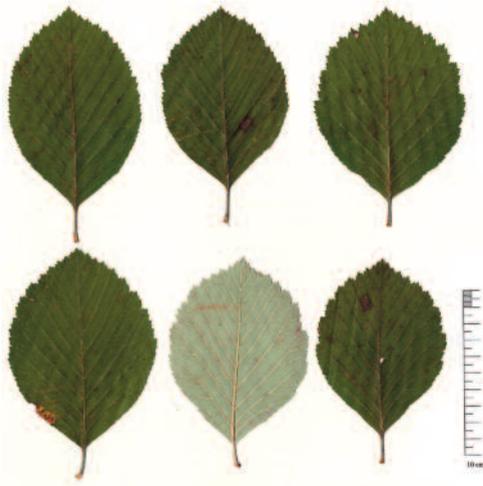


Abb. 3: *Sorbus dubronensis*, mittlere Blätter von Kurztrieben (Herbarmaterial).

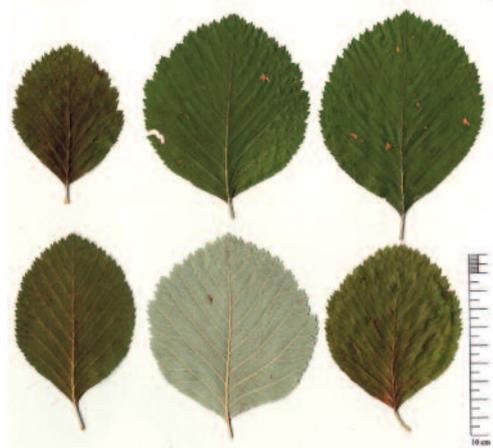


Abb. 4: *Sorbus eminentiformis*, mittlere Blätter von Kurztrieben (Herbarmaterial).

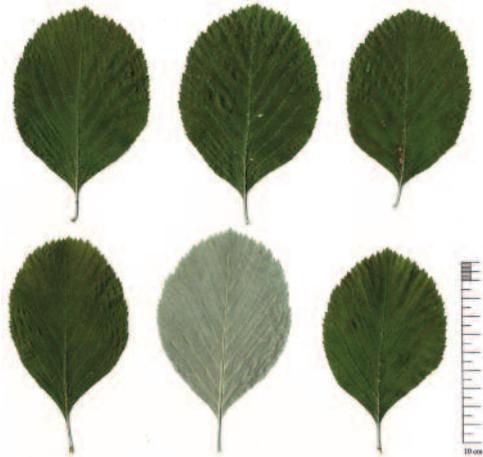


Abb. 5: *Sorbus collina*, mittlere Blätter von Kurztrieben (Herbarmaterial).

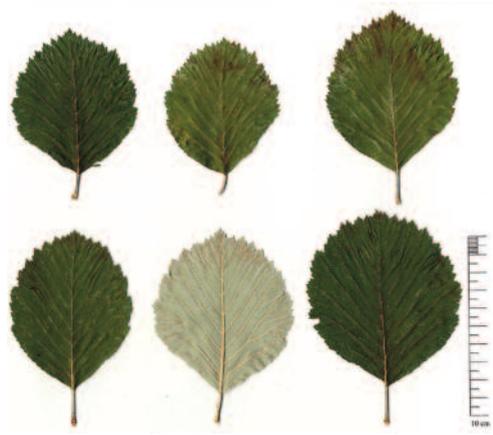


Abb. 6: *Sorbus danubialis*, mittlere Blätter von Kurztrieben (Herbarmaterial).

zentrumpunkte tiefer zur Blattbasis hin als bei *Sorbus eminentiformis*. Insgesamt ist die Blattform bei *S. dubronensis* also breit lanzettlich, bei *S. eminentiformis* hingegen rundlich-rhombisch. Der Winkel an der Blattbasis ist bei beiden Sippen übereinstimmend rechtwinklig. Die beiden Sippen erweisen sich daher als morphologisch zwar sehr ähnlich, aber bei genauem Vergleich von Standardmaterial doch abtrennbar.

Dagegen kann *S. dubronensis* von *S. collina* und *S. danubialis* gut unterschieden werden: Gegenüber *S. danubialis* weicht *S. dubronensis* in sieben von 13 Merkmalen (Blattumfang, Blattlänge, Blattbreite, Winkel der Blattbasis, Zahnhöhe, Anzahl der Blattnerven, spezifische Trockenmasse) signifikant ab. *S. dubronensis* zeigte im Vergleich außerdem deutlich größere

Tab. 4: Vergleich der Allele von *S. dubronensis*, *S. eminentiformis*, *S. danubialis* und *S. collina*.

Art	Probe	Genort 1 CH01F02	Genort 2 CH02D11	Genort 3 MSS5	Genort 4 MSS13	Genort 5 MSS16
<i>S. dubronensis</i>	K1	209 213 219 221	169 171 200	145 147 153	213 215	178 180
<i>S. dubronensis</i>	K16	209 213 221	169 171 200	145 147 153	213 215	178 180
<i>S. eminentiformis</i>	Z1	209 213 219	171 190 215	133 145	213 216	178 182 185
<i>S. eminentiformis</i>	Z2	209 215 219 221	171 190 206 214	145 149 153 155	215 218	178
<i>S. collina</i> *		215 219 221	171 194 214 227	133 145 157	216 222	178 182 191
<i>S. danubialis</i> *		209 215	171	133 145 147	213 215 223	178 180 182

*aus FEULNER et al. (2017)

Blätter als *S. danubialis*, außerdem sind bei ihr die Blättzähne nicht wie bei *S. danubialis* aus der Ebene verdreht, wodurch der Blattrand bei *S. danubialis* gewellt wirkt. Gegenüber *S. collina* war *S. dubronensis* durch ihre vergleichsweise großen, lanzettlich rhombischen, durchweg zugespitzten Blätter von den umgekehrt eiförmigen, wesentlich geringer zugespitzten Blättern von *S. collina* leicht abtrennbar. Die breiteste Blattstelle liegt bei *S. dubronensis* deutlich zur Blattbasis verschoben, während bei *S. collina* die breiteste Blattstelle in der Mitte des Blattes liegt. Weiterhin zeigt *Sorbus dubronensis* einen deutlich spitzeren Winkel an der Blattbasis, tiefere Positionen der maximalen Einschnitte am Blatt, größere Zahnbreite und Anzahl der Nerven. Auch bei der Position der tiefsten Einschnitte ergaben sich deutliche Unterschiede: sie lagen bei *S. collina* etwa im oberen Fünftel des Blattes, während sie bei *S. dubronensis* deutlich tiefer lagen. Während die Blattspitze von *S. dubronensis* gerade zuläuft, zugespitzt ist, läuft sie bei *S. collina* bogenförmig stumpf zu und wird meistens von einem sehr kleinen Spitzchen gekrönt.

3.3 Genetischer Vergleich von *S. dubronensis* mit *S. eminentiformis*, *S. danubialis* und *S. collina*

Hier werden die Allelmuster der Mikrosatelliten der behandelten Arten der Untergattung *Aria* verglichen. Dabei unterscheiden sich die Mikrosatelliten von *S. dubronensis* ($n=15$) von denen von *S. eminentiformis*, die durch zwei genetisch uneinheitliche Herkünfte vertreten wird, vor allem am Genort 2 recht deutlich. Die Allele 169 und 200 kommen nur bei *S. dubronensis* vor. Auch zu *S. collina* und zu *S. danubialis* gibt es deutliche Allel-Unterschiede. Die Allelmuster von *S. dubronensis* zeigen nur in zwei Fällen eine Allelmutation im Genort 1; hier fehlt in der Population Holzkirchen ein Allel. Die genetischen Untersuchungen für *S. dubronensis* und *S. eminentiformis* erfolgten mittels fünf Mikrosatellitenmarkern an der Uni Bayreuth. Zur Methodenbeschreibung siehe FEULNER et al. (2017).

