

Verbreitung, Häufigkeit und Verjüngung von *Sorbus cordigastensis* (Kordigast-Mehlbeere) in der nördlichen Frankenalb

– Gregor Aas und Matthias Kohles –

Zusammenfassung

Sorbus cordigastensis N. Mey. (Kordigast-Mehlbeere) ist eine Rote-Liste-Art aus dem Komplex hybridogener Sippen von *Sorbus aria* und *S. torminalis*, die endemisch am Kordigast, einem Zeugenberg des Oberen Jura in der Weismainalb (Naturraum „Nördliche Fränkische Alb“) vorkommt. Ziel der Untersuchung war es, die Verbreitung und Größe der Population sowie den Zustand ihrer Verjüngung zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden sämtliche im Gebiet vorkommenden Individuen mit einer Wuchshöhe über 1,3 m punktgenau kartiert. In drei etwa 0,35–0,4 ha großen Waldbeständen wurden mittels Stichprobenverfahren die Anzahl und Wuchshöhe der Jungpflanzen sowie das Ausmaß der Wildschäden ermittelt.

Sorbus cordigastensis ist mit etwa einem größeren (> 1,3 m hoch) Individuum pro Hektar im untersuchten Gebiet selten, kommt aber lokal und insbesondere an Waldrändern gehäuft vor. In Beständen mit fruktifizierenden Altbäumen verjüngt sich die Art gut. In den drei untersuchten Waldbeständen konnten, bezogen auf einen Hektar Fläche, im Durchschnitt etwa 1500 Jungpflanzen mit einer Wuchshöhe < 1,3 m nachgewiesen werden. Der Großteil davon ist weniger als 30 cm hoch, Jungpflanzen über 90 cm Höhe fehlen jedoch. Eine der Ursachen dafür sind starke Wildschäden. Bei zwei Drittel aller Jungpflanzen ist der Leittrieb ein- oder mehrmals verbissen. Verschiedene Beobachtungen weisen darauf hin, dass darüber hinaus Lichtmangel in den relativ dichten Beständen die dauerhafte Etablierung der Verjüngung beeinträchtigt.

Die Population der Kordigast-Mehlbeere ist derzeit an ihrem Naturstandort noch relativ groß und gut zur Reproduktion fähig. Da sich ihre Verjüngung aber nicht ausreichend etablieren kann, ist der Bestand auf längere Sicht vom Aussterben bedroht. Schutzmaßnahmen müssen darauf abzielen, die Bedingungen für das Aufwachen der Verjüngung durch Verringerung der Wildschäden und Auflichtung der Bestände zu verbessern.

Abstract: Distribution, frequency and regeneration of *Sorbus cordigastensis* in the Northern Franconian Alb

Sorbus cordigastensis N. Mey. is an endangered apomictic taxon of hybrid origin between *Sorbus aria* and *S. torminalis*. It is endemically distributed at the Kordigast, an outlier table mountain of upper Jurassic limestone sediments (Malm) situated at the northern edge of the Weismainalb Mountains (Northern Franconian Alb, Bavaria, Germany). In order to examine the size and distribution of its population as well as its capacity for natural regeneration, all individuals with a height of more than 1.3 m were mapped with a Global Positioning System. In addition, the number, tree height, and browsing damages of juvenile plants found in three selected forest stand plots of 0.35–0.4 ha size were analysed in random subsamples.

Large trees (> 1.3 m) of *Sorbus cordigastensis* are rare in the study area and occur with a density of approximately one individual per hectare. However, they tend to form local clusters near forest edges. In forest stands with fruit-bearing trees an average of 1500 juvenile plants (height < 1.3 m) per hectare was encountered. Most saplings are less than 30 cm high. Individuals with more than 90 cm height are completely lacking, mainly as a result of severe browsing which damages the leading shoot of two thirds of all plants. There are also indications that lack of light in the dense forest stands prevents a long-lasting establishment of the rejuvenation.

At present the population of *Sorbus cordigastensis* appears to be of adequate size and capable of reproducing successfully in its natural habitat. However, the species is threatened by extinction in the near future because the opportunities for its rejuvenation are insufficient for the plants to reach an adult stage. Efforts for conservation of the species should strive to protect it from browsing damage and to enhance light conditions for seedling growth by moderate thinning of existing forest stands.

Keywords: Conservation, endemic species, population biology, seedling establishment.

1. Einleitung

Sorbus aria, *S. aucuparia* und *S. torminalis* (Rosaceae) sind in Mitteleuropa weit verbreitete Arten, die natürlicherweise zur Bastardierung fähig sind (DÜLL 1959, MAIER 1994). Die oft polyploiden Hybriden und deren Rückkreuzungsprodukte können sich obligat oder fakultativ durch Apomixis vermehren (Apomixis hier im Sinne von ungeschlechtlicher Samenbildung; ASKER und JERLING 1992, AAS et al. 1994). Dadurch kommen bei *Sorbus* neben den genannten, sich sexuell vermehrenden „Hauptarten“ viele endemische Sippen mit asexueller Reproduktion vor, die als Klein- oder Lokalarten (Mikrospezies) gelten (DÜLL 1959, MAIER 1994, NELSON-JONES et al. 2002, ROBERTSON et al. 2004). Hierzu zählen intermediäre Formen zwischen *S. aria* und *S. torminalis* (= *S. latifolia* s. l., Bastard-Elsbeeren), ein Komplex, der die Hybriden beider Arten und die daraus hervorgegangenen, apomiktischen Mikrospezies umfasst (DÜLL 1959). Morphologisch ähneln sie alle der Breitblättrigen Mehlbeere (*S. latifolia* (Lam.) Pers. s. str.), die im 18. Jahrhundert nahe Paris entdeckt wurde (DÜLL 1959).

