

Sorbus latifolia s. 1. in der zentralen Nordschweiz : Verbreitung, Standort und Populationsbiologie

Autor(en): **Rudow, Andreas / Aas, Gregor**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Botanica Helvetica**

Band (Jahr): **107 (1997)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72636>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sorbus latifolia s.l. in der zentralen Nordschweiz: Verbreitung, Standort und Populationsbiologie

Andreas Rudow und Gregor Aas

Professur für Forstschutz und Dendrologie, ETHZ, CH-8092 Zürich, Schweiz

Manuskript angenommen am 26. August 1996

Abstract

Rudow A., Aas G. 1997. *Sorbus latifolia* s.l. in Central Northern Switzerland: Distribution, site and population biology. Bot. Helv. 107: 51–73.

Sorbus latifolia s.l. is a complex of hybridogeneous forms between *S. aria* (L.) Crantz and *S. torminalis* (L.) Crantz. Some findings of this taxon in the Swiss Central Plateau have already been described, however, without a thorough characterisation of the sites of *S. latifolia*. It has been the aim of this study to ascertain the exact distribution and frequency of occurrence of *S. latifolia* in the cantons of Aargau and Zürich, which together have a total of 99 000 ha of forest. Furthermore, the ecological conditions for the occurrence of *S. latifolia* were characterised and the level of dependence on the occurrence of parent species established. For this purpose, a total of 470 potential sites were established for the whole area covered, using various methods of investigation. 160 (34%) of these sites were entered and the occurrence of *S. latifolia*, *S. aria* and *S. torminalis* ascertained and 9 site parameters were defined for each site.

S. latifolia is much more common in the areas tested than has been previously supposed. 38 sites of *S. latifolia* were found by random sampling, which allows a total of approximately 135 such sites for the whole area to be assumed. 27 of these sites were previously unknown. At 8 sites, 10 or more (up to a total of forty) tree-like individuals were found, whereby at each of these sites several morphotypes could be established. This indicates that *S. latifolia* in this area is not a pure apomictic group and that even geographically close sites cannot as a rule be considered as such here.

S. latifolia is able to compete successfully at certain sites of the Swiss Central Plateau and often overreaches the growth height of both parent species. The site is most often a steep slope facing in a south-southwesterly direction on Upper Freshwater Molasse (Tortonina-Sarmatia). Here, *S. latifolia* prefers relatively proliferous microsites with good supplies of water and other nutrients, for example terraced slopes. It is possible that these marlaceous and permanently wet sites create favourable conditions for vegetative propagation (root sprouting) for *S. latifolia*, due to frequent ground movement (landslips).

The investigations show that *S. aria* and *S. torminalis* hybridise widely in the area investigated. Parent plants of both species are present in close proximity to most sites of *S. latifolia* (33 = 87%). *S. latifolia* was also found at over a third (33 = 35%) of the sites common to both parent species. Relatively speaking, *S. latifolia* is found more often at sites where *S. torminalis* is present in greater numbers than *S. aria*. Since this dominance by *S. torminalis* is not particularly common on Upper Freshwater Molasse, i.e. there is

no correlation between the site and the occurrence of *S. latifolia*, it can be supposed that the frequency of hybridisation effectively depends on the mixture of parent species present, however, the distribution profile for *S. latifolia* results much more strongly from selection.

The significance of hybridisation and introgression for the occurrence of diversity in the complex '*Sorbus aria-latifolia-torminalis*' and the resulting problems for the taxonomy and conservation of species are discussed. *S. latifolia* appears to be well adapted for a study of the various processes of population biology and evolution due to its low population density and a clear geographical separation of partial populations in most cases. Moreover, with the cataloguing of the various locations where *S. latifolia* was found, a firm foundation has been created for thorough investigation of the occurrence of *S. latifolia* in a larger area.

Key words: *Sorbus latifolia*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis*, Switzerland, distribution, site, population biology, hybridisation, apomixis, introgression, evolution, taxonomy.

1. Einleitung

In Mitteleuropa umfaßt die Gattung *Sorbus* L. (Rosaceae) die folgenden diploiden Arten ($2n=34$) mit sexueller Fortpflanzung: *Sorbus aria* (L.) Crantz (Mehlbeere), *S. aucuparia* L. (Eberesche), *S. chamaemespilus* (L.) Crantz (Zwerg-Mehlbeere), *S. domestica* L. (Speierling) und *S. torminalis* (L.) Crantz (Elsbeere) (Düll 1959, Maier 1994). Die Arten dieser Gattung können in verschiedenen Kombinationen untereinander diploide, fertile Nachkommen zeugen. Außerdem sind eine Vielzahl von Sippen bekannt, die mutmaßlich durch Hybridisierung entstanden sind (Übersichten bei Düll 1959, Maier 1994). Viele von diesen Sippen sind als Lokalarten (Mikrospezies) beschrieben und gelten als Apomikten (Apomixis im Sinn von ungeschlechtlicher Samenbildung; Asker und Jerling 1992). Hierzu zählen auch intermediäre, wahrscheinlich hybridogene Formen zwischen *S. aria* und *S. torminalis*. Düll (1959) bezeichnet diese als Bastard-Elsbeeren, *S. latifolia* s.l. Heute wird *S. latifolia* s.l. als ein Aggregat verstanden, in dem die Hybriden von *S. aria* und *S. torminalis* und die aus Bastarden hervorgegangenen, apomiktischen Mikrospezies zusammengefaßt sind (z. B. Maier 1994, Jankun und Kovanda 1987, Sell 1989, Seybold 1992). Morphologisch gleichen sie alle mehr oder weniger *S. latifolia* (Lam.) Pers. (Breitblättrige Mehlbeere von Fontainebleu, Düll 1959), die anfangs des 18. Jahrhunderts im Forêt de Fontainebleu bei Paris entdeckt wurde (Guinier 1951). Im folgenden wird das Aggregat *S. latifolia* s.l. als '*S. latifolia*' bezeichnet.

Aus vielen Teilen Europas (z. B. England, Ungarn, Deutschland) sind Sippen aus diesem Aggregat bekannt (Sell 1989, Jankun und Kovanda 1987, Karpati 1960, Suck und Meyer 1990, Seybold 1992). In der zentralen Nordschweiz wurden Vorkommen von Kägi (1924), Kummer (1943) und Moor (1967) beschrieben. Demnach kommt *S. latifolia* im Tösstal (Kanton Zürich), im Kanton Schaffhausen und dem Zürcher Weinland sowie im Baselländischen und Aargauischen Jura vor. Luchsinger (1991) und Aas und Storrer (1992) entdeckten Vorkommen von *S. latifolia* außerhalb dieser Verbreitungsgebiete, nämlich im Reppischtal (Kanton Zürich). Diese Fundorte weichen standörtlich stark von den von Moor (1967) beschriebenen Jura-Standorten ab. Die Arbeit von Moor (1967) ist die bisher einzige Standorts-Charakteristik für *S. latifolia*.

Aas et al. (1994) haben zwei individuenreiche Vorkommen von *S. latifolia* (Reppischtal, Kanton Zürich und Birnberg, Baden-Württemberg, Deutschland) eingehend untersucht. Sie gelangen zu dem Ergebnis, daß es sich bei diesen Vorkommen jeweils um

Hybriden zwischen *S. aria* und *S. torminalis* handelt, die zumindest teilweise sexuell fortpflanzungsfähig sind sowie um Rückkreuzungsformen, die mehr oder weniger *S. aria* ähneln. Die Möglichkeit apomiktischer Fortpflanzung schließen Aas et al. (1994) nicht aus. Diese Autoren äußern die Vermutung, daß *S. latifolia* in der Nordschweiz häufiger ist als bisher angenommen wurde.

Die Ziele der vorliegenden Arbeit waren deshalb, die Verbreitung von *S. latifolia* in einem ausgewählten Gebiet der Nordschweiz möglichst vollständig zu erfassen, die standörtlichen Bedingungen der Vorkommen zu charakterisieren sowie die Abhängigkeit des Auftretens von *S. latifolia* von der Häufigkeit der Elternarten am Standort zu prüfen.

Die vorliegende Arbeit basiert weitgehend auf Untersuchungen, die im Rahmen einer Diplomarbeit an der Professur für Forstschutz und Dendrologie der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich durchgeführt wurden (Rudow 1994).

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die Schweizer Kantone Aargau und Zürich (Abb. 1). Über die standörtlichen Bedingungen der Region gibt das Oberforstamt und Amt für Raumplanung des Kantons Zürich (1993) eine Übersicht. Das Untersuchungsgebiet liegt in dem den Alpen nördlich

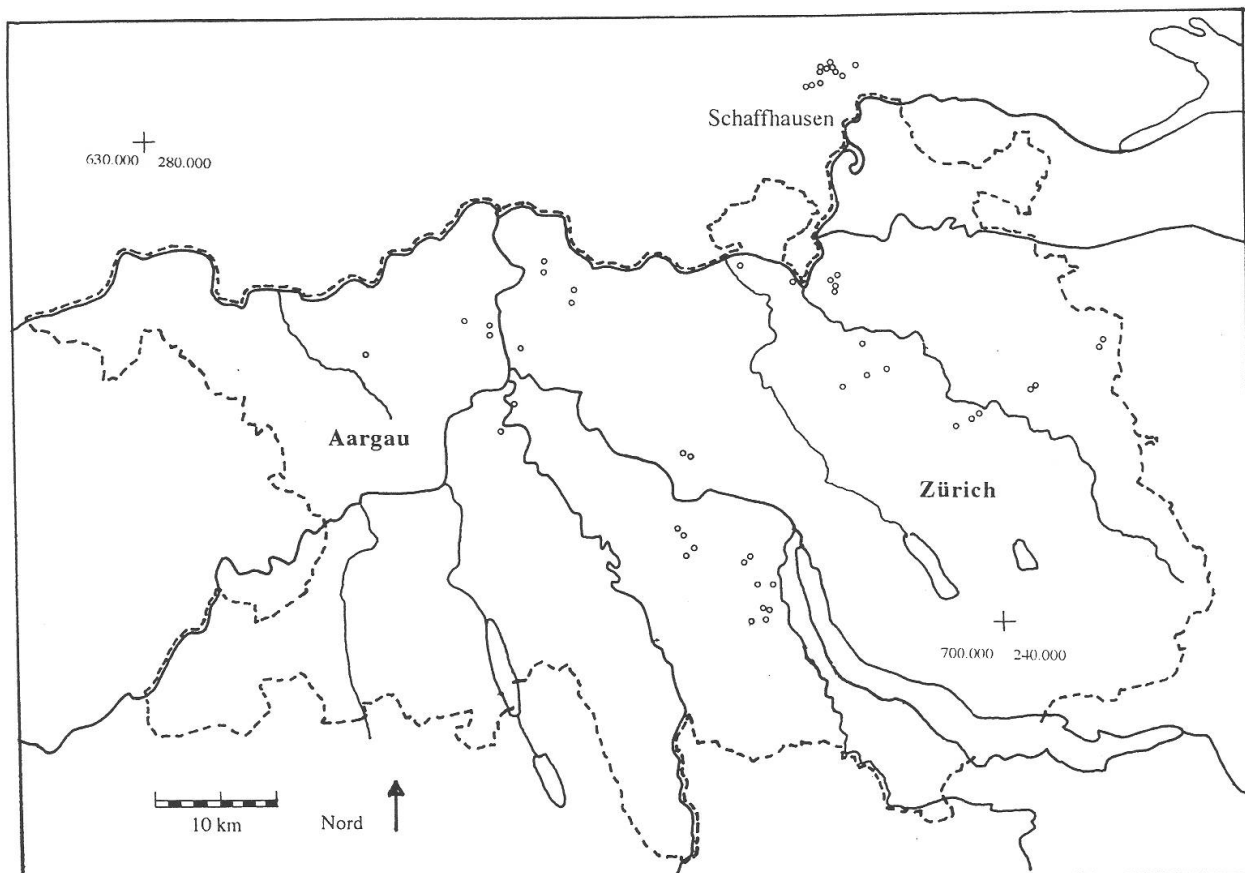


Abb. 1: Karte des Untersuchungsgebiets (---) im Maßstab 1:780 000 und Vorkommen von *Sorbus latifolia* (o).

vorgelagerten Molassebecken mit Erhebungen von 270 bis zu 1290 m ü. M., mit Wald vorwiegend auf Braunerden. Außerdem umfaßt es die Ostausläufer des Jura mit Erhebungen bis zu 860 m ü. M., mit Wald vorwiegend auf Humuskarbonatböden. Die Waldfläche des Untersuchungsgebietes beträgt knapp 100 000 ha, die sich hauptsächlich in der kollinen und submontanen Höhenstufe befinden. Der mittlere jährliche Niederschlag liegt zwischen 900 mm und 1400 mm. Die Jahresmitteltemperatur beträgt auf 400 m ü. M. ca. 9°C, und die Vegetationszeit dauert hier rund 250 Tage.