4 Diskussion

Die tetraploiden *Aria*-Sippen *S. dubronensis* und *S. eminentiformis* sind voneinander und von den weiteren tetraploiden *Aria*-Sippen Süddeutschlands morphologisch und genetisch gut ab-

trennbar. Angesichts ihrer morphologischen und genetischen Ähnlichkeit kann eine Entstehung der polyploiden mitteleuropäischen und britischen *Aria*-Formen aus gemeinsamen Vorfahren nicht ausgeschlossen werden. Bei der Suche nach ihrer Herkunft oder Bildungsgebiet rücken so neben den in Mitteleuropa aus historischen Gründen hauptsächlich im Fokus stehenden *Aria*-Formen Ost- und Südosteuropas auch West- und Südwesteuropa als mögliche Herkunft stärker ins Blickfeld. Neue Untersuchungen (FEULNER et al. 2019) eröffnen zudem den Blick auf eine denkbare regionale Entstehung tetraploider Formen direkt aus diploider *Aria*: eine Kombination regionaler und südosteuropäischer Genome aus diploider *S. aria* wäre demnach in der Lage, die genetische Struktur von *S. dubronensis*, soweit sie bekannt ist, zu 100% nachzubilden. Aktuelle Vorkommen von *S. aria* zeigen allerdings keine Ähnlichkeit mit der Blatt- und Fruchtmorphologie der tetraploiden Sippen. So kann zwar die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass *S. dubronensis* aus entsprechend stark voneinander abweichenden diploiden *S. aria*-Populationen entstanden sein kann, wird aber durch die Morphologie nicht unterstützt. Außerdem ist nicht schlüssig, weshalb die tetraploiden Sippen *S. dubronensis*, *S. danubialis* und in Teilgebieten auch *S. collina* aktuell nicht mehr sympatrisch mit den diploiden Ausgangsformen sein sollten.

5 Neubeschreibung von *S. dubronensis*

S. dubronensis, die hier neu beschriebene Art, wurde bekannt aus den Muschelkalkhügeln Nordbadens und des südlichsten Unterfrankens. In diesem Bereich vertritt sie die Untergattung *Aria* allein, vergesellschaftet mit *S. domestica*, *Sorbus torminalis* und einigen agamospermen Hybriden zwischen *Aria* und *Sorbus torminalis*. Als erster bewusster Finder der Art kann Ruprecht Düll gelten, der Autor der ersten modernen Übersicht zu *Sorbus*-Formen Bayerns und Thüringens (DÜLL 1961). Düll hatte um 1961 aus dem unteren Muschelkalk bei Holzkirchen im Landkreis Würzburg Herbarbelege auf den Scheden als *S. graeca* beschriftet (M und STU, siehe Fundorte). Eine Durchsicht des Herbars von Theo Müller ergab ebenfalls Belege der Art aus dem Taubergebiet (siehe Fundorte). Bei einer Biotopkartierung im Süden des Landkreises Würzburg 1995 stieß der Erstautor um Helmstadt an mehreren Stellen auf eine derbbblätterige *Aria*-Sippe mit dunkelroten, breitrunden Früchten, die sich als eigenständig, morphologisch einheitlich und tetraploid erwies (GREGOR & PAULE 2021) und den Belegen Dülls und Müllers entsprach. Besonders einprägsam war der Besuch des NSGs Homburger Kallmuth, das eine stattliche Population aufweist. Im Auftrag der Landschaftspflegeverbände der Landkreise Würzburg und Main-Spessart zusammen mit Meierott in den Jahren 2003 und 2008 durchgeführte Untersuchungen zu *Sorbus* ergaben weitere Vorkommen im Grenzbereich zu Baden.

Sorbus dubronensis N.MEY., FEULNER & T.C.G.RICH, sp. nov.

Holotype: Germany, Bavaria, Lower Franconia, nature preservation area ‘Homburger Kallmuth’. The type tree is located at the upper edge of the slope, adjacent to a planted black pine forest to the South and west of a field on the upper plain that has fallen fallow, at 280 m a.s.l., 4329064,41 N, 5521218,14 E (Gauß-Krüger 12°); leg. 25.06.2020, *Norbert Meyer s.n.* (holotype M, isotypes STU, Herbarium N. Meyer).

Description: Shrub or small tree up to a height of 10 m. Bark grey to dark grey, smooth when young. Twigs brownish-grey, tomentose when young, glabrescent when mature. Buds ovoid, pointed; scales green, glabrescent, with narrow brown sparsely tomentose margins. Leaves generally simple, leathery, upper side sparsely tomentose when young, when older dark green, somewhat glossy, evenly silvery

grey-tomentose on lower surface; lamina oval to broadly lanceolate, with 10–11 veins on each side and the third veins at an angle of $30\text{--}40(45)^\circ$ to the mid rib, petiole (13)16–20(22) mm long, tomentose. Central leaves on short shoots 9–10 cm long and about 7 cm wide, roughly 1.4 times as long as wide, widest at (45)50–60% of the lamina length (from the base), with straightly pointed apex with an angle of $140\text{--}160^\circ$, cuneate to broadly cuneate at base, with a basic angle of $(80)90\text{--}100^\circ$, flat at margins, regularly double serrate, with acute teeth terminating the main veins, with (4)5–6(7) teeth between the 2nd and 3rd main veins from the base, with incision between the 2nd and the 3rd main vein from the base 2–3 mm. Inflorescence compact, convex, with tomentose branchlets. Sepals triangular, acute, tomentose on both surfaces, with lateral edges of 3 mm and 2 mm width at the base; sepals at the base with long woolly hairs at the edges, woven into those of the next sepal, the angle between thus looking somewhat rounded, patent at flowering, persistent, erect and dry at fruiting. Petals (6.0)6.5–7.5(8.0) mm long and (4.0)4.5–5.0(5.5) mm wide, broadly elliptical, concave, white, patent, tomentose at base of upper surface, the hairs covering up to 50% of the petal surface, glabrous on lower surface, with a short claw. Stamens ca 20; anthers pale yellow. Ovary semi-inferior. Styles 2, half way connate and tomentose at base. Fruit subglobose, (10)11–12(13) mm long and (12.0)12.5–14.5(15.0) mm wide, always wider than long, dark red when ripe, with tomentose hairs at top and base, otherwise usually glabrescent, glossy, with evenly spread lenticels; Seeds fuscous, dotted. DNA ploidy level: tetraploid (inferred using flow cytometry). Reproduction probably mainly apomictic, considering sympatric triploid hybrids with *S. torminalis* certainly also sexual. Flowering IV–V, ripe fruits available from mid-September.

Locus classicus: Deutschland, Bayern, Unterfranken, Naturschutzgebiet ‘Homburger Kallmuth’. Der Typusbaum steht bei 280 m über dem Meeresspiegel bei 4329064,41 N, 5521218,14 E (Gauß-Krüger 12°) an der Hangkante etwas nördlich eines Schwarzkiefernforstes am Westrand eines ostwärts anschließenden brachliegenden Feldes.

Der Kallmuth stellt eine westexponierte Kalkklippe im Unteren Muschelkalk am Rande des Maintals zwischen Homburg und Lengfurt dar und bildet einen etwa 100 m hohen Prallhang zum Main. Hier wächst die Art als Pioniergebüsch am oberen Rand einer sonst weitgehend offenen *Sesleria*-Rutschhalde aus Felsbändern und mergeligen Schuttpartien oberhalb der Weinberge. Der Typusbush befindet sich westlich eines Brachfeldes an der Abbruchkante zum Steilhang und kurz nördlich eines Schwarzkiefernforsts. Ein größerer Bestand der Art findet sich im Waldkiefernwäldchen sympatrisch mit Badischer Mehlbeere (*S. badensis*) und Weißdorn östlich des Fußwegs entlang der Steilkante bergab am Nordhang, der zum Steinbruch weiter nördlich hinabführt. Weitere Büsche sind am ganzen Abbruchrand verteilt sowie als Unterwuchs in den angrenzenden Kiefernforsten.