Eines der Diversitätszentren der *Sorbus latifolia*-Gruppe in Mitteleuropa ist die Frankenalb in Süddeutschland (Übersicht bei MEYER et al. 2005). Je nach Taxon variiert die Größe des Areals und der Population zwischen „weiter Verbreitung“ (z. B. *S. franconica*: Wiesent-Alb und westlicher Albtrauf bei Forchheim) und einem nur sehr lokalen Vorkommen (z. B. *S. schnitzleimiana*: wenige Individuen an einem Berg bei Neukirchen, MTB 6435; MEYER et al. 2005). Die verschiedenen Sippen sind sich morphologisch z. T. sehr ähnlich. Eingehende systematische Untersuchungen zur morphologischen, karyologischen und genetischen Variabilität innerhalb und zwischen den Sippen fehlen bislang.

Bereits vor etwas mehr als 100 Jahren wurde eine zwischen Mehl- und Elsbeere intermediäre Sippe am Kordigast, einem Berg in der nördlichsten Frankenalb, entdeckt (Abb. 1). Sie fand zunächst in regionalen Florenwerken Erwähnung (Zusammenstellung bei MEYER et al. 2005), geriet aber in der Folgezeit weitgehend in Vergessenheit. Im Jahr 1990 wurde sie vor Ort erneut nachgewiesen und mit Bezug auf ihren Fundort als *Sorbus cordigastensis* N. Mey. species nova beschrieben (MEYER et al. 2005). Die Art kommt „spärlich“ bis „angereichert“ in Kiefern- und Buchenwäldern vor und gilt wegen der endemischen Verbreitung und ihrer Seltenheit als „potenziell sehr gefährdet“ (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2003). Für ihre Erhaltung haben Deutschland und Bayern deshalb „sehr große Verantwortung“. Bislang liegen aber keine Daten über die genaue Verbreitung sowie die Größe und den Zustand der Population vor, insbesondere über ihre Fähigkeit zur Regeneration am Naturstandort. Die tatsächliche Gefährdung von *S. cordigastensis*, die Notwendigkeit ihres Schutzes und die Frage nach der Ausgestaltung von Maßnahmen zur Stützung der Population (Artenhilfsprogramm) sind daher nicht oder nur schwer zu beurteilen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, durch eine Inventur im Gelände die Verbreitung und Größe der Population sowie den Zustand ihrer Verjüngung zu erfassen.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt am Kordigast, einem Zeugenberg am nördlichen Rand der Weismainalb (Naturraum „Nördliche Fränkische Alb“) nordwestlich der Ortschaft Weismain (Oberfranken, MTB 5933/1 und 5833/3). Er besteht aus zwei Bergrücken, dem Kleinen und dem Großen Kordigast (536 m ü. NN, 50.102892° nördl. Länge, 11.219653° östl. Breite), die sich als Massenkalke aus der Jurahochfläche (ca. 460–480 m ü. NN) erheben.

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (Abb. 2) erfolgte nach Angaben zu Funden von *Sorbus cordigastensis* von MEYER et al. (2005) sowie eigenen Kartierungen im Jahr 2008. Es umfasst die Wälder im Bereich beider Kordigast-Gipfel und an den steil abfallenden Rändern der Hochfläche sowie einige Hecken im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Teile des Plateaus und hat eine Gesamtfläche von rund 120 ha. Geologisch liegt der größte Teil des



Abb. 1: Zweig von *Sorbus cordigastensis* mit Früchten und Blättern (1. Okt. 2009).

Fig. 1: Twig of *Sorbus cordigastensis* with fruits and leaves (Oct. 1, 2009).

Gebietes im Oberen Jura (Malmkalke), lediglich im Süden und Osten gehören Teilflächen zum Mittleren Jura (Dogger). Die Böden über den Malmkalken reichen von Rohböden und Protorendzinen über Mullrendzinen bis hin zu Braunerde-Rendzinen (MEYER et al. 1972). Alter, vertikale Struktur, Baumartenzusammensetzung und Pflegezustand der Wälder sind kleinflächig extrem unterschiedlich. Überwiegend sind es aus ehemaligen Niederwäldern oder durch Erstaufforstungen im letzten Jahrhundert hervorgegangene, in der Baum- und Strauchschicht sehr artenreiche Mischwälder, in denen häufig *Pinus sylvestris* oder *Fagus sylvatica* vorherrschen.

2.2. Bestimmung von *Sorbus cordigastensis*

Sorbus cordigastensis (Abb. 1) unterscheidet sich von *S. torminalis* durch die deutlich weniger tief eingeschnittenen Blattspreiten, die dichte, helle Behaarung der Blattunterseite und einen kürzeren Blattstiel (MEYER et al. 2005). Von *S. aria* s. l. lässt sie sich durch den gelappten Blattrand und einen längeren Blattstiel abgrenzen. Bei *S. aria* handelt es sich in der Weismainalb meist um *S. pannonica* Kárpáti, die Pannonische Mehlbeere, eine agamosperme Sippe der *S. aria*-Gruppe (MEYER et al. 2005), wobei nicht auszuschließen ist, dass hier auch *S. aria* s. str. vorkommt (GATTERER & NEZADAL 2003). Im Folgenden ist deshalb mit *S. aria* immer das Taxon sensu lato gemeint.