2.2 Datenerhebung

Zur Ermittlung der Vorkommen wurden zunächst *potentielle Fundorte* ermittelt, das heißt Orte, an denen das Auftreten von *S. latifolia* aufgrund verschiedener Kriterien für möglich gehalten wurde. In einem zweiten Schritt wurde eine Auswahl aus den potentiellen Fundorten getroffen und diese Orte begangen. Während der Begehungen wurden Aufnahmen gemacht. Jede *Aufnahme* bezieht sich auf ein bestimmtes Areal (Aufnahmefläche) und beinhaltet verschiedene Erhebungen zum Vorkommen von *S. latifolia*, zum Standort und zur Häufigkeit der Elternarten. Die Untersuchungen wurden im Jahr 1994 durchgeführt.

Potentielle Fundorte

Zur Ermittlung potentieller Fundorte wurden vier Methoden angewandt:

Methode 1 (Vegetationskartierung, Inventare seltener Waldstandorte). – Diese Methode zielte auf die Ermittlung gemeinsamer Vorkommen der Elternarten ab. Waldgesellschaften, in denen möglicherweise sowohl *S. torminalis* als auch *S. aria* vorkommt (Moor 1967, Ellenberg und Klötzli 1972, Wohlgemuth 1993, Oberforstamt und Amt für Raumplanung des Kantons Zürich, 1993), sind im ganzen Gebiet durch Vegetationskartierungen erfaßt. Sie sind im Gebiet relativ selten und die Vorkommen von seltenen Waldgesellschaften sind ab einer bestimmten Mindestfläche (100–200 a) in speziellen, kantonalen Inventaren enthalten (Wald-Naturschutz-Inventar, Abteilung Wald (Kanton Aargau), 1990, unveröffentlicht; Inventar der Standorte von naturkundlicher Bedeutung, Oberforstamt (Kanton Zürich), 1994, unveröffentlicht). Aus diesen Inventaren seltener Waldstandorte konnten potentielle Fundorte direkt ermittelt werden.

Methode 2 (Umfrage). – Durch eine Umfrage beim Forstdienst (Kreis- und Revierförster) wurden Vorkommen von *S. latifolia* sowie gemeinsame Vorkommen der Elternarten gesucht. Dazu wurde an alle Kreisforstämter sowie kommunalen Forstverwaltungen des Untersuchungsgebietes ein Fragebogen *verschickt*.

Methode 3 (andere Inventare). – Diese Methode umfaßt Angaben zu potentiellen Fundorten von vier verschiedenen Quellen:

- a) Angaben zu Fundorten von *S. latifolia* im Herbarium der Universität/ETH Zürich.
- b) Angaben zu Fundorten von *S. latifolia* in der Literatur (Kägi 1924, Kummer 1943, Moor 1967).
- c) Angaben zu Fundorten von *S. latifolia* in der Datenbank der Vegetationsaufnahmen der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf.
- d) Angaben zu Fundorten gemeinsamer Vorkommen von *S. aria* und *S. torminalis* in der Datenbank der Reservate der Professur für Waldbau der ETH Zürich.

Es wurden nur Angaben zu Flächen berücksichtigt, die entweder aufgrund von Geländepunkten, Flur- sowie Gemeindenamen oder aufgrund von Koordinatenangaben mittels 1:25 000er Kartenblättern der Landeskarte der Schweiz (Bundesamt für Landestopographie, Ausgabe 1982–1990) lokalisiert werden konnten und nicht größer als 25 ha waren.

Methode 4 (Ergänzungen). – Da nicht davon ausgegangen werden konnte, daß die Methoden 1 bis 3 alle Vorkommen von *S. latifolia* erfassen würden (systematische Fehler), wurden ergänzend zu diesen drei Methoden weitere Orte als potentielle Fundorte aufgenommen:

- a) Orte mit den durch die Methode 1 berücksichtigten Waldgesellschaften, die das Mindestflächenkriterium von 100 a oder 200 a nicht erfüllten,

- b) Orte mit der Waldgesellschaft 10w (Pulmonario-Fagetum melittetosum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare*; nur im Kanton Aargau),
- c) Orte mit *Sorbus*-Vorkommen, die während der Feldarbeiten zufällig gefunden wurden (v.a. Übergänge zu wüchsigeren Standorten in der Nachbarschaft der durch die Methode 1 berücksichtigten Waldgesellschaften).

Aufnahmen

Über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt wurden 160 Stichproben aus insgesamt 470 potentiellen Fundorten ausgewählt, an denen nach *S. latifolia*, *S. aria* und *S. torminalis* gesucht wurde. Bei der Auswahl wurde versucht, die verschiedenen Regionen des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen. Pro potentieller Fundort wurden je nach gutachtlich angesprochener standörtlicher Heterogenität eine bis vier Aufnahmeflächen von 0,1 ha bis 10 ha Größe in der Umgebung der jeweiligen *Sorbus*-Vorkommen ausgeschieden und die Vorkommen und Standorte charakterisiert (auch bei Fehlen von *S. latifolia*). Insgesamt erfolgten 195 Aufnahmen.

Sorbus-Vorkommen

Jedes vorgefundene Individuum der relevanten *Sorbus*-Arten wurde aufgrund von Habitus, Rindenbild und Blattmorphologie (Düll 1959, Moor 1967, Aas et al. 1994) einer der folgenden vier Gruppen zugeordnet: 1. *S. aria*, 2. *S. torminalis*, 3. *S. latifolia*, 4. *Fragliche*.

Als *Fragliche* galten solche Individuen, die nicht eindeutig als *S. latifolia* oder *S. aria* bestimmbar waren. Zur Abgrenzung von *S. latifolia*, *Fraglichen* und *S. aria* wurden drei bereits bewährte Blattmerkmale (Aas et al. 1994) verwendet: Stiel mindestens 2 cm lang, höchstens 10 Paar Seitenerven, seitliche Blattlappen spitz. Ein Individuum wurde als *S. latifolia* bestimmt, wenn alle drei Bedingungen erfüllt waren, als *S. aria*, wenn keine der drei Bedingungen erfüllt war und ansonsten als *Fraglich*.

In jeder Aufnahmefläche wurde die Häufigkeit aller Individuen von *S. latifolia* und *Fraglichen* mit Höhe > 1,3 m erfaßt. Von *S. aria* und *S. torminalis* wurde die absolute Häufigkeit der Individuen mit Brusthöhendurchmesser (BHD) ≥ 10 cm erfaßt und diese nach Arten getrennt in folgende *Populationsstärken* eingeteilt:

- 0 = kein Individuum,
- 1 = 1–10 Individuen,
- 2 = 11–20 Individuen,
- 3 = > 20 Individuen.

Für jede Aufnahmefläche wurde einer der folgenden *Populationstypen* bestimmt, wobei alle *Sorbus*-Individuen mit Höhe > 1,3 m berücksichtigt wurden und *Fragliche* zu *S. aria* gezählt wurden:

- a) *S. latifolia* mit oder ohne Eltern (= *S. latifolia*),
- b) *S. aria* und *S. torminalis* ohne *S. latifolia* (= nur Eltern),
- c) nur *S. torminalis*,
- d) nur *S. aria*,
- e) ohne *Sorbus*.

Standort

Für jede Aufnahmefläche wurden die folgenden neun Standortspareparameter erhoben:

- a) Höhe über Meer,
- b) Exposition,
- c) Hangneigung,
- d) Gründigkeit des Bodens,
- e) Hauptbaumart des Bestandes,
- f) Bonität der Hauptbaumart (maximale Oberhöhe),
- g) Stufigkeit des Bestandes,
- h) Vegetation (Waldgesellschaft),
- i) geologischer Untergrund.

Die Parameter a) bis g) wurden im Feld bei der Begehung der Aufnahme­flächen aufgenommen, die Parameter h) und i) aufgrund der Pläne der kantonalen Vegetationskartierungen (unveröffent­lichte Vegetationskartierungen, Abteilung Wald des Kantons Aargau und Oberforstamt des Kan­tons Zürichs) resp. aufgrund der geologischen Karte der zentralen Nordschweiz (NAGRA und SGK 1984) oder der geologischen Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete (Hantke 1967). Diese Parameter (ohne geologischer Untergrund) wurden ferner für die unmittelbare Umgebung (4 Aren) des jeweils stärksten Individuums von *S. latifolia* erhoben (= Mikrostandort).

2.3 Datenauswertung

Standort

Jeder der neun Standortparameter wurde in Klassen unterteilt und nach diesen Klassen ge­trennt die absolute und relative Häufigkeit jedes Populationstyps ermittelt. Für die qualitativen Parameter Vegetation und geologischer Untergrund erfolgte die Klasseneinteilung mittels Zusammenfassung ähnlicher Einheiten zu Klassen (Tab. 1 und 2). Je Klasse wurde dann die Häufigkeit von *S. latifolia* bezogen auf die Anzahl gemeinsamer Vorkommen der Elternarten ermittelt (*spezielle relative Häufigkeit* = $n \text{ Populationstyp } 'S. latifolia' / [n \text{ Populationstyp } 'S. latifolia' + n \text{ Populationsstyp } 'nur \text{ Eltern}']$; n = Anzahl Vorkommen). Ferner wurde für Vorkommen von *S. latifolia* der jeweilige Mikrostandort mit dem Standort der ganzen Aufnahme­fläche verglichen (*Standort-Mikrostandort-Vergleich*). Dazu wurden nach Parameterklassen getrennt die entsprechenden Häufigkeiten der Vorkommen gegenübergestellt.