Beschreibung: Strauch oder kleiner Baum bis 10 m Höhe. Rinde grau bis dunkelgrau, in der Jugend glatt. Zweige graubraun, diesjährig behaart, verkahlend. Knospen eiförmig, zugespitzt, Schuppen grün, verkahlend, klebrig, mit schmalem braunem Rand. Blätter allgemein einfach, ledrig, oberseits jung graufilzig, später dunkelgrün, etwas glänzend, unterseits gleichmäßig dicht weißgrau filzig, oval bis breitlanzettlich, mit 10–11 Blattnerven auf jeder Seite und einem Winkel des dritten Nervs mit der Mittelrippe bei $30\text{--}40(45)^\circ$; Blattstiele (13)16–20(22) mm lang, filzig. Am Kurztrieb Blattspreiten zugespitzt breit lanzettlich bis rundlich-rhombisch mit gerader oder etwas zugespitzter Spitze. Blattabmessungen am Kurztrieb 9–10 cm lang und um 7 cm breit, um 1,4 mal so lang wie breit, an breitesten um $(45\text{--}50)\text{--}(60)\%$ der Spreitenlänge, von der Basis gesehen, mit gerade zugespitzter Blattspitze mit einem Winkel von $140\text{--}160^\circ$, an der Basis keilig bis breit keilig mit einem Basiswinkel um $(80)90\text{--}100^\circ$, mit flachen Rändern; Zähnung gleichmäßig doppelt, mit den größten Zähnen am Ende der Hauptnerve; mit (4)5–6(7) Zähnen zwischen dem zweiten und dritten Hauptnerv von unten; dabei der Einschnitt zwi-

schen zweitem und drittem Hauptnerv 2–3 mm. Blütenstand kompakt, konvex, mit filzigen Ästen. Kelche dreieckig, spitz, beiderseits filzig, mit 3 mm Seitenlänge und 2 mm Breite an der Basis; Kelchblätter durch lange Randhaare mit dem Nachbarblatt verzahnt, die Bucht dazwischen dadurch abgerundet wirkend; Kelch während der Blüte ausgebreitet, bis zum Ende aufgerichtet, bleibend, an der Frucht später zusammengelegt, trocken. Kronblätter (6,0)6,5–7,5(8,0) mm lang und (4,0)4,5–5,0(5,5) mm breit, breit elliptisch, konkav, weiß, ausgebreitet, mit an der Basis entspringenden, wolligen Haaren auf der Oberseite, unterwärts kahl, mit kurzem Nagel. Staubfäden 20; Antheren blass gelb. Fruchtknoten halb unterständig, mit zwei teilweise verwachsenen, an der Basis behaarten, sonst kahlen Griffeln. Früchte rundlich, (10)11–12(13) mm lang und (12,0)12,5–14,5(15,0) mm breit, stets breiter als lang, reif dunkelrot, am Stiel und um den Kelch filzig, sonst üblicherweise kahl, matt oder glänzend, mit gleichmäßig verteilten Lentizellen. Samen bräunlich, gestrichelt. DNA-Ploidiestufe: tetraploid. Reproduktion vermutlich vorwiegend agamosperm, angesichts der sympatrischen, triploiden Hybriden mit *S. torminalis* im Areal sicherlich auch sexuell. Blütezeit IV–V, ab Mitte September Früchte reifend.

Namensgebung: Das Verbreitungsgebiet von *S. dubronensis* deckt sich im Wesentlichen mit dem Einzugsgebiet des Flusses Tauber, dessen Name keltischen Ursprungs und von ‚dubron‘, dahineilendes Wasser abgeleitet sein soll. Die ersten schriftlichen Erwähnungen finden sich in *tubrigowe* sowie *du-bragoe*, was jeweils Taubergau bedeutet. Als deutscher Name wird wegen der Verbreitung der Art „Taubermehlbeere“ vorgeschlagen.

Ökologie: *Sorbus dubronensis* bevorzugt offene oder lichte Habitate wie Felskanten, felsdurchsetzte Hänge und Kuppen, besonnte Waldränder, lichte Wälder, gern mit Kiefernbestockung, Waldwegränder und Waldlichtungen. Die Bäume wachsen auf basenreichem Substrat des Unteren Muschelkalks und seinen Verwitterungsböden und besiedeln kaum Sekundärlebensräume wie Hecken oder Pioniergebüsche. Alle Vorkommen liegen bisher im niedrigen Hüggelland bei Höhen zwischen 220 m (Kallmuth) und 410 m (Weißer Kies) über Meereshöhe.

Verbreitung und Populationsgröße: *Sorbus dubronensis* ist endemisch für das Tauber-Gebiet in Nordbaden und das angrenzende Unterfranken. Die Zahl der Individuen wird grob auf etwa 1000 Büsche geschätzt. Die größte Population auf Bayerischer Seite befindet sich im Naturschutzgebiet Homburger Kallmuth. Der Hauptteil des Areals von *S. dubronensis* liegt aber im Taubergebiet um Tauberbischofsheim und erstreckt sich von dort ein Stück Richtung Südwesten entlang der Vorkommen des Unteren Muschelkalks, auf den die Art anscheinend weitgehend beschränkt ist. Die Verbreitung der Art in Baden-Württemberg wird im mehrbändigen Standardwerk „Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs“ (PHILIPPI et al. 1992) gut dargestellt und nimmt vermutlich in der Karte für *Sorbus aria* das gesamte dort dargestellte nördöstliche Teilareal ein. Als Schwerpunkt der Vorkommen ist eine Zone westlich Tauberbischofsheim bis über Kilsheim hinaus zu konstatieren. Von dort aus nimmt die Dichte und Stückzahl der Vorkommen in allen anderen Richtungen rasch ab. Die von den Autoren selbst oder als Herbarbelege gesehenen Vorkommen sowie von den baden-württembergischen Fachkollegen beigesteuerten Angaben gehen aus der Liste der Fundorte hervor. Die gesamte Erstreckung nach Westen und Süden ist noch nicht ausreichend erforscht. Nach Osten ist sie durch die dort angrenzenden Gäuplatten begrenzt. Auf bayerischer Seite ist die Arealgrenze durch eine Untersuchung von 2008 recht genau erhoben.

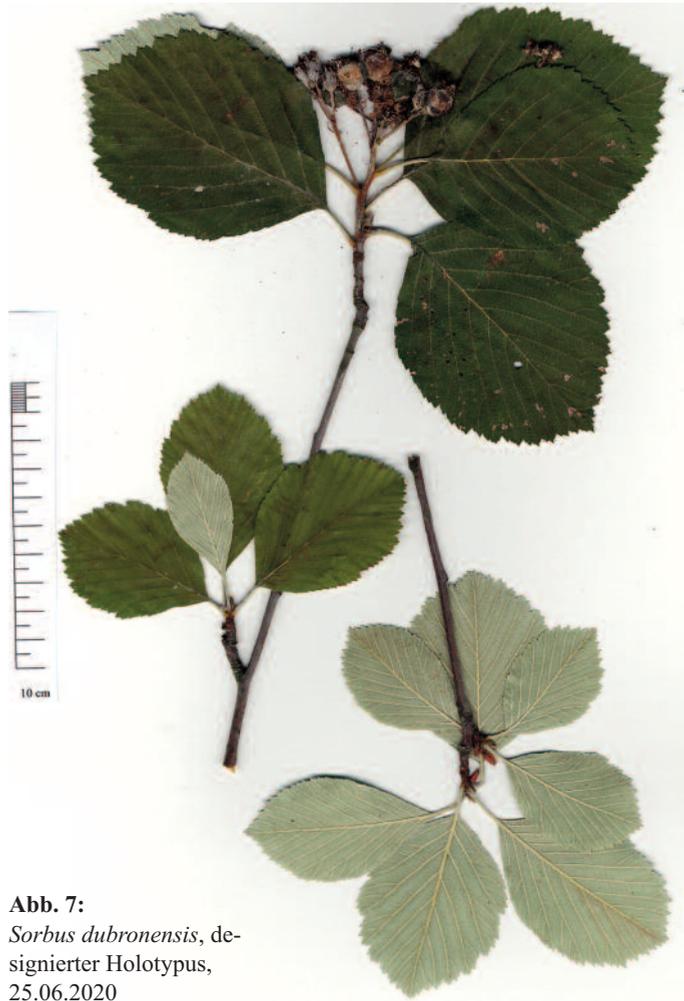


Abb. 7:
Sorbus dubronensis, de-
 signierter Holotypus,
 25.06.2020

Im Areal von *S. dubronensis* auf der badischen und der unterfränkischen Seite der Landesgrenze finden sich nach heutigem Kenntnisstand keine Wildvorkommen von *S. aria* s.str. So scheint *S. dubronensis*, soweit bisher bekannt, ein isoliertes Areal zu besitzen, in dem sie der einzige Vertreter der Untergattung *Aria* ist, wenn man von einzelnen Bäumen kultivierter *S. aria* s.str. an Straßenrändern, in Gärten und Parks etc. absieht. In Unterfranken liegen zwischen den nördlichsten Fundpunkten von *S. dubronensis* am Südrand der Landkreise Main-Spessart und Würzburg und dem Beginn des Areals von *S. aria* weiter nördlich wenige Kilometer Hügelland ohne Vorkommen von Subgenus *Aria*. In diesem Streifen wird die Gattung *Sorbus* vollständig durch *S. torminalis*, *S. domestica* und *S. badensis* vertreten. Das badische Taubergebiet um Tauberbischofsheim südlich der Landesgrenze ist ringsum von Keuperlandschaften wie der Hohenloher Ebene und dem Schwäbisch-Fränkischen Wald umgeben, die völlig frei von Wildvorkommen des Subgenus *Aria* sind. Erst auf den Jurakalken der Schwäbischen Alb findet sich mit *S. aria* s.str. wieder ein Vertreter des Subgenus *Aria*.

