

Zeitschrift: Botanica Helvetica
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 111 (2001)
Heft: 1

Artikel: Blüte und Sortenerkennung bei der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.)
auf der Alpensüdseite der Schweiz
Autor: Rudow, Andreas / Conedera, Marco
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73896>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Blüte und Sortenerkennung bei der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf der Alpensüdseite der Schweiz

Andreas Rudow¹ und Marco Conedera²

¹ Dipl. Forsting. ETH, Kehlstrasse 7, 5400 Baden

² Eidg. Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft, Sottostazione Sud delle Alpi,
Via Belsoggiorno 22, Casella postale 57, 6504 Bellinzona-Ravecchia

Manuskript angenommen am 20. Oktober 2000

Abstract

Rudow A., Conedera M., 2001. Floral Characters and Recognition of Cultivars of Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. Bot. Helv. 111: 1–23.

There is a significant lack of specific characteristics for distinguishing cultivars of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). The study investigates the diagnostic suitability of flowering phenology and morphological characteristics of *C. sativa*. A whole variety of such are specific for cultivars. In particular, the interrelation between various phenological phases can supply valuable site-independent characteristics (e.g. degree of protogyny, catkin fall in relation to the phase of full female flowering). Furthermore, many structural characteristics of the differing types of inflorescence have a variation specific to the cultivars (e.g. catkin length, mode of shoot branching) apart from the known morphological characteristic of the stamina type (length of stamina). Floral characters are very important for the distinction of cultivars of *C. sativa*.

Key words: Sweet chestnut, *Castanea sativa*, cultivar, variety, flowering, phenology, morphology, conservation.

Einleitung

Bedeutung der Edelkastanie im Alpenraum

Die Kultur der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) wurde durch die Römer vor rund 2000 Jahren ins Mittelmeergebiet und nordwärts bis an den Alpensüdfuss gebracht (Zoller 1961, Pitte 1986). Im Mittelalter wurde dann das Gebiet des römischen Kastanienanbaus stark erweitert. Auch in den Berglagen insbesondere der südalpiner Täler bis auf etwa 1000 m ü.M. hinauf und in den inneralpiner Tälern sowie den Seen- und Föhngebieten der Alpennordseite wurde *C. sativa* angebaut. Die Edelkastanie erlangte für die Bevölkerung der Alpentäler eine zentrale Bedeutung als ‚Brotbaum‘ und stellte das Kernelement einer eigentlichen ‚Kastanienkultur‘ des Alpenraumes dar (ital.: ‚civiltà del castagno‘) (Zoller 1961, Bignami und Salsotto 1983, Pitte 1986, Conedera 1996). Allein auf der Schweizer Alpensüdseite konnten über 100 Namen von Kultursorten der Edelkastanie erfasst werden (Conedera 1994).

Zur Zeit der Industrialisierung leiteten neue Formen der Landwirtschaft, der Anbau neu eingeführter Nahrungsmittel (Kartoffel, Mais) und die mit neuen Wirtschaftszweigen und der zunehmenden Mobilität (z. B. Gotthardbahn 1882) einhergehende sozioökonomische Entwicklung den Niedergang der Kastanienbewirtschaftung ein, der im 20. Jahrhundert durch die industriell betriebene Gerbstoffproduktion aus Kastanienrinde und den eingeschleppten Kastanienrindenkrebs (*Cryptonectria parasitica*) noch beschleunigt wurde (Conedera 1996). Vielerorts führten diese Entwicklungen zur Aufgabe der Selven und zum Rückgang der Edelkastanie, die der natürlichen Sukzession langfristig nicht standzuhalten vermag. Das Areal der Kastanienselven ist beispielsweise im Kanton Tessin allein zwischen 1917 und 1995 von rund 8800 ha auf etwa 3000 ha zurückgegangen (Merz 1919, Stierlin und Ulmer 1999). Zudem sind die verbliebenen Fruchtbäume in den Selven-Relikten heute meist stark unterdrückt und nur noch wenig vital.

In jüngster Zeit hat das Interesse an der Edelkastanie wieder zugenommen (Conedera und Giudici 1994, Conedera et al. 1997). Von Bedeutung sind heute vermehrt Aspekte der Erhaltung kultureller Werte und der Erhaltung von Kulturlandschaften, ebenso wie die Förderung der Wirtschaft in Randgebieten, die auf die steigende Nachfrage nach biologisch produzierten Nahrungsmitteln und nach alternativen Tourismus-Angeboten aufbauen kann. Ausserdem sollen ganz generell alte Kultursorten vor dem Aussterben bewahrt werden. Für die Erhaltung der Kultursorten und sortenspezifische Behandlung (z.B. Schnittintensität) ist aber ihre zuverlässige Bestimmung eine unabdingbare Grundlage. Die grosse Vielfalt an alten einheimischen Kultursorten und die Tatsache, dass die lokalen Kultursorten aufgrund der Besitzstrukturen und der ehemals notwendigen Diversifikation der Produktion meist kleinflächig oder sogar einzeln gemischt sind, stellen hohe Anforderungen an eine zuverlässige Sortenerkennung.