Vorkommen der Elternarten

Es wurde geprüft, ob die Häufigkeit des Vorkommens von *S. latifolia* abhängig von der Zu­ sammensetzung der Elternpopulationen ist. Dazu wurde die absolute und relative Häufigkeit jedes Populationstyps getrennt nach den Populationsstärkeklassen der Elternarten ermittelt und dann je Populationsstärkeklasse von *S. aria* und von *S. torminalis* die Häufigkeit von *S. latifolia* bezogen auf die Anzahl gemeinsamer Vorkommen der Elternarten berechnet (*spezielle relative Häufigkeit* = $n \text{ Populationstyp } 'S. latifolia' / [n \text{ Populationstyp } 'S. latifolia' + n \text{ Populationstyp } 'nur \text{ Eltern}']$; n = Anzahl Vorkommen).

Ferner wurde für jede Aufnahme die *Elterndominanz* berechnet (Elterndominanz = Popula­ tionsstärke *S. aria* – Populationsstärke *S. torminalis*; wobei: Populationsstärke < 0: Dominanz von *S. torminalis*, Populationsstärke > 0: Dominanz von *S. aria*). Weiter wurde die Häufigkeit jedes Populationstyps nach Elterndominanzklassen getrennt ermittelt und dann die Häufigkeit von *S. latifolia* bezogen auf die Anzahl gemeinsamer Vorkommen der Elternarten für jede Elterndomi­ nanzklasse berechnet (*spezielle relative Häufigkeit* = $n \text{ Populationstyp } 'S. latifolia' / [n \text{ Populationsstyp } 'S. latifolia' + n \text{ Populationstyp } 'nur \text{ Eltern}']$; n = Anzahl Vorkommen).

3. Ergebnisse

Die vier Erhebungsmethoden erbrachten zusammen 545 Angaben zu potentiellen Fundorten, aus denen nach Abzug der Mehrfachnennungen 470 verschiedene potentielle Fundorte resultierten. Von diesen wurden 160 potentielle Fundorte (34%) begangen und dabei 195 Aufnahmen gemacht.

3.1 Vorkommen von *S. latifolia*

Tab. 3 zeigt die Häufigkeit der bei den Aufnahmen gefundenen Populationstypen und die Häufigkeit der in den Populationstypen angetroffenen *Fraglichen*.

Insgesamt wurden 38 Vorkommen von *S. latifolia* gefunden. Das entspricht 19,5% aller Aufnahmen. Bei 33 Vorkommen von *S. latifolia* waren beide Elternarten, bei vier Vorkommen nur *S. aria* und bei einem Vorkommen nur *S. torminalis* am Fundort vertre-

Tab. 1. Standortsparemeter Vegetation: Einteilung der Waldgesellschaften in Vegetationsklassen.

Vegetation Klasse (Nummer)	EK-Nr. ¹	Waldgesellschaften (nach Ellenberg und Klötzli (1972) und Oberforstamt und Amt für Raumplanung des Kantons Zürich (1993))
frisch/mittel (1)	EK7 7d 7e EK11	Galio odorati-Fagetum typicum Galio odorati-Fagetum typicum, Ausbildung mit <i>Luzula spec.</i> Galio odorati-Fagetum cornetosum Aro-Fagetum
frisch/basisch (2)	EK9 EK10 EK12 12e	Pulmonario-Fagetum typicum Pulmonario-Fagetum melittetosum Cardamino-Fagetum typicum Cardamino-Fagetum caricetosum albae
trocken/sauer (3)	EK1 EK6	Luzulo solvaticae-Fagetum typicum Galio odorati-Fagetum luzuletosum
trocken/mittel (4)	EK15 EK35 35d 35e	Carici albae Fagetum caricetosum montanum Galio silvatici-Carpinetum Galio silvatici-Carpinetum caricetosum albae Galio silvatici-Carpinetum lithospermetosum
trocken/basisch (5)	EK14	Carici albae-Fagetum typicum
dürr/mittel bis basisch (6)	EK16 EK39 EK64	Selslerio-Fagetum Coronillo coronatae-Quercetum Cytiso-Pinetum silvestris
wechselfeucht (7)	10w 12w EK17 17k	Pulmonario-Fagetum melittetosum, Ausbildung mit kriechendem <i>Ligustrum vulgare</i> Cardamino-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem <i>Ligustrum vulgare</i> Taxo-Fagetum Taxo-Fagetum, Molasse-Steilhang-Komplex
wechseltrocken (8)	14w	Carici albae-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem <i>Ligustrum vulgare</i>
stark wechs.feucht, -trocken (9)	EK61 EK62	Molinio-Pinetum silvestris Cephalanthero-Pinetum silvestris
Schutt instabil (10)	EK13 13e 13t EK25	Cardamino-Fagetum tilietosum Cardamino-Fagetum tilietosum, Ausbildung mit <i>Carex alba</i> Cardamino-Fagetum tilietosum, artenarme Ausbildung Asperulo taurinae-Tilietum

¹ EK-Numerierung gemäß Ellenberg und Klötzli (1972) oder gemäß Kartierungspraxis der Beratungsgemeinschaft für Umweltfragen BGU in Zürich (Übersicht in: Oberforstamt und Amt für Raumplanung des Kantons Zürich, 1993) (= Untergesellschaften-Numerierung).

Tab. 2. Standortparameter geologischer Untergrund: Einteilung des geologischen Untergrundes in Klassen.

Geologischer Untergrund Klasse (Nummer)	Nr. ¹	Geologischer Untergrund (nach Hantke, 1967 und NAGRA und SGK, 1984)
Muschelkalk (1)	mu1 mu2 mu3/4	Unterer Muschelkalk: Wellenbildungen Mittlerer Muschelkalk: Anhydritgruppe Oberer Muschelkalk: Hauptmuschelkalk
Keuper und Lias (2)	k l	Lettenkeuper, Gipskeuper, Rhät Lias: <i>Hettangian</i> – <i>Toarcian</i>
Dogger (3)	d1/2 d3/4	Unterer Dogger: <i>Aalénian</i> – Mittleres <i>Bajocian</i> Mittlerer und Oberer Dogger: Oberes <i>Bajocian</i> – <i>Callovian</i>
Malm (4)	m1–3 m4	Unterer Malm: <i>Oxfordian</i> Mittlerer und Oberer Malm: <i>Kimmeridgian</i> (– Unterstes <i>Portlandian</i>)
Unt. Süßwassermolasse (5)	US	<i>Chattian</i> (<i>Stampian</i>) – <i>Aquitanian</i> , div. Schüttungen
Obere Meeresmolasse (6)	OM	<i>Burdigalian</i> – <i>Helvetian</i> , div. Schüttungen
Ob. Süßwassermolasse (7)	OS	<i>Tortonian</i> – <i>Sarmatian</i> – <i>Pontian</i> , div. Schüttungen
Deckenschotter (8)	Dh Dt	Höhere Deckenschotter (mindeleiszeitlich, ev. vormindeleiszeitlich) Tiefere Deckenschotter (mindeleiszeitlich, ev. vormindeleiszeitlich)
Rißeiszeitl. Ablagerung (9)	MR SR	Rißmoräne, div. Stadien Rißschotter (Hochterrassen)
Würmeiszeitl. Ablag. (10)	MW SW	Würmmoräne, div. Stadien Würmschotter (Niederterrassen)

¹ Numerierung gemäß NAGRA (Nationale Gesellschaft für Lagerung radioaktiver Abfälle) und SGK (Schweizerische Geologische Kommission) (1984).

Tab. 3. Häufigkeiten der bei den Aufnahmen gefundenen Populationstypen und vorgefundenen Vorkommen von *Fraglichen* in Abhängigkeit vom Populationstyp.

Populationstyp	Populationstyp		<i>Fragliche</i>	
	N	%	n	% (von N)
<i>Sorbus latifolia</i>	38	19,5	16	42,1
nur Eltern	61	31,3	10	16,4
nur <i>S. torminalis</i>	41	7,2	0	0,0
nur <i>S. aria</i>	61	31,3	4	6,6
ohne <i>Sorbus</i>	21	10,7	0	0,0
Gesamt	195	100,0	30	15,4

ten. Insgesamt weisen somit 35,1% ($n=33$) der gemeinsamen Vorkommen von *S. aria* und *S. torminalis* ($n=94$) *S. latifolia* auf. Die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* beträgt mit 38 Vorkommen von *S. latifolia* und 61 gemeinsamen Vorkommen der Eltern (ohne *S. latifolia*) insgesamt 38,3%. Die einzelnen Vorkommen sind im Fundortkatalog (Tab. 4) aufgelistet und deren Verteilung auf der Karte des Untersuchungsgebietes (Abb. 1) dargestellt. Zusätzlich wurden vier erst 1992 von Aas und Storrer beschriebene Vorkommen von *S. latifolia* und elf im Zuge von Voruntersuchungen im Kanton Schaffhausen gefundene Vorkommen in den Fundortkatalog aufgenommen.

Tab. 4. Vorkommen von *Sorbus latifolia* in den Kantonen Zürich und Aargau, inkl. Vorkommen nach Aas und Storrer (1992), sowie im Kanton Schaffhausen: Ortsbezeichnung, Gemeinde und Koordinaten des Vorkommens, Anzahl Individuen (n) von *S. latifolia* und *Fragliche* (Höhe $>1,3$ m) sowie Anzahl der vorhandenen Herbarbelege¹ (nH).

Ortsbezeichnung, Gemeinde	Koordinaten (Karte)	<i>S. latifolia</i>		<i>Fragliche</i>	
		n	nH	n	nH
<i>Sorbus latifolia</i> -Vorkommen in den Kantonen Aargau und Zürich					
Schrannen, Villigen	657.975 / 264.050 (1070)	1	1	–	–
Tüeliboden, Villigen	658.200 / 265.600 (1070)	1	–	2	2
Röt Ost, Hottwil	656.400 / 265.650 (1070)	1	–	3	–
Moos Kante, Hornussen	647.700 / 262.375 (1069)	1	–	–	–
Birchhofegg, Gebenstorf	660.050 / 258.425 (1070)	2	–	–	–
Schofberg, Mülligen	659.300 / 256.250 (1090)	~10	6	1	–
Flue Mitte, Untersiggenthal	660.725 / 263.000 (1090)	1	1	–	–
Sennenloch, Döttingen	662.400 / 269.200 (1050)	~40	13	3	3
Hornbuck, Döttingen	662.250 / 270.250 (1050)	3	3	–	–
Chälle, Tegerfelden	664.750 / 267.400 (1050)	5	3	–	–
Tüfelschanzelen West, Unterendingen	664.650 / 266.200 (1050)	4	4	–	–
Altberg Mitte, Oetwil a.d. L.	673.650 / 254.150 (1071)	3	3	3	–
Altberg Ost, Weiningen	673.900 / 254.100 (1071)	~10	7	5	1
Glattspitz, Glattfelden	678.750 / 269.600 (1051)	1	1	–	–
Rhinsberg Flüe, Bülach	683.100 / 267.650 (1051)	3	–	–	–
Warpel, Embrach	688.500 / 262.850 (1071)	1	–	–	–
Rain, Embrach	687.000 / 259.550 (1071)	2	2	1	1
Sunnenberg Ost, Oberembrach	688.900 / 260.650 (1071)	1	1	1	1
Böl Rücken Süd, Oberembrach	690.375 / 261.200 (1072)	~20	4	2	1
Manegg Nord, Zürich	681.000 / 243.550 (1091)	2	2	~10	1
Hörglenbuck, Bonstetten	679.500 / 240.275 (1111)	1	1	–	–
Diebis Westrücken, Stallikon	678.440 / 245.200 (1091)	2	1	1	1
Diebshalde Nordwest, Stallikon	678.600 / 245.350 (1091)	~10	6	–	–
Hatzental, Stallikon	679.600 / 243.450 (1091)	1	1	–	–
Spitzegg West, Stallikon	680.150 / 241.300 (1111)	~30	8	1	1
Bliggiweid Rutschung, Stallikon	680.325 / 241.300 (1111)	1	1	1	1
Girstel Süd, Stallikon	680.400 / 240.600 (1111)	4	3	1	1
Widumtobel, Illnau-Effretikon	695.900 / 256.250 (1072)	2	–	–	–
Zimmermannstobel Nord, Kyburg	697.600 / 256.625 (1072)	1	–	–	–
Mülitobel Ost, Kyburg	697.750 / 256.850 (1072)	1	–	–	–
Grasboden Mittelegg, Winterthur	702.925 / 259.350 (1072)	1	–	–	–
Grasboden Mulde, Winterthur	703.075 / 259.600 (1072)	1	–	–	–
Birmistel, Elgg	708.250 / 262.950 (1073)	~15	–	–	–