5.1 Bisher bekannte Fundorte von *S. dubronensis*, Auswahl

S. dubronensis ist in seinem Areal keineswegs flächig verteilt, sondern eher zerstreut und entlang linearer Strukturen. Die Vorkommen liegen gehäuft an edaphisch günstigen Stellen an Hangoberkanten, an Waldrändern aller Expositionen oder auf Kuppen. Es werden pro TK-Quadrant die von den Autoren gesehenen und belegten Angaben sowie gesehene Stellen von Hammel und Haynold, außerdem die Ergebnisse der Herbarauswertungen in STU, M, im Privatherbar Bresinsky, im Nachlass von Konrad Gauckler sowie in den Privatherbarien Theo Müller, Franz Dunkel und Lenz Meierott angegeben. In Summe ist eine repräsentative Auswahl der Belege dargestellt. Zweifellos kann das Areal durch Nachsuche und Überprüfung weiterer Angaben noch erweitert werden. Dies gilt vor allem für die hier nicht abgedeckten Ergebnisse der Floristischen Kartierung Baden-Württembergs. Letztlich steht der Untere Muschelkalk bis auf Höhe Stuttgart und darüber hinaus als Geländekante an und könnte überall besiedelt sein.

6123/4: Lengfurt, Kallmuth, Meierott 26.5.1973 - Se Lengfurt, NW-Abhang Kalmut, Meierott 11.8.2013 Nr. 13/868a, b (Mt) - Triefenstein: Kiefernwald am Hübschenberg, Resseguier 2.7.2010 - Kiefernwald am Hübschenberg, Dunkel – Homburger Höhe e Str. Lengfurt, Meyer 7.8.2008 - Nordhang Kallmuth bei Lengfurt, Meyer 1.8.2014 - Teufel und Insberg nördlich Erlenbach, Meyer 5.8.2008, Locksberg n Lengfurt Meyer 6.8.2008 - Homburger Höhe, Hiebbühl, Hübschenberg, Meyer 5.8.2008 - Eichholz und Steffesrain nordöstlich Erlenbach, Meyer 6.8.2008 – **6124/3:** nordwestlicher Waldrand Alter Berg ne Remlingen, Meyer 24.8.2002 – **6222/4:** Hegwald, Schneider 29.06.2011 – Dellengraben, Schneider 30.04.2011 – **6223/2:** 1,5 km SE Dertingen am Nordhang nahe Straße nach Lindelbach im lichten Wald, Düll 5.1961 - Steigerholz n Kembach, Meyer 20.7.2013 - Steigerholz n Dietenhan, Engelhardt 19.09.2012 - Triefenstein, Südrand des Mutterhaus-Waldes w Homburg, Dunkel - Triefenstein: Südrand des Mutterhaus-Waldes w Homburg, Resseguier 4.7.2010 - Müdershausen-Flücher-Hallenknopf südlich Homburg, Meyer 5.8.2008 – Remlingen, Rand der Waldwiese am Hochberg, Dunkel – **6223/3:** südlich von Urphar, im Waldgebiet Kleesberg und Trappenhart, Haynold – Kimmelholz, Meyer 5.8.2008 – **6223/4:** Muschelkalkhang bei Böttigheim/Ufr. (0,5km ostwärts), Gauckler 10.6.1964 - Elsberg nordöstlich Böttigheim, Westrand des offenen Hanges zum Kiefernwald hin, Meyer 2001 - West-Plateau Wurmberg, Meierott 28.6.2013 (Mt 13/459), n Böttigheim, S-Plateau Wurmberg, Meierott 28.6.2013 (Mt 13/455) - südlich von Urphar, im Waldgebiet Kleesberg und Trappenhart, Haynold – Alter Steinbruch auf dem Rainberg, Meyer 2001 – **6224/1:** Westrand des Waldes Röthe n' der Autobahn n' Helmstadt, Meyer 2001 - Sesselsberg Südrand, reichlich, Meyer 2001 - Südostrand des Gehölzes am Rotenberg, auch im Wäldchen auf der Hügelkuppe, Meyer 2001 - Mühlholz ne' Holzkirchen, Südrand, 1 Strauch, Meyer 2001 - Rotenberg, Waldrand am NW-Hang, Dunkel - Rotenberg, Gipfel und Südsaum, Meyer 25.6.2011 - 1,2 östlich Holzkirchen, Str. s Grasholz, Meierott 15.7.2008 – **6224/3:** Im Hart nördlich Neubrunn (Waldrand nördlich des Allersbergs, nahe der Straße), Meyer 2001 – Waldrand Gläserne Pauken südlich des Elsbergs, Meyer 2001 - Alter Mäusberg n' Neubrunn, südlich der Straße, Meyer 2001 - Steinbruchsrand im Wald se Böttigheim, Landesgrenze, Meyer 2001 - Elsberg südlich Neubrunn, Meyer 2001 - Ameisberg, Nordrand, zwischen Helmstadt und Neubrunn, Meyer 22.5.2002 - Elsberg ne Böttigheim, Meierott 10.6.2015 (Mt 15/198, 200, 201) – **6322/4:** Hardheim (Neckar-Odenwald-Kreis), Sonnberger 08.05.2003 – Kreuzberg, Schneider 13.05.2011 - Hardheim, Weißer Kies, Sonnberger 10.05.2003 - n Hardheim, nö Rüdental, Sonnberger 08.05.2003 – Honerthütte, Schneider 29.04.2011 - Hardheim, Weißer Kies, Schneider 23.08.2011 - Bannholz, Gde. Hardheim (Bannholz Nord), Schneider 13.07.2013 - Höpfingen südl. Ziegelei, Schneider 25.09.2012, Hardheim, NO Schmalberg (Schmalberg östl. Kaserne), Schneider 22.06.2013 - Wacholderheide Wurmberg und Brücklein (NSG Wurmberg Steinbruch), Dietz, Dietz, Schneider 12.08.2013 – **6323/1:** Übungsplatz Kilsheim Nordrand, Meyer 29.9.2012 - Kokstannen N Kilsheim, Engelhardt 14.09.2012 - Kapellenberg NW Uissigheim, Engelhardt 05.08.2014 - 0,8 km n Kilsheim Waldsaum, Meierott 29.9.2012 (Mt 12/1203) - 2 km s Kilsheim, Rand Stoübpl., Meierott 29.9.2012 (Mt 12/1195) - 1,5 km s Kilsheim, Rand Stoübpl., Meierott 29.9.2012 (Mt 12/1188)