Eine Unterscheidung zwischen *Sorbus cordigastensis* und anderen ähnlichen Sippen der *S. latifolia*-Gruppe wurde nicht vorgenommen, da im Untersuchungsgebiet aus diesem Aggregat nur die Kordigast-Mehlbeere vorkommt (MEYER et al. 2005).

2.3. Verbreitung von *Sorbus cordigastensis*

Die Verbreitung von Individuen der Kordigast-Mehlbeere mit einer Wuchshöhe über 1,3 m wurde flächendeckend im gesamten Untersuchungsgebiet (Abb. 2) ermittelt. Dieses wurde dazu auf der Grundlage der topografischen Karte 1:10 000 in parallele Transekte von 10 m Breite eingeteilt, die im Sommer 2008 und 2009 nach Kordigast-Mehlbeeren abgesucht wurden. Alle vorgefundenen Individuen wurden punktgenau mit einem GPS-Gerät (Garmin GPS 60, Garmin International Inc., Kansas, USA) erfasst. Die Positionsdaten wurden mit dem Programm OCAD 10 (OCAD AG, Baar, Schweiz) in ein digitales Orthofoto (DOP) sowie in die Geologische Karte von Bayern (Blatt 5833 und Blatt 5933, Bay. Geologisches Landesamt 1968, 1972) übertragen. Von jeder Pflanze wurde die Wuchshöhe ermittelt und bestimmt, ob sie fruchtete oder nicht.

2.4. Verjüngung

Die Verjüngung von *Sorbus cordigastensis*, *S. aria* und *S. torminalis* wurde in systematisch angeordneten Probekreisen mit einem Radius von 1 m (Fläche: 3,14 m²) quantifiziert, die in drei ausgewählten Aufnahmeflächen im Untersuchungsgebiet lagen. Als Aufnahmeflächen wurden subjektiv drei verschiedene Waldbestände mit jeweils mindestens 3500 m² Fläche ausgewählt, die im Bereich gehäufter Vorkommen von potenziellen Mutterbäumen von *Sorbus cordigastensis* lagen (Abb. 2, Tab. 1). In der Baumschicht der Aufnahmeflächen 1 und 2 dominiert *Pinus sylvestris*, die Fläche 3 ist ein fast reiner Laubbaumbestand. Über alle drei Aufnahmeflächen wurde mittels Maßband und Winkelspiegel ein Raster von 10x10 m gelegt. An den Schnittpunkten des Gitternetzes lagen die Probekreise zur Erfassung der Verjüngung aller drei *Sorbus*-Arten. Die Probekreise, die nicht vollständig in der Aufnahmefläche lagen oder die Störstellen (z. B. abgelagertes Erdreich, Reisighaufen) enthielten, die mehr als ein Drittel Fläche einnahmen, wurden nicht ausgewertet.

In der Zeit vom 18. bis 28. Mai 2009 wurden alle *Sorbus*-Pflanzen in den Probekreisen gezählt. Keimlinge aus dem Jahr 2009 blieben unberücksichtigt, da sie in diesem Entwicklungsstadium nicht sicher bestimmbar waren. Von jedem Individuum wurde die Wuchshöhe gemessen (Höhe der Spitze des höchsten Sprosses senkrecht über dem Boden) sowie bei allen Pflanzen <1,3 m Höhe (= Jungpflanzen) die Schädigung des Leittriebes bzw. des Ersatzleittriebes durch Wildverbiss in folgenden drei Klassen bonitiert (BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG 2009):

- (0) = kein Verbiss
- (1) = einmaliger Verbiss
- (2) = mehrfacher Verbiss

Tabelle 1: Lage und Größe der drei Aufnahmeflächen, auf denen die Verjüngung von *Sorbus cordigastensis* mit Hilfe von Probekreisen (je 3,14 m²) erfasst wurde, Anzahl und Fläche der Probekreise und Anzahl fruchtender *S. cordigastensis*-Pflanzen in der Fläche

Table 1: Location and size of the three study sites in which the regeneration of *Sorbus cordigastensis* was investigated using plots of 3.14 m² each. Number and total area of the plots as well as number of *S. cordigastensis* individuals growing at each study site are given.

	Probeflächen		
	1	2	3
Geografische Koordinaten (Dezimalangaben)	L 11,228268649° B 50,098257935°	L 11,228458870° B 50,100827945°	L 11,225497429° B 50,097829849°
Höhe über NN	460 m	470 m	450 m
Gesamtfläche	3592 m ²	3623 m ²	4284 m ²
Probekreise	Anzahl	47	51
	Gesamtfläche	148 m ²	160 m ²
<i>Sorbus cordigastensis</i> fruchtend	11	3	6

Ein Verbiss, der zur Bildung eines Ersatzleittriebes geführt hatte, wurde nur dann gewertet, wenn er sich oberhalb $\frac{1}{2}$ Höhe der Pflanze befand. Tiefer liegende Schäden sowie Verbiss von Seitentrieben blieben unberücksichtigt. Eine Entscheidung, welche Wildart den Verbiss verursacht hatte, wurde nicht getroffen. Im Gebiet kommen dafür vor allem Rehe, in geringerem Umfang auch Hasen in Frage.

An den Mittelpunkt aller Probekreise wurde in 1 m Höhe über dem Boden die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) gemessen (Quantumsensor Q 39988, Li-Cor). Die Messungen erfolgten an drei verschiedenen Tagen mit diffusem Licht im Juli und August 2009. Zudem wurde die PAR jeweils auf Freiflächen angrenzend zu den drei Aufnahme­flächen gemessen (je fünf verschiedene Messpunkte mit 25 m Abstand zum Waldrand).