Tab. 4. Fortsetzung

Ortsbezeichnung, Gemeinde	Koordinaten (Karte)	<i>S. latifolia</i>		<i>Fragliche</i>	
		n	nH	n	nH
Schneitberg Ost, Elgg	708.000 / 262.625 (1073)	3	–	–	–
Lehrücken, Freienstein-Teufen	685.400 / 267.900 (1051)	1	–	1	1
Tobelrücken, Freienstein-Teufen	685.400 / 268.250 (1051)	1	1	–	–
Wandbuck Süd, Freienstein-Teufen	685.375 / 268.400 (1051)	1	1	–	–
Wandbuck, Berg a. I.	685.400 / 268.550 (1051)	~ 10	5	2	1
<i>S. latifolia</i> -Vorkommen (Aas und Storrer, 1992)					
Foren, Urdorf	673.000 / 247.800 (1091)	35	13 ²	24 ²	24 ²
Hohbüel, Urdorf	673.500 / 247.100 (1091)	1	2	2	2
Egg, Birmensdorf	674.300 / 246.300 (1091)	3	2	2	2
Tobel, Birmensdorf	673.800 / 246.200 (1091)	4	2	2	2
<i>S. latifolia</i> -Vorkommen im Kanton Schaffhausen					
Biberich Plateau, Löhningen	684.350 / 284.500 (2511)	2	–	1	–
Holzhalde, Löhningen	684.100 / 284.375 (2511)	4	–	–	–
In der Egg, Beringen	685.400 / 284.500 (2511)	~ 10	–	–	–
Wolfsbuck, Schaffhausen	686.950 / 285.100 (2511)	2	–	–	–
Hoftobel, Schaffhausen	686.800 / 285.500 (2511)	2	–	–	–
Vorderer Klosterhau, Schaffhausen	686.600 / 285.800 (2511)	1	–	–	–
Kehlhofstraße, Schaffhausen	686.250 / 286.275 (2511)	2	–	–	–
Holenbaum Ost, Schaffhausen	688.600 / 285.500 (2511)	5	–	–	–
Eschheimertalende Ost, Schaffhausen	686.300 / 286.000 (2511)	~ 5	–	–	–
Eschheimertalende Nord, Schaffhausen	685.950 / 286.100 (2511)	~ 5	–	–	–
Eschheimertalende West, Schaffhausen	686.000 / 285.900 (2511)	1	–	–	–

¹ Zusätzlich zu den Hybriden (inkl. *Fraglichen*) wurden auch Individuen der Elternarten herbarisiert: insgesamt sind von Individuen der Aufnahmeflächen Herbarbelege von 92 *S. latifolia*-, 40 *Fraglichen*-, 79 *S. torminalis*- und 124 *S. aria*-Individuen im Herbar der Professur für Forstschutz und Dendrologie der ETH Zürich vorhanden.

² Anzahl unter Aufnahmefläche „Foren, Urdorf“ ist jeweils die Summe der vier Vorkommen des Reppischtales „Foren, Urdorf“, „Hohbüel, Urdorf“, „Egg, Birmensdorf“ und „Tobel, Birmensdorf“ zusammen.

3.2 Standort

Die Darstellung der Ergebnisse beschränkt sich auf die Parameter Exposition, Hangneigung, Bonität der Hauptbaumart, Vegetation und geologischer Untergrund, da diese den Standort gut zu charakterisieren vermögen. Das Vorkommen von *S. latifolia* hängt zwar auch von den anderen erhobenen Parametern ab, da diese aber mit zumindest einem der dargestellten Parameter korrelieren, wurde hier auf ihre ausführliche Wiedergabe verzichtet. Die Höhe ü. M. korreliert beispielsweise mit dem anstehenden geologischen Untergrund und ist oberhalb von 750 m ü. M. durch das Fehlen von *S. torminalis* begrenzt. Bei Aufnahmen bis zu einer Meereshöhe von 850 m liegen der höchstgelegene Fund von *S. latifolia* auf 730 m ü. M. und der höchstgelegene Fund von *S. torminalis* auf

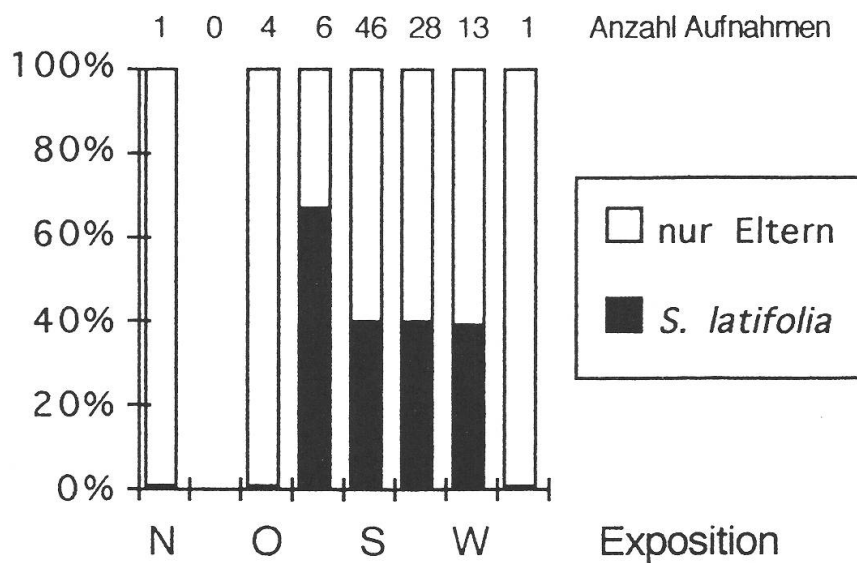


Abb. 2: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Exposition.

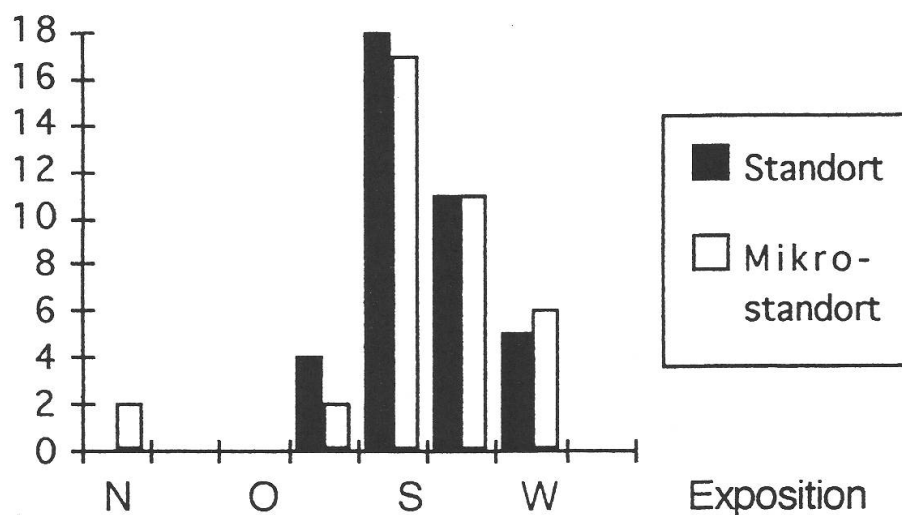


Abb. 3: Häufigkeit der Standorte und Mikrostandorte von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Exposition.

740 m ü. M. Die Parameter Gründigkeit des Bodens sowie Hauptbaumart und Stufigkeit des Bestandes korrelieren stark mit den Parametern Bonität der Hauptbaumart und Vegetation.

Exposition

Absolut gesehen befinden sich die meisten *S. latifolia*-Vorkommen in Südexposition, relativ betrachtet jedoch (d.h. bezogen auf die Anzahl Aufnahmen) in Südwestexposition. In Nord- und Ostexposition fehlt *S. latifolia* ganz. Die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* (Abb. 2) liegt für die Süd-, Südwest- und Westexposition bei jeweils ca. 40%; mit 66,7% erreicht sie ihren höchsten Wert in Südostexposition, dies allerdings auf Grund von nur sechs Aufnahmen. Betrachtet man die Mikrostandorte von *S. latifolia*

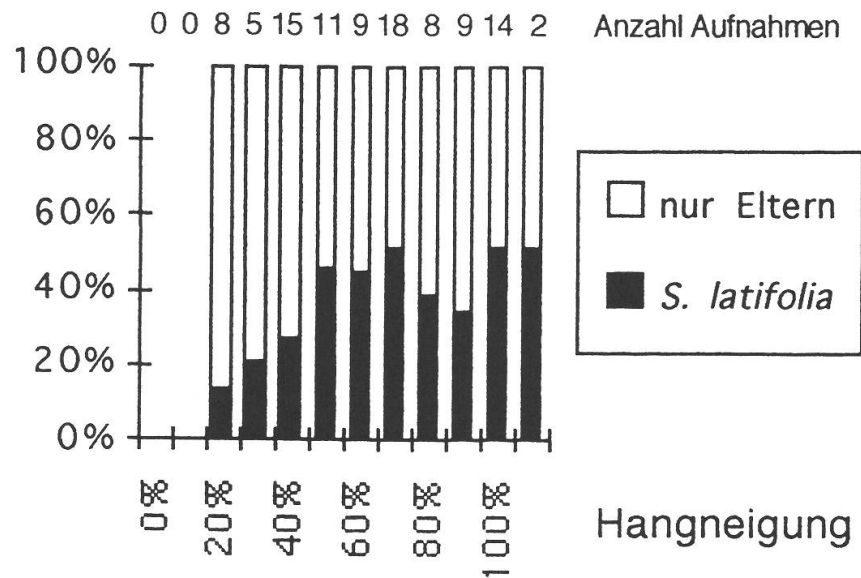


Abb. 4: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Hangneigung.