- **6323/2:** Unterer Rand eines verbuschenden Hanges beim Wolfental, Meyer2001 - Dreieckiges Feldgehölz nördlich Sportplatz sw Böttigheim am wegbegleiteten Südrand, Meyer 2001, - Waldrand des Odenfirsts am Weg zum darunter liegenden Magerrasenhang, Meyer 2001 - Kapf N Werbach, Engelhardt 19.09.2012 - Kahlberg NW Hochhausen, Engelhardt 15.08.2013 – Apfelberg bei Gamburg SW-Ecke Apfelberg, Engelhardt 05.08.2014, Meyer 19.8.2012 Meierott 14.9.2012 (Mt 12/1157, 1159, 1162, 1163), Düll 20.5.1964 - NSG Apfelberg, Main-Tauber-Kreis, 350m NN, Bresinsky 19.9.1981 - **6323/3:** Buschberg nw Königsheim, Meierott 21.7.1984 - Birkig/Dienstadt Main-Tauber-Kreis, 320 m NN, Bresinsky 9.9.81 - NSG Langenfeld, Main-Tauber-Kreis, 360m NN, Bresinsky 19.9.81 - **6323/4:** Straßenrand s Eisersheim, Meyer 13.7.2015 - Hunsenberg W Impfingen, Engelhardt 18.09.2012 - NSG Hunsenberg W Impfingen, Engelhardt 12.05.2014 - NSG “Haigergrund” NW Königsheim, Engelhardt 19.09.2012 - **6324/1:** Im Auweh südöstlich Neubrunn, Waldrand ober gezäumtem Magerrasen, Meyer 2001 - Schwabengrund, im Auweh, 23.8.2003 - 3 km se Neubrunn, Saum, Schwabengrund, Meierott 9.7.2012 (Mt 12/674) - nördlich Brunntal, wenig, Haynold – **6421/4:** n-exp. Hang beim „Kaltenberg“ N: Bödigheim, Düll 20.5.1964 - Bödigheim, N-exponierter Hang beim “Kaltenberg”, Düll 20.5.1964 – **6422/2:** Bretzingen, Gde. Hardheim, Steinich (Bretzingen Steinich, Schneider29.09.2015 - Hardheim, Hüttenberg (Hüttenberg), Schneider 08.06.2016 – **6422/3:** Ochsenberg N Rinschheim, Philippi 1986 – **6423/1:** Pülfingen (Scherenberg, Ebene), Schneider 27.10.2016 - **6423/2:** Dittwar, Brennhölze, Eichenwald, Hammel, Hammel 18.08.2018 - **6423/4:** In der unteren rechten Ecke des TK auf dem Hügel nördlich Schweigern, Haynold - **6424/1:** südlich Oberlauda, Haynold – **6424/3:** Mehlberg bei Unterbalbach, Philippi 1989 - NSG Birkenberg bei Edelfingen, Säglitz 1994 - Bläßberg NW Edelfingen, Seybold 07.05.1987 - Mehlberg W Unterbalbach, Wörz 13.08.2008 - südlichster Teil des NSG Ringelstaler-Weinhalde Südhang Muschelkalk, Weckesser 19.05.2010 – am Sportplatz Unterschüpf, Haynold - Westhänge nördlich Dainbach, Haynold – **6521/2:** Buchen, Kaltenberg, Kiefern-Mischwald, Hammel & Hammel - Im Trieb ca. 1,5 km SW Bödigheim, Waldweg, lichter Kiefern-mischbestand, einige Bäume, Hammel 24.9.2016 - Bödigheim, Muggensturm, Waldweg, Hammel & Hammel 26.06.2017 – **6524/1:** Schüpferloh bei Mergentheim, Seybold 5.1994 - Unterer Bürgerwald W Mergentheim, Seybold 11.05.1994 - oberhalb Dainbach, Haynold - südwärts Dainbach an den Westhängen bis Üttingshof, Haynold - Oberhalb der 180-Grad-Kurve von Bad Mergentheim nach Schweigern, im Wald nördlich davon (Unterer Bürgerwald), Haynold.

5.2 Verbreitungskarte von *S. dubronensis* auf TK-Rasterbasis

Diese Rasterkarte zeigt eine Übersicht der bisher bekannt gewordenen Verteilung von *S. dubronensis* auf Rasterbasis nach Messtischblatt/Quadranten der topographischen Karten (Messtischblätter) im Maßstab 1:25.000. Die von den Verfassern oder von korrespondierenden Kollegen durch Sicht oder Herbarbelege verifizierten Rasterfelder werden dabei fett dargestellt und beige hinterlegt. Rasterfelder mit Angaben zu *Aria* aus den Rasterkartierungen oder anderen Quellen ohne Fundort werden grau hinterlegt und haben unfette Quadrantenzahlen. Sie bedürfen der Überprüfung, ebenso wie weitere Angaben in der Online-Flora von BW. Das vorläufige Ergebnis ist eine Verbreitung über 26 Mtb-Quadranten in 15 Messtischblättern. *Sorbus dubronensis* ist folglich ein badisch-bayerischer Regionalendemit des Unteren Muschelkalks.

Hybriden: Mangels Alternativen ist *S. dubronensis* der Hauptkandidat für die Elternschaft bei den zahlreichen triploiden apomiktischen Hybriden der Formel *S. aria-torminalis* in Nordbaden und Unterfranken (HAMMEL et al. Z.B. 2014, 2015, GREGOR & PAULE 2020). Bemerkenswert ist, dass in großen Teilen des Muschelkalks der bayerischen Landkreise Main-Spessart und Würzburg mehrere polyploide endemische *S. torminalis*-Hybriden verbreitet sind. Nach bisheriger Beobachtung wachsen in diesem Bereich entweder keine Vertreter des Subgenus *Aria*, oder es handelt sich um diploid-sexuelle *S. aria*. Die nicht selten vorhandenen kleinblättrigen *S. aria* mit

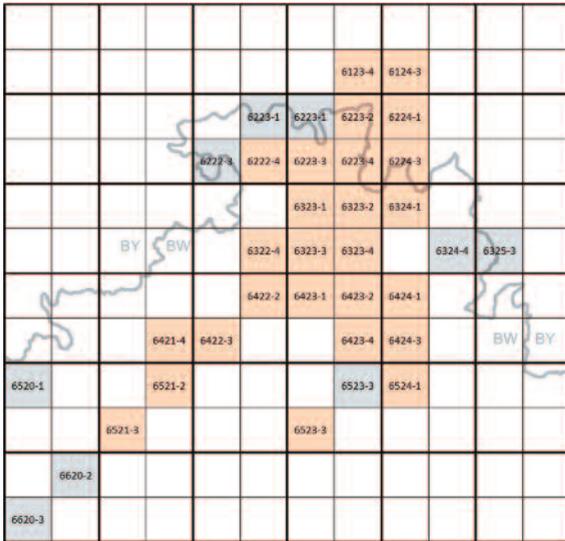


Abb. 8: Vorläufige Verbreitungskarte von *S. dubronensis* als TK-Quadrantenraaster (orange Felder durch Herbarbeleg abgesichert).

kursionsflora von Deutschland, kritischer Ergänzungsband, 11. Auflage (2016). *Sorbus dubronensis* ist dort unter „*S. graeca* s.l.“ ausgeschüsselt; ein zentrales Kurztriebblatt ist auf S. 123 unter „*S. graeca* „Kalmut“ als Abb. 6 abgebildet.

derben, armnervigen Blättern wurden zwar von N. Meyer und L. Meierott lange als „*S. pannonica*“ kartiert, erwiesen sich aber bei Ploidiebestimmungen bisher stets als diploid.

Als Besonderheit wurde von den beiden ersten Autoren 2019 im Weißen Kies (TK 6322-4) ein Busch entdeckt, der mutmaßlich eine Rückkreuzung einer Hybride aus *S. dubronensis-torminalis* mit dem einen Elter *S. dubronensis* darstellt. Solche Rückkreuzungen entstehen vermutlich aus der Bestäubung einer triploiden, unreduzierten Eizelle der Hybride mit diploidem Pollen der *Aria*-Sippe.

Abbildungen in der Literatur: Eine Abbildung eines mittleren Kurztriebblattes findet sich im Rothmalers, Ex-

5.3 Vorläufiger Schlüssel für die Untergattung *Aria* in Süddeutschland

Zur Beurteilung der Blattmerkmale und -größe sollen mittlere Blätter steriler Kurztriebe hergenommen werden. Zur sicheren Unterscheidung muss ausreichend gesammelt werden. Einzelblätter sind oft ungeeignet.

- 1 Blätter (6)7–14(15) cm lg. Blattspreiten dünn od. erst im Spätsommer etwas derb, nach dem Pflücken rasch welkend, mit (8)10–13(15) Nervenpaaren. Blattstiel nicht auffällig derb, Blattnerve unterseits nicht auffällig hervortretend. Früchte blassrot, umgekehrt eiförmig bis eiförmig, länger als breit. Blattschnitt zwischen den Individuen oft auffällig variabel, meist eiförmig-lanzettlich bis elliptisch, zugespitzt oder stumpf, in der Mitte am breitesten, am Spreitengrund abgerundet bis breit keilig verschmälert, Blattrand einfach bis periodisch gezähnt oder schwach gelappt. Blättzähne schmal, so lg wie breit oder länger als breit. Im Alter baumförmiger, einschäftiger Wuchs. Wuchshöhe 3,00–15,00m. Blüte Anfang Mai (Flachland) bis Mitte Juni (Höhenlagen). $2n=34$
 **Gewöhnliche Mehlbeere – *S. aria* (L.) Crantz s.str.**
- 1* Blätter bald ledrig-derb, nach dem Pflücken länger formstabil, nur langsam welkend, mit 7–11 Nervenpaaren, diese unterseits deutlich hervortretend. Blattstiel derb, kurz. Früchte tiefrot, kugelig bis breiter als lang, also apfelförmig. Blattschnitt umgekehrt eiförmig, elliptisch, rautenförmig oder rundlich, stumpf oder kurz zugespitzt, in der Mitte oder im vorderen Drittel am breitesten, am Spreitengrund keilig bis breit keilig verschmälert, Sprei-