Sortenerkennung

Die Bestimmung von Kultursorten der Edelkastanie ist ein langjähriges Problem, das in der Wissenschaft bisher nicht systematisch angegangen wurde. Frühe Sortenbeschreibungen stützen sich lediglich auf einige Fruchteigenschaften ab und teilweise die Morphologie der Cupula, eines Achsenbechers aus verwachsenen Infloreszenzachsen – im Volksmund im Stadium der Fruchtreife häufig als ‚Igel‘ bezeichnet – (Lavialle 1906, Vigiani 1919, Fiori 1931, Fenaroli 1945). Oft wurde auch die Herkunftsregion für die Bestimmung der Sorten beigezogen (Bettelini 1904, Piccioli 1922, Camus 1929). Später wurden einzelne Merkmalskomplexe genauer untersucht. Erwähnenswert sind die Studien von Valle (1959) zur Morphologie einjähriger Triebe, von Breviglieri (1951), Arretini (1957) und Bergamini (1975) zur Blütenmorphologie – insbesondere zur Staminallänge – sowie von Luraschi et al. (1994) zur Blattmorphologie. Die einzelnen Merkmalskomplexe lieferten bisher aber kaum für alle Sorten anwendbare Merkmale. Deshalb plädierte Fenaroli (1945) für den Beizug und die Kombination mehrerer Merkmalskomplexe, wie dies bereits Ricci (1916) mit einer Merkmalskombination von Frucht, Blatt und Rinde versuchte. Auch genetisch lassen sich die Kastaniensorten heute nicht zuverlässig unterscheiden, was jüngste Untersuchungen an Isoenzymen und molekularen Markern (RAPD) von *C. sativa* zeigten (Fineschi et al. 1993 und 1994, Müller-Stark et al. 1993, Villani et al. 1994, Fineschi und Turchini 1995, Paffetti et al. 1997, Botta et al. 1998, Pereira et al. 1998).

Heute fehlen also nach wie vor geeignete Merkmale zur zuverlässigen Unterscheidung der Kultursorten von *C. sativa*. Neben Fruchteigenschaften ist heute lediglich das Blütenmerkmal Staminallänge für die Einteilung der Sorten in grobe Klassen allgemein gebräuchlich (Breviglieri 1951, Arretini 1957, Solignat 1958, Bencat 1967b, Bergamini 1975, Moret-

tini 1978, Bergougnoux et al. 1978, Breisch 1995). Offenbar hat die züchterische Auslese gerade beim Merkmalskomplex Blüte sortenspezifische Variation erzeugt. Möglicherweise lassen sich also weitere geeignete Blütenmerkmale finden, die bisher noch nicht untersucht worden sind. Die einzigen entsprechenden Arbeiten (Breviglieri 1951, Arretini 1957, Bergamini 1975) bestätigen zwar diese Überlegung, fanden aber nie eine Weiterführung.

Da die Züchtung auch auf den Zeitpunkt der Fruchtreife ausgerichtet war (Bettelini 1904, Fenaroli 1945, Conedera 1994), sollten auch phänologische Blütenmerkmale für die Sortenunterscheidung in Betracht gezogen werden. Phänologische Merkmale können aber standortsbedingte Variation innerhalb derselben Sorte aufweisen, wie dies Kurt (1962) und Stanga (1997) für die Standortfaktoren Exposition und die Höhe ü.M. überprüften und für den zweiten Faktor auch nachweisen konnten. Über weitere mögliche Faktoren für die Variation innerhalb von Sorten (z.B. Klima, Boden, Jahr) oder für phänotypische Plastizität, also die Variation innerhalb eines Individuums (z.B. Position innerhalb der Baumkrone, physiologisches Alter) ist heute nichts bekannt.