Auf allen drei Aufnahme­flächen wurden die Baumartenzusammensetzung und die Brusthöhen­durchmesser (BHD) aller Bäume mit BHD > 7 cm auf vier subjektiv ausgewählten, gleichmäßig über jede Aufnahme­fläche verteilten Stichprobenkreisen ($r = 12$ m, Fläche ca. 452 m²) ermittelt und daraus die Stammzahl und die Bestandesgrundfläche pro Hektar errechnet.

3. Ergebnisse

3.1. Verbreitung und Häufigkeit von *Sorbus cordigastensis* im Untersuchungsgebiet

Insgesamt wurden auf 121 ha Fläche 114 Kordigast-Mehlbeeren mit einer Wuchshöhe über 1,3 m gefunden (Abb. 2). Deutlich gehäuft ist das Vorkommen im Osten und Südosten des Gebietes, wo *S. cordigastensis* in mehreren Gruppen und vor allem am und nahe dem Waldrand auftritt. Weitere Gruppen befinden sich an der Südseite des Großen Kordigast und im Bereich des Sattels zwischen Großem und Kleinem Kordigast. Daneben treten vereinzelt an verschiedenen Stellen Kordigast-Mehlbeeren auf, ein Individuum wurde bei Begehungen im Nordosten außerhalb des Untersuchungsgebietes nachgewiesen (Abb. 2).



Abb. 2: Das Untersuchungsgebiet (gelb umrandet) und die Lage der drei Aufnahme­flächen (rot umrandet) sowie die genauen Standorte aller *Sorbus cordigastensis*-Individuen, die höher als 1,3 m sind (grüne Punkte = fruktifizierende Pflanzen, weiße Punkte = nicht fruktifizierend). Quelle des Luftbildes: Bayerische Vermessungsverwaltung 2009.

Fig. 2: Study area (yellow) and location of the three study sites (red), as well as the exact position of all *Sorbus cordigastensis*-individuals with height above 1.3 m (green dots: fruit-bearing plants, white dots: plants without fruits). Source of aerial photo: Bayerische Vermessungsverwaltung 2009.

Die Standorte fast aller *Sorbus cordigastensis* befinden sich im Oberen Jura (Malm) auf gebankten Kalken, rund drei Viertel davon auf Malm α und β (geschichtete Fazies der Oxford-Schichten), etwa ein Viertel auf Malm γ und δ , davon aber nur wenige auf Massenkalk (Schwammkalk), der die Gipfelregionen des Kordigast bildet. Zwei Pflanzen wurden im Dogger gefunden, eine davon auf Mergel-Kalken des Dogger γ , eine an der Grenze von Dogger β und α .

Nur rund ein Viertel der Individuen ist zwischen 1,3 m und 3,3 m hoch, rund 36 % zwischen 3,3 m und 5,3 m, der Rest ist höher, davon etwa 10 % über 7 m (Tab. 2). Die höchste Kordigast-Mehlbeere misst 15 m Höhe und hat einen BHD von 46 cm. Ein Drittel aller Bäume (38 von 114) fruktifizierte zum Zeitpunkt der Inventur (Tab. 2, Abb. 1).

Tabelle 2: Anzahl aller im gesamten Untersuchungsgebiet vorkommenden *Sorbus cordigastensis*-Pflanzen (> 1,3 m Höhe), unterschieden nach Höhenklassen sowie der Anteil fruchtender und nicht fruchtender Bäume

Table 2: Number of all individuals (height > 1.3 m) of *Sorbus cordigastensis* in the study area for different height classes, and the proportion of trees with and without fruits

Höhe	Anzahl	%
1,3 - 3,3 m	28	24,3
3,3 - 5,3 m	42	36,5
5,3 - 7,3 m	33	28,7
> 7,3 m	12	10,4
Summe	115	100
davon: fruktifizierend	38	33

3.2. Zusammensetzung der Altbestände und Lichtsituation in den Aufnahmeflächen

Die Bestände der drei Aufnahmeflächen sind stark strukturierte Mischwälder, die sich in der Baumartenzusammensetzung und der Dichte der Bestockung deutlich unterscheiden (Tab. 3). Auf den Aufnahmeflächen 1 und 2 ist *Pinus sylvestris* die vorherrschende Baumart mit jeweils über 40 % der Stämme, gefolgt von *Fagus sylvatica*, die rund ein Drittel der Stämme und rund ein Viertel der Grundfläche stellt. Im Unterschied dazu fehlt in der Fläche 3 die Kiefer fast ganz. Dominierend sind hier *F. sylvatica* (32 % der Grundfläche) und *Carpinus betulus*, die einen Anteil von fast 60 % an der Stammzahl und von 21 % an der Grundfläche erreicht. Der Bestand auf der Aufnahmefläche 3 hat zwar mit 1177 die höchste Stammzahl aller drei Flächen, dabei aber die geringste Grundfläche, was vor allem daran liegt, dass die zahlreichen Hainbuchen relativ geringe Stammstärken (BHD) haben.

Sorbus cordigastensis ist in allen drei Aufnahmeflächen die häufigste *Sorbus*-Art (Tab. 3). In den Aufnahmeflächen 1 und 3 stehen bezogen auf einen Hektar 66 bzw. 83 Individuen mit BHD >7 cm, was einen Anteil am gesamten Bestand von rund 7 % entspricht. Da die Stämme unterdurchschnittlich dünn sind, beträgt der Anteil an der Grundfläche nur 2 % bzw. 5 %. *S. aria* kommt in zwei der Aufnahmeflächen mit sehr geringem Anteil vor, *S. torminalis* nur in einer.