- tengrund im untersten Viertel oder bis zur Hälfte ganzrandig. Blattzähne so lang wie breit oder breiter. Wuchsform vorwiegend buschförmig oder als mehrstämmiger Baumstrauch. $2n=68$ 2
- 2 Blätter breit elliptisch, fast kreisförmig bis abgerundet rhombisch, 7,0–8,5 × 6,0–6,5 cm, mit 8–10 Nervenpaaren, beiderseits breit keilfg (um 120°) zugespitzt. Blattrand in der gezähnten Vorderhälfte zur Spitze hin gewellt, dabei grob doppelt gezähnt bis seicht gelappt, Blattstiel 13–16 mm lang. Blütenstand kurz gestielt, daher scheinbar bukettfg auf der Blattrosette des fruchtenden Kurztriebs unterhalb aufliegend. Früchte tiefrot, annähernd kugelig, mit zahlreichen Lentizellen. Reifer Fruchtstand straff aufrecht, nicht überhängend. Anzahl der Früchte um 15. Sträucher oder kleine Bäume. Wuchshöhe 3,00–10,00. Blüte im Mai **Donau-M. – *S. danubialis* (Jáv.) Kárpáti**
- 2* Blätter umgekehrt eifg bis rundlich-eiförmig, wenn rhombisch-kreisfg, dann größer 8,5–11 × 6,5–7,5 cm lang und breit, mit 7–11 Nervenpaaren. Blattrand zur Blattspitze hin flach, nicht gewellt. Blattspitze abgerundet-stumpf od. kurz zugespitzt. Blütenstand eine Scheindolde mit deutlich sichtbaren Stielen über der Blattrosette des fruchtenden Kurztriebs bildend 3
- 3 Blätter verkehrt-eifg oder breit elliptisch bis nahezu rund, dabei zur Blattspitze hin abgerundet und kurz zugespitzt, daher an Tennisschläger erinnernd (Abb. 3), 9–10 × 6,5–7 cm lang, mit 9–11 Nervenpaaren. Blattspitze stumpf bis abgerundet (meist 150°), gelegentlich mit kleiner, aufgesetzter Spitze. Blätter fruchtender Triebe meist durchweg sehr kurz zugespitzt. Blattrand flach in einer Ebene ausgebreitet, zur Blattspitze hin gleichmäßig doppelt bis dreifach gezähnt. Spreitengrund breit keilförmig (90–105°). Blattstiel 16–22 mm lang. Fruchtstand eine abgeflachte Scheindolde, Ø meist 10 cm, reif vom Gewicht der Beeren überhängend. Anzahl der Früchte um 30. Früchte tiefrot, kugelig-apfelförmig (breiter als lang), mit zahlreichen Lentizellen. Vorwiegend mehrstämmige Baumsträucher. Wuchshöhe 3,00–16,00. Blüte im Mai. [*S. pannonica* auct. non Kárpáti; *S. graeca* (Spach) Lodd. ex S.Schauer p.p.; *S. cretica* (Lindl.) Fritsch & Rech. p.p.]
. **Hügel-Mehlbeere – *S. collina* M.Lepší, P.Lepší & N.Mey.**
- 3* Bl breit spießförmig, dabei stets deutlich und gerade zugespitzt, im Umriss nicht an Tennisschläger erinnernd, eher rundlich-elliptisch, dabei angedeutet rautenförmig, darin etwas an *S. danubialis* erinnernd, aber größer und mit flach ausgebreitetem, nicht gewelltem Blattrand, 6–12 cm lg, mit 7–11 Nervenpaaren. Blattränder mit tiefer periodischer Zähnung. Früchte abgeflacht kuglig-apfelfg, mit zerstreuten Lentizellen. Anzahl der Früchte um 20. Früchte tiefrot, kugelig-apfelförmig (breiter als lang), mit zahlreichen Lentizellen. Im Freiland vorwiegend Sträucher, im Bestand auch Bäume. Wuchshöhe 3,00–10,00. Blüte Ende April bis Mitte Mai. [*Sorbus graeca* sensu Düll]
. **Tauber-Mehlbeere – *S. dubronensis* N.Mey., Feulner & T.C.G.Rich**

5.4 Fruchtabbildungen

Die Früchte der drei Arten unterscheiden sich in den Abmessungen, in der Behaarung, der Form oder farblich im direkten Vergleich. Sie variieren aber auch innerhalb einer Art leicht innerhalb eines Fruchtstandes und von Individuum zu Individuum. Nährstoffreicher und frischer stehende Büsche einer Art können größere Früchte haben als trocken-mager stehende Nachbarn der gleichen Art.



S. dubronensis, 12 x 14 mm

S. collina, 10 x 12 mm

S. danubialis, 12 x 12 mm

Abb. 9: Fotos reifer Früchte der drei tetraploiden Sippen, Herbst 2019.

5.5 Vorläufige Verbreitungskarte der Untergattung *Aria* in Süddeutschland

Die Verteilung der vier bislang identifizierten süddeutschen *Aria*-Arten *S. aria*, *S. danubialis*, *S. collina* und *S. dubronensis* nach aktuellem Kenntnisstand wird in der nachfolgenden Übersichtskarte dargestellt. Dies erfolgt auf der Basis einer Arbeitskarte der Zentralstelle Floristische Kartierung, die heute im Netzwerk Phytodiversität Deutschlands e.V. integriert ist. Dabei sind nicht alle Rasternachweise von *S. dubronensis* aktuell durch Herbarbelege abgesichert, siehe graue Rasterfelder in der Rasterkarte (Abb. 10). Bestände von *S. aria* in Thüringen werden nach der Form der verwendeten Rasterpunkte noch als indigen angesehen, solche in Sachsen-Anhalt aber nicht mehr, was noch genauer Überprüfung bedarf. Weitere tetraploide *Aria*-Vorkommen, die hier nicht dargestellt sind, wurden in Baden-Württemberg und auch westlich des Rheins, etwa an der Ahr, der Mosel, der Sauer und Nahe gefunden und teilweise durch durchflusszytometrische Ploidiebestimmung bestätigt.

6 Ausblick

Die Schar der über Europa verteilten tetraploiden Sippen sind einander genetisch und morphologisch recht ähnlich. Es mag Gegenden geben, in welchen die Vielfalt der Formen es schwierig machen wird, die vorhandene Sippenvielfalt zu erfassen und zu unterscheiden. Mitteleuropa gehört bisher anscheinend nicht dazu. Für die Praxis empfiehlt sich gezieltes, großflächiges Absuchen im Zeitraum Mai-Juni, wenn die Arten im frischen Austrieb besonders gut sichtbar sind. Artangaben ohne Beleg sind allerdings von geringer Aussagekraft. Zusendungen von Standardmaterial (zum Verbleib, daher bitte 2 Belege sammeln) sind sehr erwünscht und an die Adresse des Erstautors erbeten.

7 Aspekte des Natur- und Artenschutzes

Die Gattung *Sorbus* enthält in Europa so viele Arten wie die übrigen Baum- und Gebüschgattungen zusammen. Sie sind mithin ein essentieller Bestandteil der Gehölzvielfalt. Dies spiegelt sich aber oft nicht in großen Beständen wider. Was man früher als „*S. graeca*“ oder auch „*S. pannonica*“ aufgefasst hat, erwies sich in Süddeutschland zu geringen Teilen als xeromorphe Formen diploider *S. aria*, konnte aber sonst mehrheitlich auf die drei hier dargestellten tetraploiden Arten aufgeteilt werden.