Im Rahmen des Forschungsprogrammes über die Edelkastanie auf der Alpensüdseite der Schweiz konnten durch Befragung alteingesessener Personen die früher gebräuchlichen, heute aber meist in Vergessenheit geratenen Sortennamen für über 400 im ganzen Schweizer Südalpenraum verteilte Fruchtbäume eruiert werden (Conedera 1994). Diese Grundlage ermöglicht das gezielte Erkunden sortenspezifischer Merkmale, wobei von den insgesamt 118 angegebenen Sortennamen nur von 60 Sorten Individuen im Wald wieder gefunden werden konnten. Von diesen 60 Sorten sind einige mit einer grösseren Anzahl Individuen vertreten, die meisten Sorten aber nur mit einzelnen oder wenigen Individuen.

Ziel der Arbeit

In vorliegender Arbeit sollte anhand einiger Kultursorten der Alpensüdseite der Schweiz erkundet werden, ob und welche phänologischen Blütenmerkmale von *C. sativa* für die Sortenerkennung geeignet sind und wieweit bestimmte Einflussfaktoren auf die Blütenphänologie einwirken. Dabei wurden auch Hinweise auf morphologische Blütenmerkmale, die sich für die Sortenunterscheidung eignen könnten, gesammelt (Feldarbeit, Literatur).

Die Ausführungen stützen sich auf die Ergebnisse einer Forschungsarbeit zur Blütenbiologie der Edelkastanie (Rudow 1995, 1997) an der Sottostazione Sud delle Alpi der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).

Material und Methoden

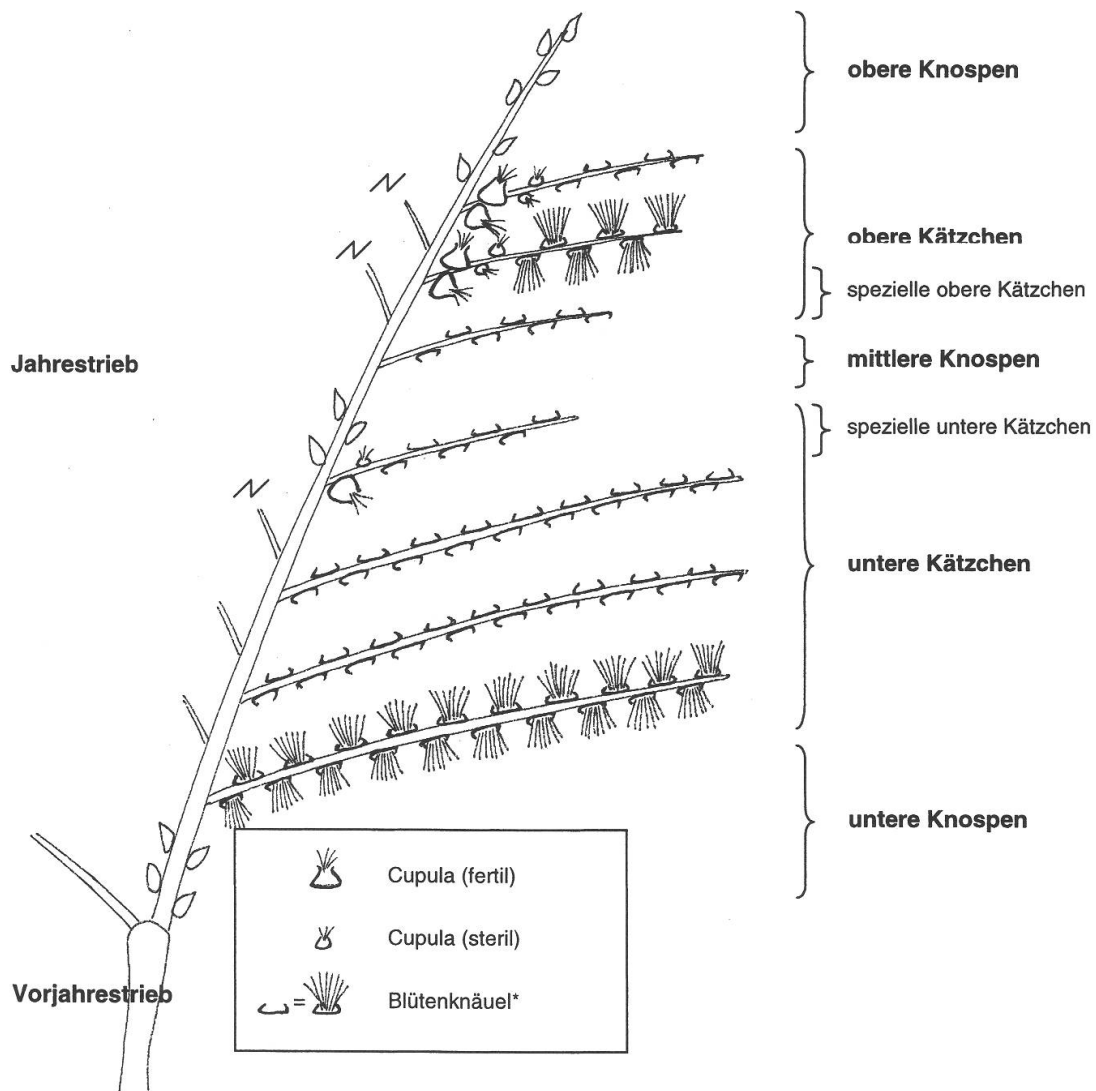
Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist der Kastaniengürtel des Kantons Tessin und des angrenzenden Misox (Kanton Graubünden) und wird durch die entlang eines 45 km langen Nord-Süd-Transektivs Leventina-Riviera/Misox-Magadinoebene-Malcantone angeordneten Probebäume repräsentiert. Eine Übersicht über die Standortbedingungen geben Cotti et al. (1990) und Spinedi (1991). Der geologische Untergrund ist vor allem aus metamorphem Kristallin aufgebaut. Die Jahresmitteltemperatur liegt für Locarno und Lugano (Höhe: 200 m ü.M.) bei ca. 11,5 °C. Die jährlichen Niederschläge betragen im Mittel 1800 bis 2000 mm, wobei die nordöstlichen Täler kontinentaleres Klima mit jährlichen Niederschlägen um 1400 bis 1600 mm aufweisen. Die westlichen Täler und die südliche Region mit ausgedehnten Wasserflächen sind dagegen durch ozeanischeres Klima mit jährlichen Niederschlägen bis zu 2200 mm geprägt.