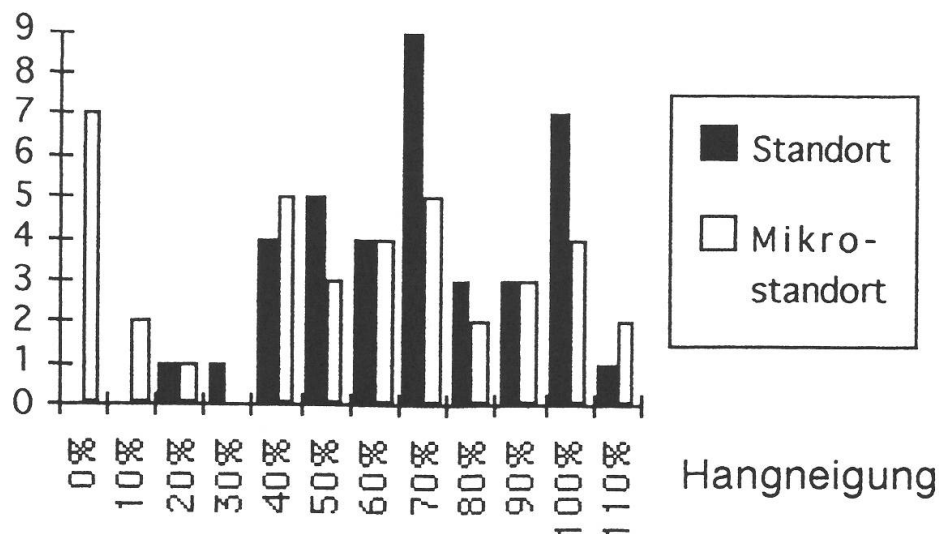


Abb. 5: Häufigkeit der Standorte und Mikrostandorte von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Hangneigung.

(Abb. 3), so ist auffallend, daß diese in zwei Fällen abweichend vom Standort des gesamten Bestandes nordexponiert sind.

Hangneigung

Die meisten Vorkommen von *S. latifolia* liegen in Hanglagen mit einer Neigung von etwa 70%. Die höchsten speziellen relativen Häufigkeiten (Abb. 4) werden bei Neigungen von etwa 50 bis 70% sowie 100% und darüber erreicht. Interessant ist, daß abweichend vom Standort sich ein relativ hoher Anteil der Mikrostandorte von *S. latifolia* in ebener oder schwach geneigter Lage (Hangneigung $\leq 15\%$) befindet (Abb. 5).

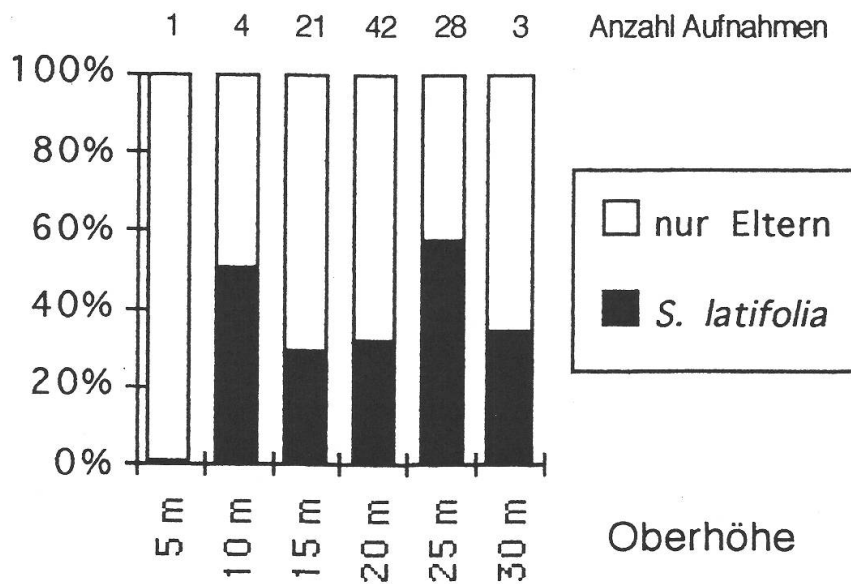


Abb. 6: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Oberhöhe (Bonität) der Hauptbaumart.

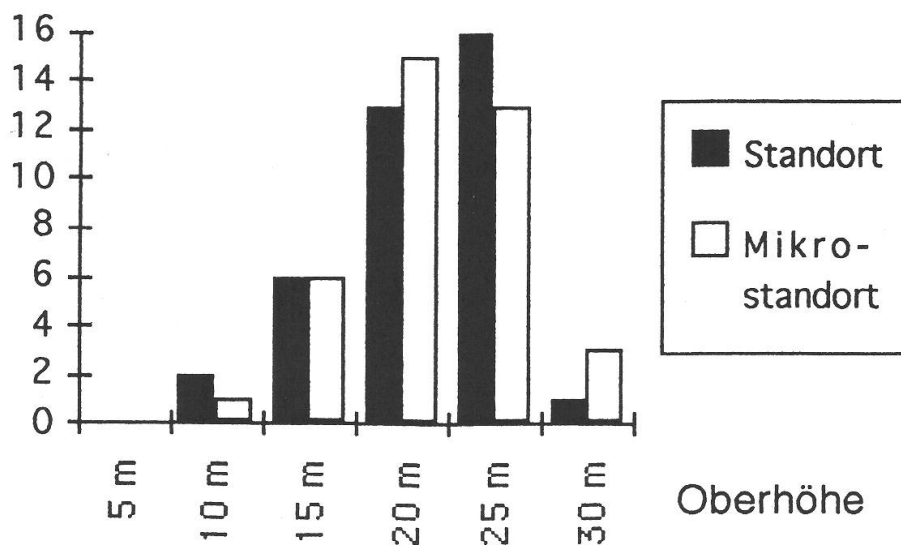


Abb. 7: Häufigkeit der Standorte und Mikrostandorte von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Oberhöhe (Bonität) der Hauptbaumart.

Bonität der Hauptbaumart

Die meisten *S. latifolia*-Vorkommen wurden in Beständen mit Oberhöhen zwischen 18 und 27 m gefunden. Die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* weist zwei Spitzen bei Oberhöhen von 10 m und 25 m auf (Abb. 6). Die Mikrostandorte von *S. latifolia* unterscheiden sich bezüglich der Bonität der Hauptbaumart nicht wesentlich von den Werten für den Standort des gesamten Bestandes (Abb. 7).

Vegetation

Die meisten Vorkommen von *S. latifolia* befinden sich zum einen in der Vegetationsklasse 2 und hier insbesondere in den wüchsigen Gesellschaften Pulmonario-Fagetum typicum (EK9) und Pulmonario-Fagetum melittetosum (EK10), zum anderen in der Vegetationsklasse 7 mit den wechselfeuchten Gesellschaften Pulmonario-Fagetum melittetosum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare* (10w), Taxo-Fagetum (EK17, incl. 17k, dem sog. Molasse-Steilhang-Komplex) und dem Cardamino-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare* (12w). Relativ gesehen liegen die meisten Vorkommen in den wechselfeuchten Waldgesellschaften (Klasse 7, 42.3%), im trockenen und basenreichen Carici albae-Fagetum typicum (EK14, Klasse 5, 28.6%) und dessen wechselfeuchteren Untervariante, dem Carici albae-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare* (Klasse 8, 40%). Die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* (Abb. 8) erreicht in den wechselfeuchten Waldgesellschaften (Klasse 7) mit 65% ihr Maximum und liegt in den wüchsigen Buchenwald-Gesellschaften (Klasse 2) deutlich tiefer. Der Mikrostandort von *S. latifolia* zeigt Abweichungen vom Standort des gesamten Bestandes (Abb. 9). Mehr Vorkommen liegen in der Vegetationsklasse 1, insbesondere im wüchsigen Galio odorati-Fagetum typicum (EK 7), in der Klasse 8 mit wechselfeuchten Standorten (Carici albae-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare*, 14w) und in der Klasse 9, den stark wechselfeuchten Föhrenwaldgesellschaften (Molinio-Pinetum silvestris, EK61; Cephalanthero-Pinetum silvestris, EK62).

Geologischer Untergrund

Absolut und relativ wurden mit Abstand am meisten *S. latifolia*-Vorkommen auf Standorten der Oberen Süßwassermolasse gefunden, gefolgt von 8 Vorkommen auf der Juraformation Malm. Sieht man von den Klassen 5 und 6 mit nur je einer Aufnahme ab, so ist die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* (Abb. 10) auf Standorten der Oberen Süßwassermolasse mit 60,5% am höchsten.

3.3 Auftreten von *S. latifolia* in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Elternarten

Populationsstärken der Elternarten

Insgesamt rund die Hälfte der *S. latifolia*-Vorkommen finden sich in Beständen, die zwischen 1 und 10 Individuen von *S. torminalis* (Populationsstärke 1) aufweisen. Abb. 11 und Abb. 12 zeigen die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* bezüglich der Populationsstärken der Elternarten. Die *S. latifolia*-Vorkommen weisen in bezug auf die Populationsstärke von *S. aria* (Abb. 11) keine ausgeprägte Präferenz auf, die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* liegt für alle Populationsstärken von *S. aria* (>0) bei ca. 40%. Dagegen ist die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* bezüglich der Populationsstärke von *S. torminalis* (Abb. 12) bei 11 bis 20 Individuen (Populationsstärke 2) ausgeprägt höher (73,3%) als bei den anderen Populationsstärken.

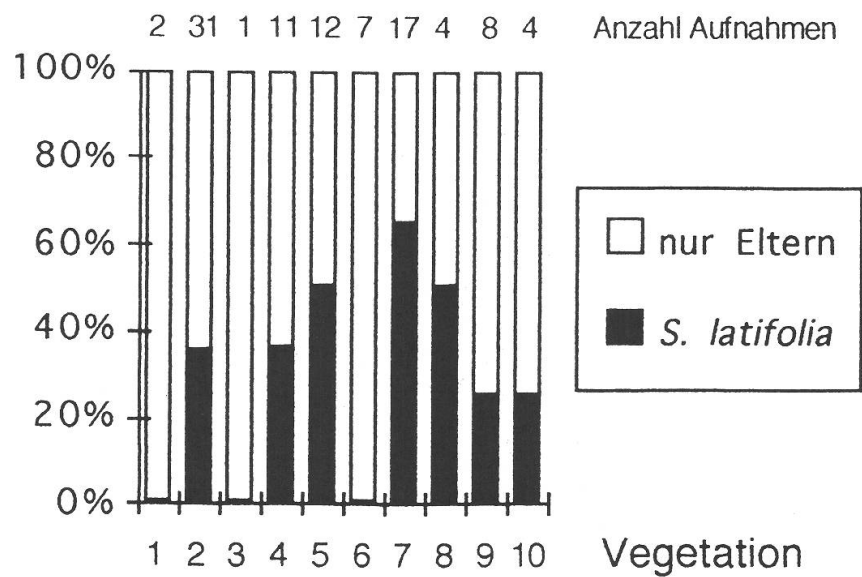


Abb. 8: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Vegetation (Klassen 1 bis 10 vgl. Tab. 1).

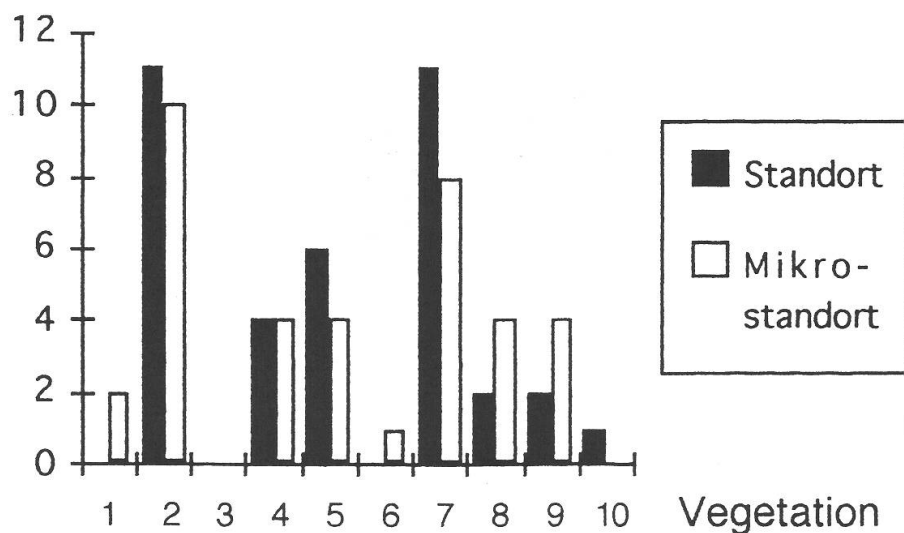


Abb. 9: Häufigkeit der Standorte und Mikrostandorte von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Vegetation (Klassen 1 bis 10 vgl. Tab. 1).