Die Werte für die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) schwanken in allen drei Aufnahmeflächen je nach Probekreis stark (Tab. 4). Sie lagen im Mittel bei rund 28, 34 und 32 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, was etwa 6 %–7 % der photosynthetisch aktiven Strahlung auf der Freifläche entspricht.

Tabelle 3: Stammzahl (pro ha) und Grundfläche (m²/ha) der Bestände auf den drei Aufnahmeflächen, unterschieden nach Baumarten (Sonstige = *Picea abies*, *Tilia* spp., *Quercus* spp. und *Fraxinus excelsior*)
 Table 3: Number of trees (stems per ha) and their basal area (m²/ha) by tree species for the three forest sites studied (others = *Picea abies*, *Tilia* spp., *Quercus* spp., and *Fraxinus excelsior*)

Baumart		Fläche 1		Fläche 2		Fläche3	
		abs.	%	abs.	%	abs.	%
<i>Pinus sylvestris</i>	Stammzahl	431	44,3	348	41,2	6	0,5
	Grundfläche	34,9	70,1	24,9	56,2	0,7	2,1
<i>Fagus sylvatica</i>	Stammzahl	321	33,0	298	35,3	160	13,6
	Grundfläche	12,0	24,2	14,5	32,6	10,1	32,2
<i>Carpinus betulus</i>	Stammzahl	17	1,7	66	7,8	696	59,2
	Grundfläche	0,1	0,2	0,6	1,3	6,7	21,4
Sonstige	Stammzahl	105	10,8	122	14,4	232	19,7
	Grundfläche	1,3	2,7	4,0	9,0	12,2	38,9
<i>Sorbus cordigastensis</i>	Stammzahl	66	6,8	6	0,7	83	7,0
	Grundfläche	1,1	2,2	0,3	0,8	1,7	5,4
<i>Sorbus aria</i>	Stammzahl	17	1,7	6	0,7	0	
	Grundfläche	0,1	0,2	0,1	0,1		
<i>Sorbus torminalis</i>	Stammzahl	17	1,7	0		0	
	Grundfläche	0,2	0,4				
alle	Stammzahl	973	100	846	100	1177	100
	Grundfläche	50	100	44	100	31	100

Tabelle 4: Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR), gemessen in 1 m Höhe an allen Mittelpunkten der Probenkreise in den drei Aufnahmeflächen. Absolute PAR-Werte in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ und relativ (in %) zur Freiflächenstrahlung.

Table 4: Transmitted Photosynthetically Active Radiation (PAR in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) measured under the canopy at 1 m above the ground within the centre of each plot at the three study sites. Values are given as absolute transmitted PAR (mean and SD of PAR in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and expressed as percentage (%) of transmitted PAR in relation to the concurrently measured open field irradiation outside the forest.

Aufnahmefläche	PAR		
	1	2	3
Anzahl Probekreise	47	51	55
PAR (Mittelwert \pm SD)	28 \pm 10	34 \pm 12	32 \pm 11
% (Mittelwert)	5,9	7,3	6,9

3.3. Verjüngung

In allen drei Aufnahmeflächen sind von *Sorbus cordigastensis* deutlich mehr Jungpflanzen (= Pflanzen mit Wuchshöhe < 1,3 m) vorhanden (n = 73, das sind rund 84 % aller Jungpflanzen) als von *S. torminalis* (n = 13, 15 %) und *S. aria* (n = 1, 1 %; Tab. 5). In der Fläche 1 kommen pro Probekreis im Durchschnitt eine, in den beiden anderen Flächen jeweils 0,24 Kordigast-Mehlbeeren vor. Hochgerechnet auf einen Hektar sind das auf der ersten Fläche 3252, in den Aufnahmefläche 2 und 3 entsprechend 749 bzw. 753 Jungpflanzen der Kordigast-Mehlbeere (Durchschnitt aller drei Flächen: 1520 Individuen).

Tabelle 5: Anzahl (n) der Jungpflanzen (Wuchshöhe < 1,3 m) von *Sorbus* spp. in den Probekreisen der drei Aufnahmeflächen und durchschnittliche Häufigkeit (Mittel) pro Probekreis

Table 5: Number (n) of juvenile plants (growth height < 1.3 m) of *Sorbus* spp. within plots at the three study sites and the mean frequency (Mittel) per plot

		<i>S. cordigast.</i>	<i>S. aria</i>	<i>S. torminalis</i>
Fläche 1 (47 Kreise)	n	48	1	11
	Mittel	1,02	0,02	0,23
Fläche 2 (51 Kreise)	n	12	0	2
	Mittel	0,24	0	0,04
Fläche 3 (55 Kreise)	n	13	0	0
	Mittel	0,24	0	0
alle (153 Kreise)	n	73	1	13
	Mittel	0,48	0,01	0,08

Tabelle 6: Anzahl aller in den Probekreisen gefundenen Jungpflanzen von *Sorbus cordigastensis* (< 1,3 m Höhe; Daten der Zählungen in den Probekreisen), unterschieden nach den drei Aufnahmeflächen, und die Anzahl an fruchtenden Altbäumen in den Flächen sowie das Verhältnis von Jungpflanzen zu fruchtenden Bäumen

Table 6: Number of all juvenile plants of *Sorbus cordigastensis* (height < 1.3 m, counts within plots) per study site and number of fruit-bearing trees within each study site as well as proportion of juvenile plants in relation to fruit-bearing trees

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Anzahl Jungpflanzen	48	12	13
Anzahl fruchtender Altbäume	11	3	6
Jungpflanzen/ fruchtender Altbaum	4,4	4,0	2,2