Gliederung der Blüte und Begriffsdefinition

Der Begriff *Blüte* bezeichnet in dieser Arbeit in der Regel die Gesamtheit aller phänologischen und morphologischen Blütenmerkmale im Sinne von ‚das Blühen‘ der Edelkastanie; in einzelnen Fällen hat der Begriff *Blüte* auch die Bedeutung von Einzelblüte, was jeweils aus dem Kontext heraus klar wird. Die Kastanienblüte als Ganzes wird in der Literatur nur unvollständig und teilweise widersprüchlich beschrieben. Zur Klärung und Übersicht wird deshalb nachfolgend eine kurze Erläuterung der wichtigsten Elemente und der im weiteren verwendeten Begriffe gegeben (Abb. 1).

Der monözische Baum bildet in den Blattachseln des Jahrestriebes Infloreszenzen, die sogenannten *Kätzchen* (Abbe 1974) aus, die als offene Thyrsen mit stark verkürzt gestielten Dichasien (Fey 1981) oder aufgrund ihrer Steifheit und der Verkürzung der Partialinfloreszenz-Stiele als Dichasien-Ähren (Porsch 1950) aufgefasst werden. An den Kätzchen sitzen die Partialinfloreszenzen, in denen jeweils einige männliche oder weibliche Blüten zusammengefasst sind. Am besten eignen sich die Hierarchie-



* Beide Signaturen bezeichnen dieselben Blütenknäuel (mit Filamenten); vereinfachte Version wurde eingeführt, um Abbildung zu entlasten.

Abb. 1. Gliederung des Jahrestriebes zur Gruppierung der Blütenmerkmale bei *Castanea sativa*.

stufen der Sprossdifferenzierung, um die morphologischen Merkmale der Blütenstände von *C. sativa* zu gliedern:

- Am *Vorjahrestrieb* zeigt sich, welche der im Vorjahr angelegten Knospen austreiben und wie häufig weiblich fertile *Haupttriebe* oder rein männlich blühende, weiblich unfertile *Nebentriebe* ausgebildet werden (Ricci 1916, Brett 1963, Kaul und Abbe 1984).
- Am *Jahrestrieb* (Haupttrieb) zeigen sich in bestimmter Abfolge unterschiedliche Typen von Sprossen, nämlich basal beginnend (in Abb. 1 von unten nach oben): 1. *untere Knospen*, 2. *untere Kätzchen*, 3. *mittlere Knospen*, 4. *obere Kätzchen* und 5. *obere Knospen* (Codaccioni 1966, Wagenitz 1981). Die Angaben in der Literatur zu dieser Abfolge sind widersprüchlich, was auf Variation in diesem Bereich der Sprossbildung hinweist.
- *C. sativa* bildet also zwei Typen von *Infloreszenzen* aus: Die unteren Kätzchen sind in der Regel rein männlich. Sie weisen ausschliesslich Partialinfloreszenzen mit männlichen Blüten auf, die im folgenden *Blütenknäuel* (ital.: *glomerulo*) genannt werden (Stäger 1946, Breviglieri 1951, Codaccioni 1958, Bergamini 1975, Fey 1981). Die oberen Kätzchen sind meist androgyn (z. B. Reece 1938, Fey 1981) oder aber rein weiblich (Arretini 1957, Solignat 1958). Sie weisen zumindest basal eine oder mehrere Partialinfloreszenzen mit weiblichen Blüten auf. Diese weiblichen Partialinfloreszenzen werden im folgenden vereinfachend als *Cupula* bezeichnet, wobei zwischen fertilen und sterilen Cupulen unterschieden wird. Nahe den mittleren Knospen können auch Übergangsformen von Kätzchen auftreten (Stäger 1946, Bencat 1967a), die möglicherweise durch das frühzeitige Austreiben der mittleren Knospen entstehen. Untere Kätzchen mit mindestens einer basal stehenden, fertilen Cupula werden im folgenden als *spezielle untere Kätzchen*, obere Kätzchen ohne eine einzige fertile Cupula als *spezielle obere Kätzchen* bezeichnet.
- Die *Partialinfloreszenzen* sind dichasial aufgebaute Zymen (Abb. 2): In den Blütenknäueln sitzen in der Regel sieben männliche Blüten (1+2+4) (Fiori 1931, Codaccioni 1966, Bergamini 1975, Morettini 1978, Fey 1981). Bei der Cupula handelt es sich um einen Achsenbecher aus den kongenital miteinander verwachsenen Blütenachsen 3. (+4) und höherer Ordnung. Sie weist in der Regel drei (seltener 1 bis 7) weibliche Blüten (1+2) auf und springt bei der Fruchtreife in vier Klappen auf, die auf der Aussenseite je von einer Stachelbüschelreihe und zwei Schuppenreihen (+4+8) besetzt sind (Celakowsky 1890, Palibin 1935, Raud 1961, Abbe 1974, Fey 1981).
- Die *Blüten* sind dreizählig und physiologisch zwar eingeschlechtlich, ihrer morphologischen Anlage nach aber zwittrig (Porsch 1950). Sie weisen meist sechs (seltener 5 bis 8) Tepalen, zwölf (seltener 6 bis 15) Stamina und sechs Karpelle auf – bzw. zumindest die Rudimente der verkümmerten andersgeschlechtlichen Blütenorgane (Porsch 1950, Codaccioni 1966, Fey 1981). Der Fruchtknoten ist unterständig. Auffällig bei den weiblichen Blüten sind die zur Zeit der Anthese ca. 3 mm aus der Cupula herausragenden sechs (4 bis 10) weisslichen Griffeläste, die im unteren Teil verwach-

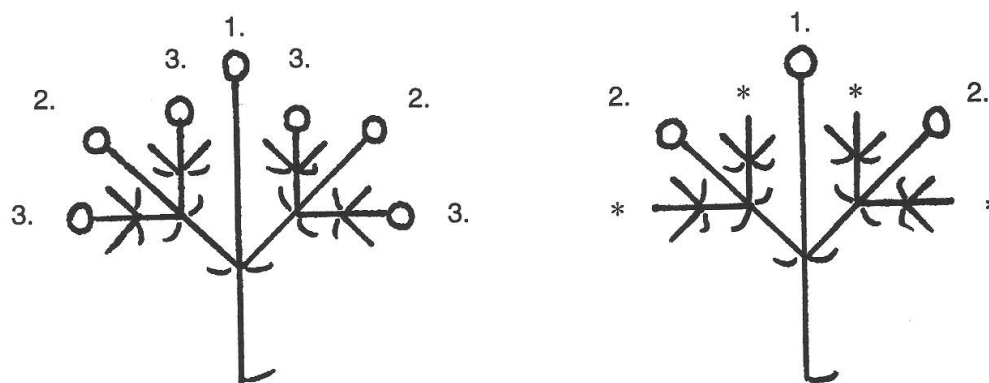


Abb. 2. Grundstruktur der zymösen Partialinfloreszenzen von *Castanea sativa* (nach Fey 1981 und Reece 1938, verändert): links ein Blütenknäuel mit sieben männlichen Blüten 1. bis 3. Ordnung (○) und rechts eine Cupula mit drei weiblichen Blüten 1. und 2. Ordnung (○). Der eigentliche Achsenbecher der weiblichen Partialinfloreszenz geht aus Verwachsung der Achsen 3. Und höherer Ordnung hervor (*).