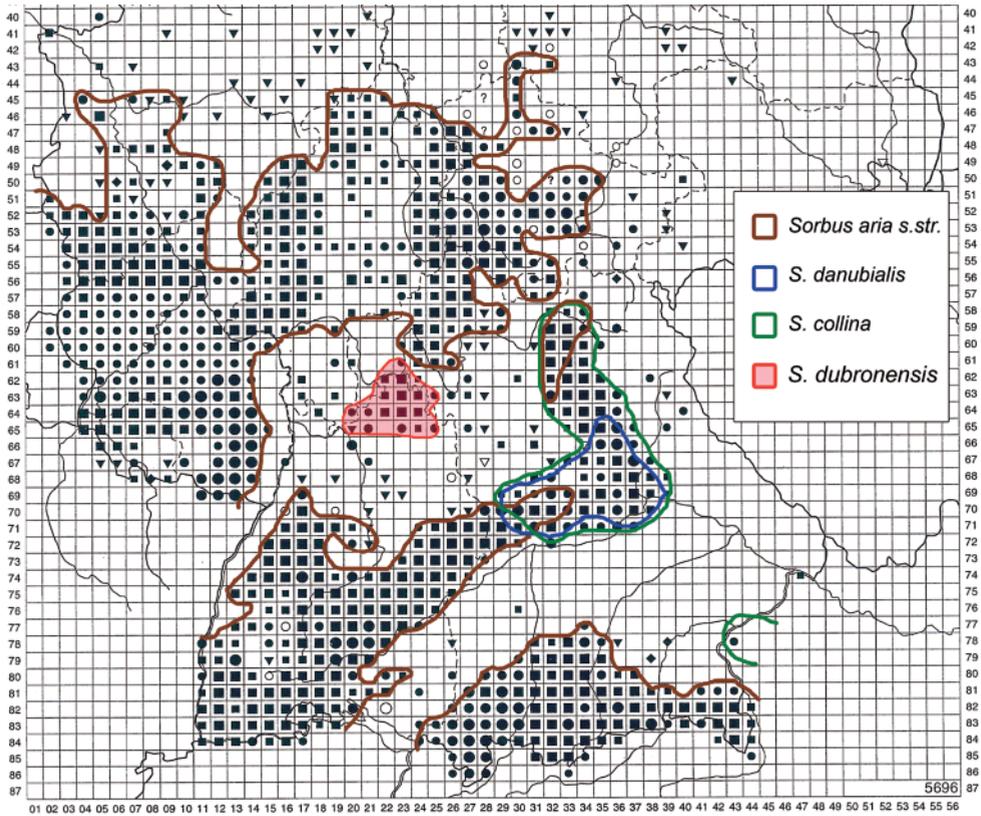


Abb. 10: Verbreitung indigener Vorkommen von *Sorbus* Subgenus *Aria* in Süddeutschland (Kartengrundlage: Zentralstelle Floristische Kartierung 1997).

Ihre Bestände sind – wie die der ganzen Gattung – vermutlich in zurückliegenden Jahrhunderten durch Waldweide und Brennholzgewinnung anthropogen gefördert worden, weil entsprechend genutzte Wälder für lichtliebende *Sorbus*-Arten und Hybriden besiedelbar waren. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wachsen aber diese Niederwälder und Hutungen fast überall und vollständig durch und bilden dabei dichte Altersklassenbestände. Dies sind Folgen des Verbots der Waldweide und der weitgehenden Aufgabe der alten Nutzungsformen Mittel- und Niederwald. Wegen der unvermeidlichen Dickungsphasen enthalten Umwandlungswälder mehrheitlich zumindest temporär keine Gehölzschichten aus Kleinbäumen oder Gebüsch mehr. Klimaxnahe Altbestände, die von ihrer natürlichen Auflockerung her erneut als Refugium für Kleinbäume und Sträucher dienen könnten, sind kaum vorhanden; sie sind durch Übernutzung beerntbarer Bestände praktisch aus der Landschaft verschwunden. Geeignete Bestände werden aus ökonomischen Gründen noch zu wenig und zu kleinflächig aus der Nutzung genommen. Mit *Sorbus* besiedelte Waldsäume, die wegen des dort vermehrten Lichtgenusses oft noch Bestandsreste beherbergen, grenzen in der Regel direkt an Flächen mit intensiver Landwirtschaft an. Sie stehen durch entsprechende Nährstofffracht unter Druck nitrophiler Stauden und Schlagfluren. Grenzen sie an Verkehrswege, droht den ins Licht wachsenden Büschen das

Einkürzen oder der Stockhieb zum Fahrweg hin und die Ausschattung auf der Waldseite. Werden in geschützten Wald-Offenland-Übergangszonen Stockhiebe vorgenommen, werden recht oft die *Sorbus*-Formen mit entfernt. Dies können sie dank ihrer Fähigkeit zum Stockausschlag oft beim ersten Mal überleben, nicht aber bei regelmäßiger Wiederholung. Aktuell sterben kleinflächige Vorkommen vermutlich mangels Fruktifikation ohne Chance zu neuer Etablierung an vielen Stellen aus. Nur Gebiete mit edaphisch bedingten Zonen verminderter Wüchsigkeit der waldbildenden Baumarten bieten ohne menschliches Zutun in geringem Rahmen Refugien für *Sorbi*. Die gut *Sorbus*-verträglichen Kiefernforste, die mit ihrer im Vergleich zu Laubbäumen günstigeren Helligkeitsverteilung und geringerem Wurzeldruck aktuell noch als Habitate für *Sorbi* zur Verfügung stehen, dürften im Rahmen fortschreitender Umwandlung in Laubdickungen durch natürliche Sukzession oder Unterpflanzung mittelfristig wegfallen. Sofern nicht die unter dem Stichwort „Klimawandel“ subsummierten Verluste der letzten beiden Jahre den Kieferbeständen nicht ohnehin ein frühzeitiges Ende bereiten. Die Waldkiefer erwies sich bekanntlich als besonders anfällig gegen die Kombination von Schadorganismen, Trockenheit und Hitze. Ihre Bestände werden nach ihrem Zusammenbruch wohl nicht mehr neu gepflanzt, sondern durch Laubmischungen ersetzt. Zusammenfassend wird daher das Vorkommen der Gattung *Sorbus* in Naturwaldreservaten oder Naturschutzgebieten allein den Rückgang nicht aufhalten. Mindestens ein halbes Dutzend noch unbeschriebener tri- und tetraploider *Aria*-Zwischenarten würden nach Stückzahl und besiedeltem Areal her nach augenblicklicher Kenntnis eine Beschreibung und Schutz verdienen. Aber auch Gebiete mit Populationen unterhalb einer wie auch immer definierten „Grenze der Beschreibungswürdigkeit“ sollten wegen laufender Artbildungsprozesse als schutzwürdige Beiträge zur vielzitierten Biodiversität Berücksichtigung und Unterstützung finden, auch wenn seltene Baumarten wie *Sorbus* mit ihrem Charakter als Lichtbäume in Vorwaldstadien die Probleme der Forstwirtschaft im Klimawandel nicht lösen werden. Ob Forstwirtschaft und Naturschutz gemeinsam in Zukunft den ad hoc noch vorhandenen, schwindenden Reichtum an *Sorbus*-Formen zu erhalten vermögen, wird sich zeigen. Es bleibt angesichts des Verlusts der traditionellen Bewirtschaftungsmethoden, der raschen Sukzession und des Zeitalters der Akkord-Forstwirtschaft mit dem Forwarder die schwierige Frage nach dem Wie. Gezieltes Management ist gefordert, um zumindest an den „hot spots“, die nur wenige Promille der Waldfläche ausmachen, gegen die Verdichtung der Wälder und den durch Beschattung bedingten Rückgang von Saumarten und Vorwaldstadien vorzugehen. Dies sollte wegen der Eignung der *Sorbi* als Leitarten für die ganze Gilde lichter besonner Säume und Waldmäntel konzeptionell nicht schwerfallen. Diese müssen dann allerdings bei Maßnahmen zur Aufflichtung ausmarkiert werden und stehen bleiben. Auch der Pflerhythmus muss angepasst werden, wenn die zu fördernden Gehölze auch erfolgreich fruktifizieren und ihre Ausbreitung wieder aktiv selber übernehmen sollen. Der Entschluss zu einer nachhaltigen Forstwirtschaft im Dienste der Biodiversität wenigstens auf den recht kleinen in Frage kommenden Flächen ist letztlich eine gesamtgesellschaftliche Entscheidung und Aufgabe. Sie muss angesichts der Geschwindigkeit der Entwicklungen in der Landschaft aber beizeiten eingeleitet werden, solange noch ausreichende Vorkommen existieren.

8 Dank

Ein herzliches Dankeschön an alle Kollegen, die uns bei der Vervollständigung der Fundortsübersicht behilflich waren, namentlich Arno Wörz, Steffen Hammel, Bernd Haynold, Martin Engelhardt, Rudi Schneider, Peter Resseguier, Lenz Meierott und Franz Dunkel. Besonderer Dank geht an Andreas Fleischmann, der uns die Verbreitungskarten erstellt hat.