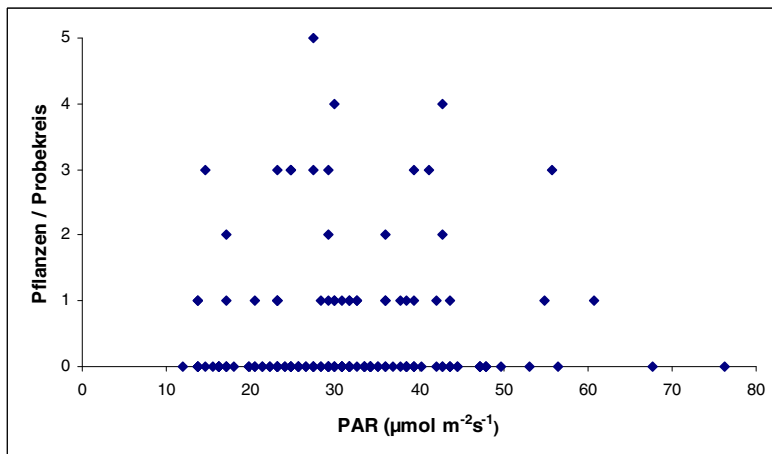


Abb. 3: Anzahl an Jungpflanzen (Wuchshöhe < 1,3 m, n = 73) von *Sorbus cordigastensis* pro Probekreis (Fläche = 3,14 m²) in allen drei Aufnahmeflächen in Abhängigkeit von der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR).

Fig. 3: Number of juvenile plants (height < 1.3 m, n = 73) of *Sorbus cordigastensis* per plot (area = 3.14 m²) at all three study sites in relation to the photosynthetically active radiation (PAR).

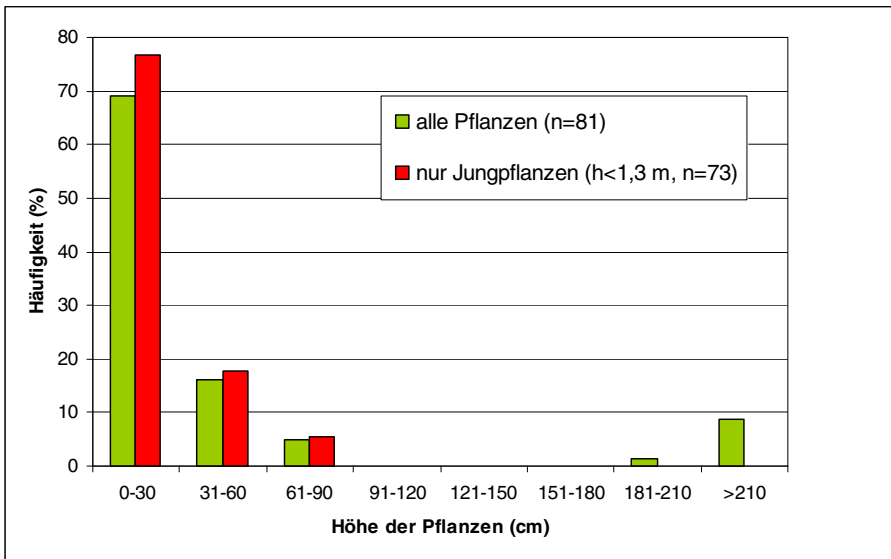


Abb. 4: Relative Häufigkeit der Individuen von *Sorbus cordigastensis* in Abhängigkeit von der Wuchshöhe. Daten aller Probekreise (n = 153) in den drei Aufnahmeflächen.

Fig. 4: Relative frequency of individuals of *Sorbus cordigastensis* in relation to their growth height. Data of all plots (n = 153) from the three study sites.

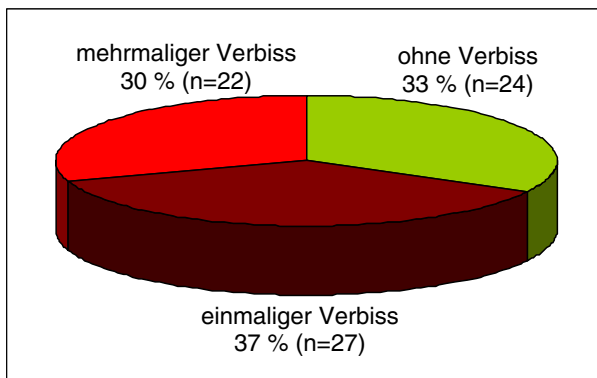


Abb. 5: Anteil der Jungpflanzen (<1,3 m Höhe) von *Sorbus cordigastensis* (n = 73) mit und ohne Verbiss des Leittriebes.

Fig. 5: Proportion of juvenile plants (height < 1.3 m) of *Sorbus cordigastensis* (n = 73) without (green), or with single (brown) or multiple (red) browsing damage to the leading shoot.

Auf jede fruktifizierende Kordigast-Mehlbeere kommen in den Flächen 1 und 2 rund vier Jungpflanzen, in der Fläche 3 etwa zwei (Tab. 6). In den Flächen 1 und 3 konnte keine Häufung der Verjüngung in der Nähe der vorhandenen Altbäume von *S. cordigastensis* festgestellt werden. In der Fläche 2 waren die insgesamt wenigen Jungpflanzen gehäuft in Probekreisen nahe am Waldrand, an dem auch die drei fruchtenden Pflanzen stehen (Daten nicht gezeigt). Eine Abhängigkeit der Anzahl junger Kordigast-Mehlbeeren von der PAR bestand nicht (Abb. 3).