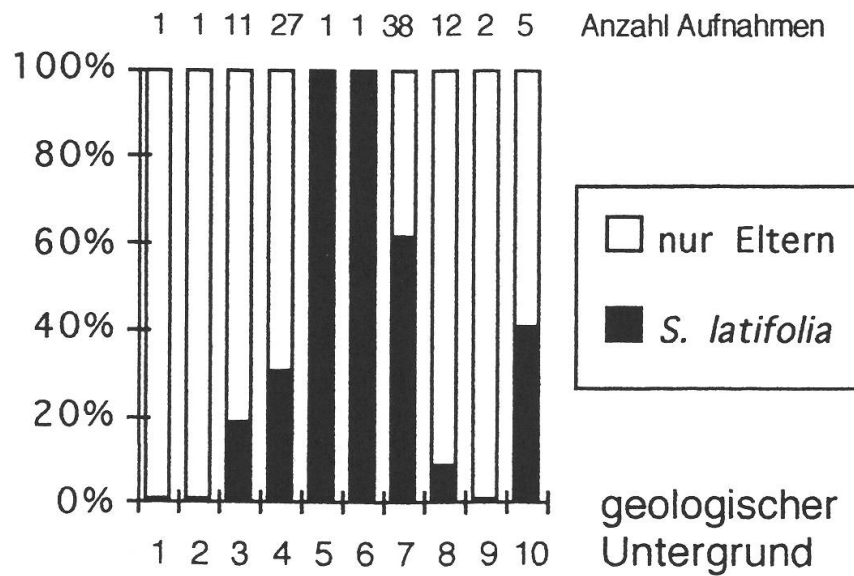


Abb. 10: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit vom geologischen Untergrund (Klassen 1 bis 10 vgl. Tab. 2).

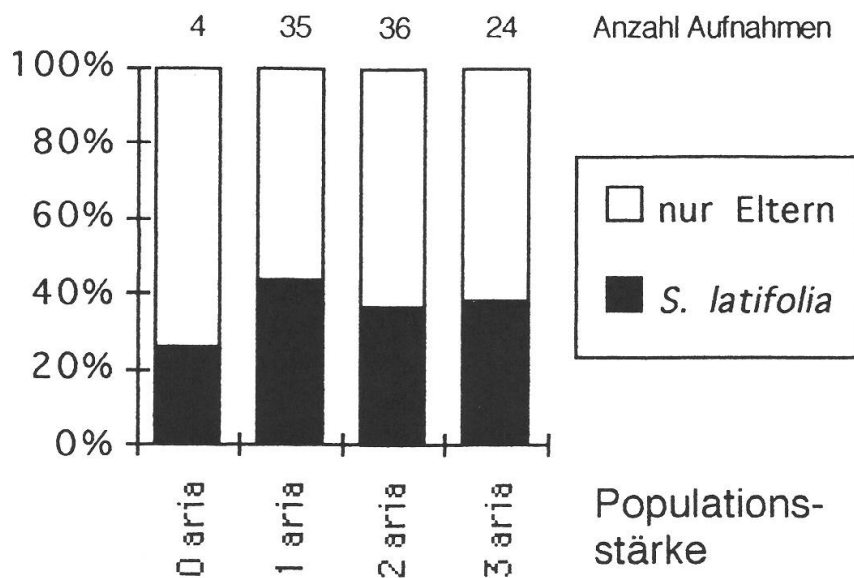


Abb. 11: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Populationsstärke von *S. aria* (0: kein Individuum, 1: 1–10, 2: 11–20, 3: >20 Individuen).

Elterndominanz

Absolut betrachtet wächst *S. latifolia* am häufigsten auf Standorten, wo beide Eltern etwa gleich häufig sind oder *S. aria* schwach dominiert (Elterndominanzklassen 0 und 1). Im Unterschied dazu liegt die spezielle relative Häufigkeit (Abb. 13) in diesen Klassen mit 36,1% (Elterndominanzklasse 0) und 38,2% (Elterndominanzklasse 1) deutlich unter derjenigen bei schwacher *S. torminalis*-Dominanz (Elterndominanzklasse –1: 54,5% spezielle relative Häufigkeit).

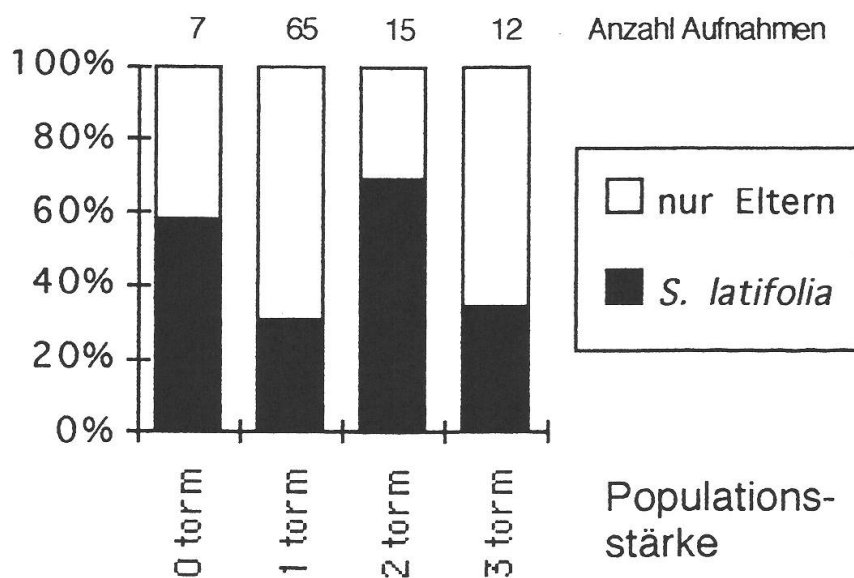


Abb. 12: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Populationsstärke von *S. torminalis* (0: kein Individuum, 1: 1–10, 2: 11–20, 3: >20 Individuen).

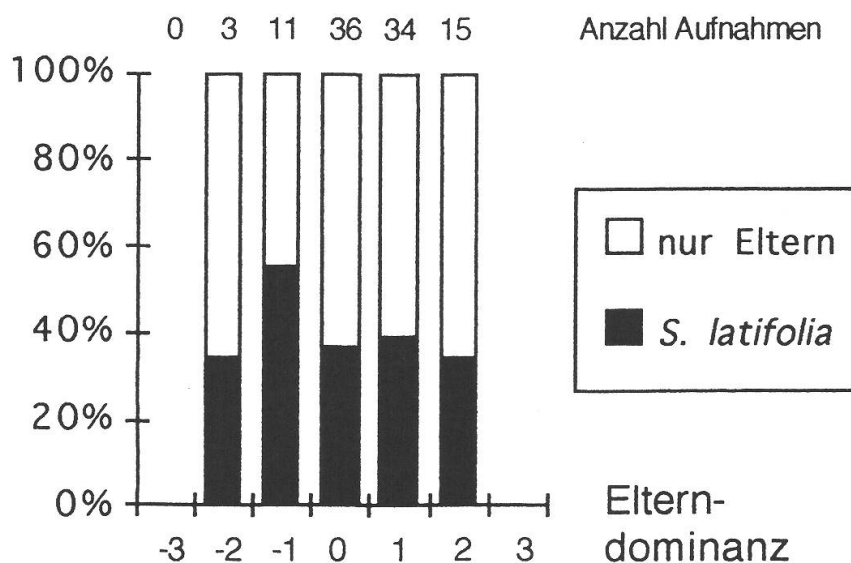


Abb. 13: Spezielle relative Häufigkeit von *Sorbus latifolia* in Abhängigkeit von der Elterndominanz (Elterndominanzklasse = Populationsstärkeklassenwerte *S. aria* – *S. torminalis*, positive Werte = *S. aria*-, negative Werte = *S. torminalis*-Dominanz).

4. Diskussion

Verbreitung von *S. latifolia*

Eines der Ziele der vorliegenden Arbeit war es, die Verbreitung und Häufigkeit von *S. latifolia* in den Schweizer Kantonen Aargau und Zürich umfassend zu ermitteln. Dazu wurden mit verschiedenen Methoden 470 potentielle Fundorte ermittelt und eine Stich-

probe von rund einem Drittel dieser potentiellen Fundorte begangen. Es wurden dabei insgesamt 38 Vorkommen von *S. latifolia* gefunden, darunter 27 bislang unbekannte. Daraus läßt sich auf etwa 135 Vorkommen im Gebiet schließen. Mit dem Auftreten von *S. latifolia* bei rund 35% aller gemeinsamen Vorkommen der Elternarten ist in der zentralen Nordschweiz die Wahrscheinlichkeit überraschend hoch, an Standorten mit *S. aria* und *S. torminalis* auch *S. latifolia* zu finden. Dies steht im Widerspruch zu Aussagen aus der Literatur (Seybold 1992), wonach rezente Bastarde auch dort sehr selten sind, wo beide Eltern gemeinsam auftreten. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß in acht der 38 Vorkommen zehn und mehr (bis 40) baumförmige Individuen von *S. latifolia* festgestellt wurden. Die gefundenen Individuen erreichen teilweise beachtliche Dimensionen (Höhen bis zu 25 m; BHD bis zu 60 cm). Das von Luchsinger (1991) erstmals beschriebene Individuum aus dem Reppischtal (Höhe: 21 m, BHD: 64 cm) stellt im Gebiet also durchaus keinen Einzelfall dar.

Auf Grund bisheriger Untersuchungen (Kägi 1924, Kummer 1943, Moor 1967) war anzunehmen, daß die Vorkommen von *S. latifolia* in den Kantonen Zürich und Aargau beschränkt sind auf drei Teilgebiete. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch neben der beachtlich hohen Zahl von Vorkommen auch, daß *S. latifolia* im gesamten Untersuchungsgebiet sehr viel weiter verbreitet ist als bislang angenommen. Die Häufung der Funde im Gebiet der Albis-Kette läßt vermuten, daß hier, neben den bisher bekannten, ein weiterer Verbreitungsschwerpunkt liegt.

Die Liste der potentiellen Fundorte scheint eine gute Grundlage für die möglichst vollständige und effiziente Erfassung der *S. latifolia*-Vorkommen zu sein. Ein Bericht über die zugrundeliegende Methodik für das Auffinden der gesuchten Baumart (inkl. Beurteilung der Effektivität der verschiedenen angewandten Methoden) ist in Vorbereitung.