sen sind und sich gabelig verzweigen können (Camus 1929, Reece 1938, Breviglieri 1951, Arretini 1957, Morettini 1978, Fey 1981). Auffällig bei den männlichen Blüten sind die dicht gedrängten, ursprünglich bis zu 7 mm langen Stamina („Pinselblumen“ nach Fey 1981). Diese sind bei Kultursorten häufig stark verkümmert, so dass sich diese nach Staminationstypen klassifizieren lassen (Breviglieri 1951, Arretini 1957, Solignat 1958, Bencat 1967b, Bergougnoux et al. 1978, Morettini 1978, Breisch 1995).

Probebäume und Blütenmaterial

Bei der Auswahl der Probebäume aus den Individuen mit Sortenangaben (Conedera 1994) wurden lediglich Sorten mit mehreren vitalen, freistehenden Individuen mit abgeschlossenem Jugendwachstum, einem grossen Anteil an Kurztrieben im äusseren Kronenmantel und tiefem Kronenansatz berücksichtigt (*Buné negro*, *Lüina*, *Tenasca*, *Torción negro*, *Verdesa*) (Tab. 1). Ergänzend wurden Individuen ohne genaue Sortenangabe aufgrund der gutachtlichen Ansprache von Habitus und Wuchsregion ausgewählt (Kriterien in: Conedera 1994).

Für die Prüfung des Einflussfaktors ‚Klimaregion‘ auf die Phänologie wurden vier entlang eines durchs Untersuchungsgebiet verlaufenden Nord-Südtransseks (Leventina – Riviera – Magadinoebene – Malcantone) angeordnete Gruppen von je 5 Individuen der Wildform von *C. sativa* ausgewählt (Tab. 1). Die vier Gruppen befinden sich jeweils auf einer Meereshöhe von 500 m und in Südexposition.

Die Beobachtungen zur Blütenmorphologie wurden an einer Auswahl aus den obigen Probebäumen gemacht und zum Vergleich wurden Einzelbäume mit Sortenangaben von weiteren Kultursorten (Conedera 1994) untersucht (*Barögna*, *Boniröö*, *Magreta*, *Ostana*, *Pinca*, *San Michele*, *Tampuriva*, *Termaca*, *Torcione bianco*, *Vastana*, *Viusa*).

Das untersuchte Blütenmaterial stammt bei jedem Probebaum aus dem südexponierten, unteren Teil (2–4 m) des Kronenmantels. Dabei wurden jeweils Triebe mit grösstmöglicher lateraler Distanz zur Hauptachse (mindestens 15 Jahre) und mit einer ausgeprägten Tendenz zur Kurztriebbildung ausgewählt. Es wurden ausschliesslich Vorjahrestriebe mit Haupttrieben berücksichtigt, also solche mit einem oder mehreren weiblich fertilen Jahrestrieben, die im distalen Bereich Kätzchen mit weiblichen Blüten aufweisen.

Für die Prüfung des Einflussfaktors ‚Position innerhalb der Krone‘ auf die Blütenphänologie wurden zudem an fünf Probebäumen verschiedener Sorten Triebe aus dem oberen Kronenbereich (ca. 8 m) in Südexposition sowie Triebe aus dem unteren Kronenbereich in Nordexposition verwendet (Tab. 1). Die Aufnahmen im unteren Kronenbereich erfolgten in der Regel direkt – durch Herunterziehen des Astes – oder an mittels einer Stangenschere in 2 bis 4 m Höhe geschnittenen Haupttrieben. Die Be-

Tab. 1. Anzahl Probebäume je Sorte bzw. Anzahl Gruppen à 5 Individuen bei der Wildform für die Untersuchungen zur Blütenphänologie.

Sorte	Anzahl Individuen/Gruppen (Wildform)				
	Gesamt	Sortenangabe:		Prüfung von Einflussfaktoren:	
		Eigentümer (Katalog)	Autoren (gutachtlich)	Klimaregion	Kronenbereich
<i>Buné negro</i>	6	2	4	–	–
<i>Lüina</i>	11	8	3	–	1
<i>Tenasca</i>	6	3	3	–	1
<i>Torción negro</i>	5	4	1	–	1
<i>Verdesa</i>	10	10	0	–	2
Wildform	4	4	0	4	–
Gesamt	42	31	11	4	5

obachtungen im oberen Kronenbereich erfolgten an mittels einer verlängerten Stangenschere in etwa 8 m Höhe geschnittenen Haupttrieben, gelegentlich ergänzt durch Beobachtungen mittels Feldstecher.