Rund 90 % aller in den Probekreisen ermittelten *S. cordigastensis*-Pflanzen sind kleiner als 90 cm und etwa 10 % höher als 1,8 m (Abb. 4). Individuen mit Wuchshöhen zwischen 90 cm und 180 cm fehlen völlig. Die starke Abnahme der Pflanzenzahl mit der Höhe wird

noch deutlicher, wenn nur die Jungpflanzen (Höhe < 1,3 m) in Betracht gezogen werden (Abb. 4): keines der Individuen ist größer als 90 cm. Bei rund zwei Drittel aller Jungpflanzen von *S. cordigastensis* war der Leittrieb durch Wild verbissen (Abb. 5), bei 30% sogar zwei- oder mehrmals.

4. Diskussion

Sorbus cordigastensis ist ein Endemit in der nördlichen Frankenalb. Bislang waren nur einzelne Standorte von Pflanzen dieser Rote-Liste-Art bekannt, weshalb es ein erstes Ziel der Arbeit war, deren Verbreitung und Häufigkeit genau zu ermitteln. Auch wenn möglicherweise im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht alle Individuen erfasst wurden – einige der von MEYER (mündl. Mitt. 2009) gefundenen Pflanzen konnten hier nicht bestätigt werden – ergeben die Daten doch ein deutlich besseres Bild von der Verbreitung und der Häufigkeit der Art als es bisher bekannt war. Im untersuchten Gebiet wurden insgesamt zwar immerhin 114 Kordigast-Mehlbeeren nachgewiesen, die höher als 1,3 m sind. Bezogen auf die zugrunde liegende Fläche von rund 120 ha ist *S. cordigastensis* aber mit durchschnittlich nur einem größeren Individuum pro Hektar als selten einzustufen. Im Osten und Südosten des Gebietes werden allerdings auf kleinen Flächen Dichten von hochgerechnet bis zu



Abb. 6: Aus Samenkeimung entstandene Jungpflanze (ca. 3-jährig) von *Sorbus cordigastensis*.

Fig. 6: Juvenile plant of *Sorbus cordigastensis* growing from seed (ca. 3 years old).



Abb. 7: Jungpflanze von *Sorbus cordigastensis* mit mehrmaligem Verbiss des Leittriebes.

Fig. 7: Juvenile plant of *Sorbus cordigastensis* with multiple browsing damage to the leading shoot.

80 Bäumen pro Hektar erreicht. Bevorzugte Standorte sind Waldränder, einzelne Individuen kommen aber auch im geschlossenen Wald vor. Auf den drei intensiv untersuchten Aufnahme­flächen ist *S. cordigastensis* viel häufiger als die Elternarten *S. aria* und *S. torminalis*. Interessant wäre deshalb die Klärung der Frage, welche Standortbedingungen das Auftreten der Kordigast-Mehlbeere begünstigen und inwieweit diese eine von den Elternarten abweichende ökologische Nische begründen, so wie dies RUDOW & AAS (1997) bei schweizerischen Vorkommen von *S. latifolia* zeigen konnten.

Ein zweites Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Zustand der Verjüngung der Population zu erfassen. Auf den Aufnahme­flächen konnten Jungpflanzen vor allem aus Samen (Abb. 6), aber auch aus Wurzelbrut nachgewiesen werden, ohne dass im einzelnen Fall unterschieden wurde, welche Form der Reproduktion vorlag. Rund ein Drittel aller im Gebiet nachgewiesenen Individuen mit einer Höhe über 1,3 m fruktifizierte zum Zeitpunkt der Datenerhebung. Die Früchte enthalten keimfähige Samen, aus denen vitale Jungpflanzen entstehen (Daten nicht gezeigt). Das Potenzial der natürlichen Verjüngung der Kordigast-Mehlbeere ist dort, wo fruktifizierende Altbäume stehen, überraschend groß. Bezogen auf einen Hektar finden sich bis zu 3000 und im Mittel aller drei Aufnahme­flächen rund 1500 Jungpflanzen (Wuchshöhe bis 1,3 m). Diese Zahl liegt in einer Größenordnung, wie sie für die Begründung forstlicher Kulturen mit Mischbaumarten empfohlen wird (BURSCHEL & HUSS 2003). Für die Feststellung, dass die Voraussetzungen für eine ausreichende Verjüngung von *Sorbus cordigastensis* gegeben sind, spricht auch, dass die Lichtverhältnisse in den untersuchten Aufnahme­flächen die Ansiedelung von Jungpflanzen offenbar nicht limitiert. Die in den Beständen nahe am Boden gemessene photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) liegt mit rund 6–7 % der Freiflächenstrahlung in einem Bereich, wie er für geschlossene Wälder üblich ist (OTTO 1994), eine Abhängigkeit der Häufigkeit der Jungpflanzen von der PAR zeigte sich aber nicht (Abb. 3).

Es stellt sich deshalb die Frage, ob und in wie weit sich die vorhandene Verjüngung von *Sorbus cordigastensis* auch in dem Maße etablieren kann, wie es für den Fortbestand der Population auf Dauer nötig ist. Die Struktur des Jungwuchses weist darauf hin, dass eine solche Nachhaltigkeit nicht gegeben ist: während mehr als zwei Drittel der Jungpflanzen kleiner als 30 cm sind, fehlen Individuen mit einer Höhe zwischen 0,9 m und knapp 2 m völlig. Das Emporwachsen der vorhandenen Jungpflanzen wird vor allem durch den starken Wildverbiss be- oder verhindert. Bei zwei Drittel der Pflanzen unter 1,3 m Höhe ist der Leittrieb zumindest einmal, bei vielen davon sogar mehrmals verbissen (Abb. 7). Verbiss hemmt das Höhenwachstum entweder direkt oder indirekt durch eine Schwächung der Pflanze. Ein weiterer Grund dafür, dass sich die Verjüngung unzureichend etabliert, könnte aber Lichtmangel in den Beständen sein. Die wenigen größeren Bäume finden sich häufig an Waldrändern, wo mehr Licht vorhanden ist als im Bestand. Kordigast-Mehlbeeren erreichen