Standort von S. latifolia

Ganz im Gegensatz zur bisher einzigen Standortcharakteristik von *S. latifolia* (Moor 1967) wurde die Art im Untersuchungsgebiet hauptsächlich auf relativ wüchsigen Standorten gefunden. Dies sind vor allem frische oder wechselfeuchte bis wechsellrockene, südwestexponierte Steilhänge. Bestes Charakteristikum für diesen Standort ist der geologische Untergrund. Zwei Drittel der *S. latifolia*-Vorkommen stocken auf der Oberen Süßwassermolasse, die im Kanton Zürich und im östlichen Aargau häufig ansteht. Aspektbestimmend sind in der Oberen Süßwassermolasse Sandsteine und Nagelfluhbänke, die von Mergellagen durchsetzt sind (Hantke 1967). Der hohe Tonanteil fördert Staunässe und damit Schwankungen im Wasserhaushalt sowie Bodenbewegungen.

Vegetationskundlich ist *S. latifolia* hauptsächlich an das Pulmonario-Fagetum melittetosum (EK10) und an dessen Untervariante, die Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare* (10w), sowie an das Taxo-Fagetum (EK17) gebunden. Dies sind Gesellschaften basenreicher Standorte, oft in sogenannter Zufuhrlage am Hang oder Hangfuß. Meist stehen sie im Wechsel mit dem Carici albae-Fagetum typicum (EK14), dem Carici albae-Fagetum caricetosum montanum (EK 15), mit wechsellrockenen Standorten auf Kuppen und Kreten (Carici albae-Fagetum typicum, Ausbildung mit kriechendem *Ligustrum vulgare* (14w)) oder mit Föhrenwaldgesellschaften auf stärker wechselfeuchten Böden (Molinio-Pinetum silvestris (EK 61), Cephalanthero-Pinetum silvestris (EK 62)).

Bemerkenswert ist, daß *S. latifolia* innerhalb dieses Standort-Mosaiks bevorzugt auf den wüchsigen Standorten vorkommt und nicht etwa wie *S. aria* auf die lichtereren, bu-

chenfreien Extremstandorte ausweicht. Entweder ist *S. latifolia* im geschlossenen Hochwald auf mittleren Standorten mit Bestandes-Oberhöhen bis zu 25 m sogar an der Kronenschicht beteiligt oder *S. latifolia* stockt auf kleinstandörtlich relativ günstigen Lagen innerhalb ansonsten eher ungünstigen, buchenarmen Extremstandorten. Häufig übertrifft der Bastard beide Elternarten an Wuchshöhe. Der Mikrostandort von *S. latifolia* ist tendenziell weniger geneigt und gründiger, die Bestände kleinflächig einschichtiger, höher und häufiger von der Buche dominiert als der Standort des ganzen Bestandes. Oft handelt es sich dabei um Hangkanten oder Kreten sowie Hangterrassen, letztere insbesondere sogenannte Nackentälchen alter Rutschungen. Es ist denkbar, daß die mit wechselfeuchten Standorten einhergehende Bodenbewegung *S. latifolia* Konkurrenzvorteile gegenüber der Buche verschafft. Sie verursacht Lücken im Kronendach und Störungen im Wurzelbereich; diese begünstigen wurzelsproßbildende Arten wie *S. latifolia* oder *S. torminalis* (Aas und Storrer 1992).

Zehn Vorkommen von *S. latifolia* stocken auf den Juraformationen Dogger und Malm. Diese Vorkommen, hauptsächlich im Carici albae-Fagetum typicum (EK14), Carici albae-Fagetum caricetosum montanum (EK 15) und im Galio silvatici-Carpineum (EK35), entsprechen weitgehend den von Moor (1967) beschriebenen Standorten. Zwar kommen in diesen Gesellschaften beide Eltern oft gemeinsam vor, jedoch ist die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* auf Juraformationen mit maximal 18,6% (Klasse 4: Malm) weit geringer als auf der Oberen Süßwassermolasse mit 60,5%. Wahrscheinlich findet *S. latifolia* auf den Jurastandorten seltener jene Standortbedingungen, die ihr die nötigen Konkurrenzvorteile gegenüber anderen Arten verschafft.

Zur Populationsbiologie von *S. latifolia*

Bei 35% aller gemeinsamen Vorkommen der Eltern konnte *S. latifolia* nachgewiesen werden. Offensichtlich können *S. aria* und *S. torminalis* unter bestimmten Bedingungen erfolgreich miteinander bastardieren. Dabei ist auffallend, daß in individuenreichen Vorkommen von *S. latifolia* unterschiedliche Morphotypen auftreten. Dies spricht dafür, daß diese Vorkommen genetisch verschiedene Individuen beinhalten, so wie dies Aas et al. (1994) für ein Vorkommen im Reppischtal (Kt. Zürich) nachweisen konnten. Andererseits wurde bei den Freilandarbeiten der vorliegenden Studie beobachtet, daß auf manchen Standorten bestimmte morphologische Typen gehäuft auftreten, möglicherweise Ramets jeweils nur eines Klonen. Weitere Untersuchungen sollten klären, ob es sich hierbei um apomiktische Gruppen handelt oder um Individuen, die durch Wurzelbrut einer Ausgangspflanze entstanden sind.

Neben Vorkommen von *S. latifolia* wurden viele (insgesamt 30) Vorkommen von Individuen taxonomisch fraglicher Zuordnung festgestellt. Möglicherweise handelt es sich dabei um Rückkreuzungsprodukte mit *S. aria* (Aas et al. 1994). Mittlerweile konnte durch Aussaatversuche gezeigt werden, daß die Nachkommen einzelner *S. latifolia*-Individuen morphologisch deutlich variieren und diese also zumindest teilweise aus sexueller Fortpflanzung von *S. latifolia* hervorgegangen sind. Viele dieser Nachkommen ähneln *S. aria*, was die Vermutung bestätigt, daß es sich hier um Rückkreuzungsprodukte handelt (Aas 1995, unveröffentlicht). Es wäre allerdings auch möglich, daß es sich bei den im Felde vorgefundenen *Fraglichen* um primäre Bastarde handelt, die morphologisch nicht intermediär sind, so wie dies bei Pflanzen häufig der Fall sein kann (Rieseberg und Ellstrand 1993). Dafür spricht auch die Tatsache, daß *Fragliche* oft gemeinsam mit *S. aria* und *S. torminalis*, aber ohne *S. latifolia* vorkommen. Weitere Untersuchungen sollten Ablauf und Häufigkeit von Bastardierung, Rückkreuzung und Kreuzung zwi-

schen Hybriden sowie die Auswirkungen dieser Prozesse auf die Variabilität des Komplexes klären, insbesondere welche Rolle die Richtung der Befruchtung auf die Eigenschaften der Nachkommen ausübt (Poucques 1951).

Zusammenfassend läßt sich über die bei *S. latifolia* relevanten Reproduktionsprozesse folgendes sagen: *S. aria* und *S. torminalis* können weit verbreitet miteinander bastardieren; die Kreuzungsprodukte können sich sexuell fortpflanzen, wobei es häufig zu Rückkreuzungen insbesondere mit *S. aria* kommt (Aas et al. 1994); die Kreuzung zwischen Hybriden konnte bislang noch nicht belegt werden. Außerdem muß nach wie vor offen bleiben, inwieweit die für *S. latifolia* in der Literatur häufig postulierte Apomixis (Übersichten bei Düll 1959 und 1961, Maier 1994) auch im untersuchten Gebiet von Bedeutung ist.

Bei 33 der 38 Vorkommen von *S. latifolia* wurden in unmittelbarer Nachbarschaft beide Elternarten festgestellt. Interessant sind die fünf anderen Fälle, bei denen viermal *S. torminalis* und einmal *S. aria* fehlt. Hier stellt sich die Frage, ob eventuell Pollen des einen Elters über größere Distanzen zum hier vorhandenen Mutterbaum transportiert wurde oder ob möglicherweise der Samen aus einem gemeinsamen Vorkommen beider Eltern z. B. durch Vögel über weitere Distanzen herangeschafft wurde. Drittens wäre denkbar, daß die Eltern der heute vorhandenen *S. latifolia*-Individuen bei der Bastardierung noch am Ort vorhanden waren, aber mittlerweile verschwunden sind. Nur knapp die Hälfte der durch 60jährige und ältere Herbarbelege angegebenen Vorkommen von *S. latifolia* konnten bei der Begehung im Rahmen der vorliegenden Arbeit wiedergefunden werden und oft fehlen an diesen Orten heute auch die Elternarten. Dies ist wahrscheinlich durch die Umwandlung lichter Nieder- und Mittelwälder in geschlossene Hochwälder bedingt, die zur Verdrängung lichtbedürftiger Baumarten geführt hat. Es kann also durchaus angenommen werden, daß auch an Orten, an denen heute nicht beide Elternarten gemeinsam auftreten, Hybriden durch Kreuzung am Ort des Vorkommens entstanden sein können. Somit bleibt unklar welche Rolle die Ausbreitung der Pollen und Samen der beteiligten Sorbus-Arten über größere Distanzen für die Verbreitung von *S. latifolia* spielt.

Bemerkenswerter ist, daß *S. latifolia*-Vorkommen dort relativ häufig sind, wo *S. torminalis* häufig (Populationsstärke ≥ 2) auftritt und gegenüber *S. aria* dominiert (Elterndominanz ≤ -1). Die Abhängigkeit des Auftretens von *S. latifolia* von der Häufigkeit der Elternarten (Populationsstärke, Elterndominanz) könnte dadurch bedingt sein, daß es abhängig von der Zusammensetzung der Elternpopulationen unterschiedlich häufig zur Bastardierung kommt. Über die Häufigkeit der Bastardierung von *S. aria* und *S. torminalis* ist bisher nichts bekannt. Denkbar ist, daß bei bevorzugt einseitiger Befruchtungsrichtung, wie dies bei Kreuzung anderer Pflanzenarten nachgewiesen wurde (z. B. Aas 1991, Steinhoff 1993, Rieseberg 1995), sehr wohl die Zusammensetzung der Elternpopulation von Bedeutung für die Bastardierungswahrscheinlichkeit ist. Bezüglich der Abhängigkeit des Auftretens von *S. latifolia* von der Zusammensetzung der Elternpopulationen stellt sich aber die Frage, ob diese Zusammensetzung nicht mit standörtlichen Faktoren korreliert. Dies ist offensichtlich nicht der Fall, da die genannte Zusammensetzung der Elternarten (*S. torminalis*-Populationsstärke ≥ 2 ; Elterndominanz ≤ -1) nahezu gleich häufig auf unterschiedlichen Standorten vorgefunden wurde, welche ihrerseits ganz unterschiedliche spezielle relative Häufigkeiten von *S. latifolia* aufweisen. Bezogen auf den geologischen Untergrund weisen 30% der Aufnahmen auf Jurastandorten (Klassen 1 bis 4) und 37,5% der Aufnahmen auf Molassestandorten (Klassen 5 bis 7) gemeinsame Elternvorkommen und *S. torminalis*-Populationsstärken von mehr als zehn Individuen (≥ 2) auf. Desgleichen sind die Aufnahmen mit Dominanz

von *S. torminalis* gegenüber *S. aria* (Elterndominanz ≤ -1) auf Jura- (15%) und Molassestandorten (17,5%) annähernd gleich häufig. Es kann also angenommen werden, daß die spezielle relative Häufigkeit von *S. latifolia* bei bestimmter Zusammensetzung der Elternpopulation tatsächlich deren Einfluß auf die Bastardierungshäufigkeit zumindest näherungsweise ausdrückt und die Bastardierungswahrscheinlichkeit bei Dominanz von *S. torminalis* gegenüber *S. aria* und bei *S. torminalis*-Populationsstärken von über 10 Individuen deutlich erhöht ist gegenüber anderen Häufigkeiten und Zusammensetzungen der Elternpopulation. Außerdem läßt sich schließen, daß das Verbreitungsmuster der *S. latifolia*-Populationen im Gebiet wahrscheinlich weniger die alleinige Folge der absoluten Bastardierungshäufigkeit ist als vielmehr das Resultat der Selektion. *S. latifolia* ist also nur unter ganz bestimmten standörtlichen Bedingungen konkurrenzfähig und kann sich auf solchen Standorten zusammen mit den Elternarten etablieren oder hat in speziellen ökologischen Nischen (Mikrostandorte) sogar einen Konkurrenzvorteil gegenüber *S. aria* und *S. torminalis*.