Erhebungen

Die Erhebungen wurden vom 30. Mai bis zum 4. August 1995 an insgesamt 30 Aufnahmetagen durchgeführt. In der Regel wurden von Beginn der Aufnahmen bis zum Ende der Hauptblütezeit (7. Juli) zweimal, danach einmal wöchentlich die phänologischen Daten für jeden der 38 Probestämme der Kultursorten und die vier Probegruppen der Wildform erhoben. Jede Aufnahme umfasste die Ansprache von Blühstadium und Blühintensität der männlichen und weiblichen Infloreszenzen an fünf Zweigen je Probestamm (Tab. 2, Abb. 3) und die Bildung der Mittelwerte je Probestamm. Bei den Aufnahmen an den Probegruppen der Wildform für die Prüfung des Einflussfaktors Klimaregion auf die Phänologie wurden die fünf Proben einer Aufnahme direkt auf die fünf Individuen der Gruppe verteilt. Diese Aufnahmen stellen somit Mittelwerte jeweils einer Wildform-Probegruppe dar.

Ausserdem wurden zwei morphologische Blütenmerkmale mit guter Eignung für die Sortenunterscheidung erhoben (Tab. 3). Dabei wurden auch Hinweise auf weitere möglicherweise für die Sortenunterscheidung geeignete morphologische Blütenmerkmale erfasst, welche durch entsprechende Beobachtungen an zum Vergleich beigezogenen Einzelbäumen von weiteren Kultursorten ergänzt wurden

Tab. 2. Klassifizierung von männlichen Blühstadien und Blühintensität anhand unterer Kätzchen sowie von weiblichen Blühstadien und Blühintensität anhand oberer Kätzchen.

Männliche Blühstadien		Weibliche Blühstadien	
m0	Blütenknäuel der unteren Kätzchen geschlossen	f0	Cupulen der oberen Kätzchen geschlossen
m1	erste Stamina sichtbar oder erste Blütenknäuel geöffnet (Astamineen)	f1	erste Narben sichtbar
m2	erste geöffnete Antheren sichtbar	f2	erste Cupulen in Vollblüte (alle sichtbaren Narben gespreizt)
m3	>40% der unteren Kätzchen in Vollblüte (>40% der Antheren bei >40% der Blütenknäuel geöffnet und voll)	f3	>40%* der fertilen Cupulen in Vollblüte (alle sichtbaren Narben gespreizt)
m4	>40% der unteren Kätzchen mit >40% der sichtbaren Antheren leer	f4	>40% der fertilen Cupulen sind ≥ 1 cm geschwollen
m5	>95% der unteren Kätzchen mit >95% der sichtbaren Antheren leer**	f5	>95% der fertilen Cupulen sind ≥ 1 cm geschwollen
m6	>95% der unteren Kätzchen abgefallen	f6	>95% der fertilen Cupulen sind ≥ 2 cm geschwollen
Männliche Blühintensität		Weibliche Blühintensität	
mI	Quotient: Anzahl der in Vollblüte sich befindlichen unteren Kätzchen (>40% der Antheren bei >40% der Blütenknäuel geöffnet)/Anzahl aller unteren Kätzchen***	fI	Quotient: Anzahl der in Vollblüte sich befindlichen Cupulen (alle sichtbaren Narben gespreizt sowie Durchmesser d. Cupulen < 1 cm)/Anzahl fertiler Cupulen

* 100% = alle schwellenden Cupulen oder die 2 untersten Cupulen der oberen Kätzchen.

** Spätblüten oder volle Antheren in Blütenknäueln an oberen Kätzchen möglich.

*** Inkl. bereits abgefallene untere Kätzchen.

Tab. 3. Klassifizierung der morphologischen Merkmale Staminationsstyp (Länge der Filamente) und Typ oberes Kätzchen (Anordnung d. Partialinfloreszenzen am oberen Kätzchen, vgl. Abb. 1).

Staminationsstyp		Typ oberes Kätzchen	
0	Astamineen: Blütenknäuel ohne Antheren	0	Cupulen fallen ab, Anzahl fertile Cupulen* < 1
0cr	Cryptostamineen: Blütenknäuel bleiben geschlossen	1	Kätzchenlänge < 10 cm, Anzahl fertile Cupulen* ≥ 1
1	Microstamineen: verkrüppelte Filamente < 1 mm	2	Kätzchenlänge ≥ 10 cm, 1–2 fertile Cupulen*, distal nur Blütenknäuel
2	Brachistamineen: 1 mm ≤ Filamente < 3 mm	3	Kätzchenlänge ≥ 10 cm, Mischformen von Typ 2 und 4 **
3	Mesostamineen: 3 mm ≤ Filamente < 5 mm	4	Kätzchenlänge ≥ 10 cm, ausschliesslich Cupulen
4	Longistamineen: 5 mm ≤ Filamente		

* Cupulen mit fertilen weiblichen Blüten.