auch unter günstigsten Bedingungen nie die Wuchshöhen wie die meisten Konkurrenzarten, insbesondere Buche, Hainbuche, Eiche und Kiefer, und finden sich daher in geschlossenen Hochwäldern fast immer im Unter- und Zwischenstand. Beschattung führt dann dazu, dass die Kronen zunehmend kleiner werden und einzelne Bäume absterben, was im Gebiet insbesondere dort vermehrt beobachtet werden kann, wo Hain- und Rotbuchen als Konkurrenzarten dominieren.

Sofern sich diese Situation nicht ändert, könnte die Folge sein, dass größere Kordigast-Mehlbeeren immer seltener werden und dadurch langfristig die Existenz der Population gefährdet ist. Leider gibt es keine Angaben darüber, wie häufig *Sorbus cordigastensis* früher war. Zu vermuten ist aber, dass bis weit in das vergangene Jahrhundert hinein Rehe seltener als heute und deshalb Wildschäden weniger gravierend waren. Zudem wurden die Wälder im Gebiet bis vor einigen Jahrzehnten intensiver genutzt (Niederwald, starke Brennholznutzung, Waldweide), weshalb sie lichter und dadurch die Lebensbedingungen für die Kordigast-Mehlbeere günstiger waren.

Fazit

Größere Individuen von *Sorbus cordigastensis* sind am Kordigast zwar insgesamt selten, treten aber an einigen wenigen Standorten gehäuft auf. Im Umkreis fruktifizierender Bäume verjüngt sich die Art sehr gut. Das Aufwachsen der Jungpflanzen ist wegen des starken Wildverbisses und der Lichtkonkurrenz durch andere Baumarten derzeit nicht ausreichend gewährleistet. Die Kordigast-Mehlbeere ist an ihrem Naturstandort zwar (noch) nicht unmittelbar vom Aussterben bedroht, ihr Bestand aber auf längere Sicht gefährdet, wenn es nicht gelingt, die Bedingungen für eine nachhaltige Reproduktion am Naturstandort zu verbessern. Die wichtigsten Maßnahmen hierfür sind die Verringerung der Wildschäden und die maßvolle waldbauliche Aufflichtung der Bestände.

Danksagung

Die Autoren danken Norbert Meyer und Ludwig Winkler für wertvolle Hinweise zur Kordigast-Mehlbeere sowie Marianne Lauerer und Reiner Zimmermann für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Literatur

- AAS, G., MAIER, J., BLATISBERGER, M. & METZGER, S. (1994): Morphology, isozyme variation, cytology, and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L.) Crantz and *S. torminalis* (L.) Crantz. – Bot. Helv. 104: 195–214.
- ASKER, S. E. & JERLING, L. (1992): Apomixis in plants. – CRC Press, Boca Raton: 298 S.
- BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG (2009): Anweisung für das Stichprobenverfahren zur Erfassung der Situation der Waldverjüngung und Erstellung der Forstlichen Gutachten. – Unveröffentlicht. 68 S.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Augsburg: 372 S.
- BURSCHEL, P. & HUSS, J. (2003): Grundriss des Waldbaus. – Ulmer, Stuttgart: 487 S.
- DÜLL, R. (1959): Unsere Ebereschen und ihre Bastarde. – Ziemsen, Wittenberg: 122 S.
- GATTERER, K. & NEZADAL, W. (Hrsg.) (2003): Flora des Regnitzgebietes. Band 1. – IHW, Eching: 654 S.
- MAIER, J. (1994): *Sorbus* Linné. – In: SCHÜTT, P. et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse III-2. Ecomed, Landsberg: 1–8.
- MEYER, N., MEIEROTT, L., SCHUWERK, H. & ANGERER, O. (2005): Beiträge zur Gattung *Sorbus* in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. (Sonderband): 5–216.
- MEYER, R. K. F., VIOHL, G. & ZORN, H. (1972): Geologische Karte von Bayern 1:25000: Erläuterungen zum Blatt Nr. 5933 Weismain. – Bayerisches Geologisches Landesamt, München: 160 S.
- NELSON-JONES, E. B., BRIGGS, D. & SMITH, A. G. (2002): The origin of intermediate species of the genus *Sorbus*. – Theor. Appl. Genet. 105: 953–963.
- OTTO, H.-J. (1994): Waldökologie. – Ulmer, Stuttgart: 391 S.
- ROBERTSON, A., NEWTON, A. C. & ENNOS, R. A. (2004): Multiple hybrid origins, genetic diversity and population genetic structure of two endemic *Sorbus* taxa on the Isle of Arran, Scotland. – Molecular Ecology 13: 123–134.

RUDOW, A. & AAS, G. (1997): *Sorbus latifolia* s.l. in der zentralen Nordschweiz: Verbreitung, Standort und Populationsbiologie. – Bot. Helv. 107: 51–73.

Gregor Aas
Ökologisch-Botanischer Garten, Universität Bayreuth
95440 Bayreuth
gregor.aas@uni-bayreuth.de

Matthias Kohles
Häckergrund 11
96224 Burgkunstadt
matthiaskohles@gmx.de

Manuskript eingereicht am 04.02.2010, endgültig angenommen am 07.11.2010.