Für viele Pflanzengruppen ist belegt, daß Hybriden unter bestimmten ökologischen Bedingungen eine gleich hohe oder sogar höhere Fitneß aufweisen können als Individuen der einen oder beider Elternarten und sie deshalb in der Lage sind, sich an geeigneten Standorten dauerhaft durchzusetzen (Anderson 1949, Stebbins 1950, 1959, Arnold 1992, Arnold und Hodges 1995). Sind diese Formen darüber hinaus zumindest partiell sexuell fortpflanzungsfähig und kommt es so zur Bildung weiterer Generationen, seien es Hybridfolgegenerationen oder Rückkreuzungen, so können diese Formen und damit die Bastardierung als verursachender Faktor Bedeutung für die Evolution ganzer Sippenkomplexe haben (Anderson 1949, Stebbins 1950, 1959, Arnold 1992, Rieseberg 1995). Bastardierung und Introgression können so die genetische Diversität innerhalb dieser Sippenkomplexe erhöhen und darüber hinaus zur Bildung neuer Arten führen ('reticulate evolution'). Weiteren Untersuchungen bleibt vorbehalten, inwieweit dies auch auf den Komplex '*Sorbus aria-latifolia-torminalis*' zutrifft.

Offenbar sind die Genpools vieler als Art beschriebener Pflanzentaxa zumindest in bestimmten Phasen ihrer Differenzierung keine völlig isolierten Systeme, weshalb sie im Sinne des biologischen Artbegriffs (Mayr 1942) keine Arten sind. Die unvollständige genetische Isolation von Arten scheint in der Familie der Rosaceae weit verbreitet zu sein (vgl. z. B. *Crataegus*, Sinnott und Phipps 1983). Der hier untersuchte Komplex der Gattung *Sorbus* ist ein gutes Beispiel für diese Problematik des Artbegriffs (Ehrendorfer 1984) und zeigt die Unmöglichkeit, selbst morphologisch klar getrennte Sippen wie *S. aria* und *S. torminalis* als biologische Arten zu bezeichnen.

Damit gilt es u. a. auch für den Artenschutz, die bisherigen Strategien zur Erhaltung von Arten kritisch zu überprüfen und neue Konzepte zu erstellen. Die Ausdehnung der Ziele auf die Erhaltung der Biodiversität als Ganzes stellt einen ersten grundlegenden Schritt in diese Richtung dar. Dabei sind Eigenart, Funktion und Bedeutung von Prozessen, die der genetischen Konstitution von Populationen (Genpool als Organismus) zugrundeliegen, zu erfassen und neu zu beurteilen (Cornelius 1991). Insbesondere gilt es bei der Erhaltung der Biodiversität darauf zu achten, daß diversitätsfördernde Prozesse wirksam bleiben. Ein wichtiger solcher Prozeß ist der Genaustausch zwischen verschiedenen, auch morphologisch klar getrennten Sippen (reticulate evolution), wofür der Sippenkomplex '*Sorbus aria-latifolia-torminalis*' ein eindrucksvolles Beispiel ist. Darüber hinaus eignet sich dieser Komplex auf Grund seiner relativ geringen Populationsdichte und klaren räumlichen Trennung von Teilpopulationen gut zum Studium der hier ablaufenden evolutiven Prozesse.

Den folgenden Personen sei an dieser Stelle für ihre Hilfe bei der Ermittlung der Vorkommen herzlich gedankt: Kreisförster, Forstverwalter und Förster der Kantone Aargau und Zürich; Kreisförster P. Stooß und Förster R. Gysel (Kanton Schaffhausen); Marcel Murri und Stefan Faßbind (Abteilung Wald, Kanton Aargau); Theo Hegetschwiler (Oberforstamt, Kanton Zürich); Hans-Ueli Frey (Atragene, Chur), Matthias Baltisberger (Botanisches Institut, Zürich); Thomas Wohlgemuth (Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf); Jean-Francois Matter und Peter Rotach (beide Professur für Waldbau der ETH Zürich). Außerdem möchten wir Tamara Brügger für die englische Übersetzung der Zusammenfassung sowie Lioba Paul, Ottmar Holdenrieder, Josef Maier, Matthias Baltisberger und Beat Müller für wertvolle Kritik und Anregungen herzlich danken.

6. Literaturverzeichnis

- Aas G. 1991. Kreuzungsversuche mit Stiel – und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl.). Allg. Forst und Jagdzeitung 162/8: 141–145.
- Aas G. und Storrer A. 1992. Untersuchungen zum Vorkommen der Gattung *Sorbus* im Reppischtal unter besonderer Berücksichtigung von *Sorbus latifolia*. Schweiz. Beitr. Dendrol. 42: 36–40.
- Aas G., Maier J., Baltisberger M., Metzger S. 1994. Morphology, isoenzyme variation, cytology, and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L.) Crantz and *S. torminalis* (L.) Crantz. Bot. Helv. 104: 195–214.
- Aas G. 1995. Unveröffentlicht. Forstschutz und Dendrologie, ETH Zürich.
- Anderson E. 1949. Introgressive hybridization. New York: John Wiley.
- Arnold M. L. 1992. Natural hybridization as an evolutionary process. Ann. Rev. Ecol. Systemat. 23: 237–261.
- Arnold M. L. and Hodges S. A. 1995. Are natural hybrids fit or unfit relative to their parents. Trends in Ecology and Evolution 10: 67–71.
- Asker S. E. and Jerling L. 1992. Apomixis in plants. Boca Raton: CRC Press, 298 p.
- Cornelius R. 1991. Zur Bedeutung populationsbiologischer Forschung für den speziellen Naturschutz, in: Schmid B. und Stöcklin J. (Hrsg.), 1991: Populationsbiologie der Pflanzen. Basel: Birkhäuser Verlag, 298–310.
- Düll R. 1959. Unsere Ebereschen und ihre Bastarde. Wittenberg: A. Ziemsen Verlag.
- Düll R. 1961. Die *Sorbus*-Arten und ihre Bastarde in Bayern und Thüringen. Ber. Bayer. Bot. Ges. 34: 11–65.
- Ehrendorfer F. 1984. Artbegriff und Artbildung in botanischer Sicht. Z. Zool. Systematik u. Evolutionsforschung 22: 234–263.
- Ellenberg H. und Klötzli F. 1972. Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteilungen EAFV 48: 589–930.
- Guinier P. 1951. Deux formes affines d'alisiers: *Sorbus latifolia* Pers. et *S. confusa* Greml. Bull. Soc. Bot. France 98: 86–88.
- Hantke R. 1967. Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete (1:50 000, in zwei Blättern). Zürich: Kommissionsverlag Leemann.
- Jankun A. and Kovanda M. 1987. Apomixis and origin in *Sorbus bohemica* (Embryological studies in *Sorbus* 2). Preslia 59: 97–116.
- Kägi H. 1924. Die Verbreitung der Gattung *Sorbus* im Zürcher Oberland, im angrenzenden Toggenburg und Hinterthurgau. Mitt. Naturwiss. Ges. Winterthur 15. Heft: 60–68.
- Karpati Z. 1960. Die *Sorbus*-Arten Ungarns und der angrenzenden Gebiete. Feddes Repert. 62: 71–331.
- Kummer G. 1943. Die Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete. Mitt. Naturfor. Ges. Schaffhausen 18: 11–110.
- Luchsinger M. 1991. Eine bemerkenswert starke Breitblättrige Mehlbeere im Reppischtal. Schweiz. Beitr. Dendrol. 41: A 195–197.
- Maier J. 1994. *Sorbus aria* (L.) Crantz. In: Schütt P., Schuck H. J., Aas G., Lang U. M. (Hrsg.). Enzyklopädie der Holzgewächse. Landsberg: Verlag Ecomed. III-2: 1–20.
- Mayr E. 1942. Systematics and the origin of species. New York: Columbia University Press. 334 p.

- Moor M. 1967. × *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. in der Nordwestschweiz, Fundorte und soziologische Bindung. *Bauhinia* 3: 117–128.
- NAGRA (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) und SGK (Schweizerische Geologische Kommission) (Hrsg.), 1984. Geologische Karte der zentralen Nordschweiz (1:100 000). Kümmerly und Frey AG Bern.
- Oberforstamt und Amt für Raumplanung des Kantons Zürich (Hrsg.), 1993. Die Waldstandorte im Kanton Zürich. Zürich: vdf. 287 S.
- Pouques de M. L. 1951. Etudes chromosomiques des *Sorbus latifolia* Pers. et *Sorbus confusa* Gemli. *Bull. Soc. Bot. France* 98: 89–92.
- Rieseberg L. H. 1995. The role of hybridization in evolution: old wine in new skins. *Am. J. Bot.* 82: 944–953.
- Rieseberg L. H. and Ellstrand N. C. 1993. What can molecular and morphological markers tell us about plant hybridization?. *Critical Rev. Plant Sci.* 12: 213–241.
- Rudow A. 1994. Untersuchungen zum Vorkommen und zur Fortpflanzungsbiologie der Breitblättrigen Mehlbeere (*Sorbus latifolia* s.l.) in der zentralen Nordschweiz. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Professur für Forstschutz und Dendrologie, ETH Zürich. 74 S.
- Sell P. D. 1989. The *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. aggregate in the British Isles. *Watsonia* 17: 385–399.
- Seybold S. 1992. *Sorbus* L. In: Sebold O., Seybold S., Philippi G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Stuttgart. Bd. 3: 196–206.
- Sinnott Q. P. and Phipps J. B. 1983. Variation patterns in *Crataegus* series *Pruinosae* (*Rosaceae*) in Southern Ontario. *Syst. Bot.* 8: 59–70.
- Stebbins G. L. 1950. Variation and evolution in plants. New York: Columbia Univ. Press.
- Stebbins G. L. 1959. The role of hybridization in evolution. *Proc. Amer. Philos. Soc.* 103: 231–251.
- Steinhoff S. 1993. Results of species hybridization with *Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl. In: Kremer A., Savill P. S., Steiner K. C. (Hrsg.): Genetics of oaks. *Ann. Sci. For.* 50 (Suppl 1): 137–143.
- Suck R. und Meyer N. 1990. Zur Verbreitung und Soziologie von *Sorbus franconica* J. Bornm. ex Düll und *Sorbus pseudothuringiaca* Düll in Franken. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 61: 181–198.
- Wohlgemuth T. 1993. Répartition et affinités phytosociologiques de *Sorbus torminalis* (L.) Crantz en Suisse. *Rev. For. Franc.* 3: 375–382.