9 Literatur

- BORNMÜLLER, J. 1918: Notizen zur Flora Oberfrankens. – Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Dresden **36/2**: 183–199.
- BRESINSKY, A. 1978: Ziele, Probleme und Ergebnisse der Floristischen Kartierung Bayerns, dargestellt am Beispiel von *Sorbus aria* agg. – *Hoppea* **37**: 241–272.
- DÜLL, R. 1961: Die *Sorbus*-Arten und ihre Bastarde in Bayern und Thüringen. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* **34**: 11–65.
- FEULNER, M., LIEDE-SCHUMANN, S., MEVE, U., WEIG, A., AAS, G. (2013) Genetic structure of three *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. taxa endemic to northern Bavaria. – *Plant Systematics and Evolution* **299**: 1065–1074.
- FEULNER, M., WEIG, A., PAULE, J., GREGOR, T., SCHOTT, L. & AAS, G. 2017: Genetic variability and morphology of tri- and tetraploid members of the *Sorbus aria* complex in northern Bavaria. – *Preslia* **89**: 275–290.
- FEULNER, M., WEIG, A., VOSS, T., SCHOTT, L. & AAS, G. 2019: Central European polyploids of *Sorbus* subgenus *Aria* recurrently evolved from diploids of central and south-eastern Europe: evidence from microsatellite data. – *Botanical Journal of the Linnean Society* **191**: 315–324.
- GANDOGGER, M. 1875: Flore Lyonnaise et des départements du sud-est comprenant l'analyse des plantes spontanées et des plantes cultivées comme industrielles ou ornementales (...) – Lecoffre fils et Cie, Successeurs, Paris & Lyon.
- GREGOR, T. & PAULE, J. (Hrsg.) 2020: Chromosomenzahlen von Farn- und Samenpflanzen aus Deutschland 13. – *Kochia* **13**: 53–60.
- GREGOR, T. & PAULE, J. (Hrsg.) 2021: Chromosomenzahlen von Farn- und Samenpflanzen aus Deutschland 14. – *Kochia* **14** (in press).
- GRUNDT, H.H. & SALVESEN, P.H. 2011: Kjenndin *Sorbus*, Rognogasali Norge [Know your *Sorbus*, rowans and whitebeams in Norway]. – Rapport fra Genressurscenteret ved Skog og landskap **23**: 1–104.
- HAMMEL, S., HAYNOLD, B., GREGOR, T. & PAULE, J. 2015: Ploidie-Bestimmung baden-württembergischer Bastard-Mehlbeeren. Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg **71**: 69–75.
- HAMMEL, S., HAYNOLD, B. 2015: *Sorbus meyeri* – eine neue Art aus der *Sorbus latifolia*-Gruppe. – *Kochia* **8**: 1–13.
- HEDLUND, T. 1901: Monografie der Gattung *Sorbus*. – Kongliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar **35(1)**: 1–147.
- JÄGER, E. (Hrsg.) 2011: Exkursionsflora von Deutschland Gefäßpflanzen: Grundband. 21. Aufl. – Springer-Spektrum, Berlin & Heidelberg.
- JÄGER, E. (Hrsg.) 2016: Exkursionsflora von Deutschland Gefäßpflanzen: kritischer Ergänzungsband. 11. Aufl. – Springer-Spektrum, Berlin & Heidelberg.
- KÁRPÁTI, Z. 1960: Die *Sorbus*-Arten Ungarns und der angrenzenden Gebiete. – *Feddes Repertorium* **62**: 71–334.
- KOVANDA, M. 1961: Taxonomical studies in *Sorbus* subg. *Aria*. – *Acta Dendrologica Českoslovacica* **3**: 23–70.
- KURTO, A., SENNIKOV, A.N. & LAMPINEN, R. (Hrsg.) 2018: Atlas Florae Europaeae. Distribution of vascular plants in Europe 17. Rosaceae (*Sorbus* sensu lato). – The committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.

- KUTZELNIGG, H. 1995: *Sorbus* L. – In: CONERT, H.J., HAMANN, U., SCHULTZE-MOTEL, W. & WAGENITZ, G. (Hrsg.): *Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Ed. 2, Vol. IV/2B. – Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin & Wien: 328–385.
- LEPŠÍ, M., VÍT, P., LEPŠÍ, P., BOUBLÍK, K. & SUDA, J. 2008: *Sorbus milensis*, a new hybridogenous species from north-western Bohemia. – *Preslia* **80**: 229–244.
- LEPŠÍ, M., LEPŠÍ, P., KOUTECKÝ, P., BILA, J. & VÍT, P. 2015: Taxonomic revision of *Sorbus* subgenus *Aria* occurring in the Czech Republic. – *Preslia* **87**: 109–162.
- LILJEFORS, A. 1953: Studies on propagation, embryology, and pollination in *Sorbus*. – *Acta Horti Bergiani* **16**: 277–329.
- LILJEFORS, A. 1955: Cytological studies in *Sorbus*. – *Acta Horti Bergiani* **17**: 47–113.
- MEYER, N., MEIEROTT, L. & ANGERER, O. 2005: Beiträge zur Gattung *Sorbus* in Bayern. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* **75/Supplement**: 5–216.
- MEYER, N., GREGOR, T., MEIEROTT, L. & PAULE, J. 2014: Diploidy suggests hybrid origin and sexuality in the *Sorbus* subgen. *Tormaria*, from Thuringia, Central Germany. – *Plant Systematics and Evolution* **300**: 2169–2175.
- Netzwerk Phytodiversität Deutschlands e.V. [Hrsg.] (2013): *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Bonn-Bad Godesberg 2013.
- 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. – *Plant Systematics and Evolution* **303**: 1123–1129
- PELLICER, J., CLERMONT, S., HOUSTON, L., RICH, T.C.G. & FAY, M.F. 2012: Cytotype diversity in the *Sorbus* complex (Rosaceae) in Britain: sorting out the puzzle. – *Annals of Botany* **110**: 1185–1193.
- PHILIPPI, G., SEBALD, O. & SEYBOLD, S. 1992: *Sorbus*. – In: SEBALD, O. et al. (Hrsg.): *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs* 3. – Ulmer, Stuttgart: 196–206.
- RICH, T.C.G., HOUSTON, L., ROBERTSON, A. & PROCTOR, M.C.F. 2010: *Whitebeams, rowans and service trees of Britain and Ireland. A monograph of British and Irish Sorbus L.* – BSBI Handbook 14. Botanical Society of the British Isles, London.
- SCHOTT, L.F. 2015: Die morphologische und caryologische Diversität der *Sorbus aria* s.l. auf der Nördlichen und Mittleren Frankenalb. – Masterarbeit, Universität Bayreuth (unveröffentlicht).
- SCHWARZ, A.F. 1897-1912: *Pyrus*. – In: *Flora der Umgegend von Nürnberg-Erlangen und der angrenzenden Teile des Fränkischen Jura*, Bd. II: 466–470, Ergänzungsband: 1148–1149.
- SENNIKOV, A.N. & KURTO, A. 2017: A phylogenetic checklist of *Sorbus* s.l. (Rosaceae) in Europe. – *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* **93**: 1–78.
- SOMLYAY, L. & SENNIKOV, A. 2015: Taxonomic interpretation and typification of *Sorbus pannonica* (Rosaceae), a presumed intermediate between *S. aria* and *S. graeca* from Hungary. – *Atlas Florae Europaeae Notes* **24**.
- SOMLYAY, L., LISZTES-SZABÓ, Z. & SENNIKOV, A. 2016: Taxonomic circumscription and typification of *Sorbus subdanubialis* (Rosaceae), with description of two new species endemic to Hungary. – *Atlas Florae Europaeae Notes* **28**.
- VOSS, T. 2016: Mögliche neue Kleinart im *Sorbus aria* agg. - Blattmorphologische Untersuchung der Kallmuth-Sippe und Abgrenzung gegenüber anderen Kleinarten. – Bachelorarbeit, Universität Bayreuth (unveröffentlicht).
- WARBURG, E.F. 1957: Some new names in the British Flora. *Sorbus*. – *Watsonia* **4**: 43–46.
- WARBURG, E.F. 1962: *Sorbus* L. – In: CLAPHAM, A.R., TUTIN, T.G. & WARBURG, E.F. (Hrsg.): *Flora of the British Isles*. 2nd Ed. – Cambridge University Press, Cambridge: 423–437.
- WARBURG, E.F. & KÁRPÁTI, Z. 1968: *Sorbus* L. – In: TUTIN, T.G. et al. (Hrsg.): *Flora Europaea*. 2nd Ed. – Cambridge University Press, Cambridge: 67–71
- Zentralstelle Floristische Kartierung 1997: *Datenbank Gefäßpflanzen: Arbeitskarte Sorbus aria* agg., korrigierter Datenstand Oktober 1997. – Zentralstelle Floristische Kartierung Deutschlands (unpubliziert).