** Zwischen basalen Cupulen mit weiblichen Blüten und distalen Blütenknäueln mit männlichen Blüten sind Partialinfloreszenzen mit männlichen und weiblichen Blüten vorhanden oder Kätzchen der Typen 2 und 4 sind nebeneinander vorhanden.

(s.o.). Die Beobachtungen je Probebaum entsprechen dem Mittelwert der Merkmalsausprägungen an jeweils zehn Probezweigen.

Auswertungen

Einflussfaktoren auf die Blütenphänologie

Zuerst wurden die nachfolgend beschriebenen Auswertungen nur an den Erhebungsdaten der vier Probegruppen der Wildform von *C. sativa* durchgeführt, um den Einfluss der Klimaregion auf die Phänologie zu prüfen und einen allenfalls notwendigen Korrekturfaktor auf die Erhebungsdaten anwenden zu können. Dazu wurden die Blühverläufe der vier Wildform-Probegruppen aus den verschiedenen Klimaregionen miteinander verglichen.

Zur Prüfung des Einflusses der Position innerhalb der Krone auf die Phänologie wurden die Blühverläufe (mx, fx) und die Blühintensitäten (mI, fI) der Kronenpositionen Nordexposition (Nord/unten) und mittlerer bis oberer Kronenbereich (Süd/oben) mit der Standardaufnahme im unteren Kronenbereich in Südexposition (Süd/unten) verglichen.

Standardisierung der phänologischen Daten

Um die Probebäume überhaupt vergleichen zu können, wurden der Einflussfaktor Höhe ü.M. und weitere Korrekturfaktoren wie folgt angewendet:

Der Korrekturfaktor für die Höhe ü.M. bezieht sich auf die Erhebungszeitpunkte und ist 1/40 der Höhendifferenz des jeweiligen Standorts des Probebaumes zur Standard-Höhe ü.M. von 500 m in Tagen (1 Tag / +40 m ü.M., gemäss Stanga 1997). Da kein signifikanter Einfluss der Klimaregion festgestellt werden konnte, wurde kein entsprechender Korrekturfaktor angewendet.

Der Aufnahmeturnus betrug durchschnittlich 3,4 Tage. Um den effektiven Wechsel von einem Blühstadium zum nächsten bestmöglich anzunähern, wurden die Aufnahmedaten für alle Blühstadienwerte um einen halben durchschnittlichen Aufnahmeturnus korrigiert, also 1,7 Tage vorverlegt.

Die Korrekturfaktoren wurden addiert und auf ganze Tage gerundet. Mit den resultierenden Gesamtkorrekturfaktoren wurden die Aufnahmedaten korrigiert. Die absoluten Zeitangaben stellen somit standardisierte und auf Tage gerundete Werte dar und beziehen sich auf einen Standort auf einer Höhe von 500 m ü.M. sowie natürlich auf das Beobachtungsjahr (Zeit in Tagen: 0 ≙ 21. Mai; 41 ≙ 1. Juli 1995).

Auswertungen zur Blütenphänologie

Die standardisierten Wertereihen für die Blühstadien und die Blühintensitäten jedes Probebaums bzw. jeder Wildform-Probegruppe wurden dann über den gesamten Beobachtungszeitraum mittels dem Programmpaket excel 5.0 auf eine polynomische Funktion 6. Ordnung regrediert (Trendfunktion), die den Blühverlauf insbesondere jeweils im Mittelbereich der Wertreihen sehr gut anzunähern vermag. Aus den Funktionen für die Blühintensitäten der männlichen und weiblichen Blüte ($f(mI)$, $f(fI)$) wurden je der höchste Intensitätswert (mI max., fI max.) und sein Zeitpunkt ($t(mI$ max.), $t(fI$ max.)) durch Ablesen aus den Kurvenausdrücken ermittelt. Aus den Funktionen für die Blühstadien der männlichen und weiblichen Blüte ($f(mx)$, $f(fx)$) wurden die Zeitpunkte der Blühstadien ($t(mx)$, $t(fx)$) abgelesen. Aus den so gewonnenen Werten wurden für alle Probebäume weitere phänologische Werte abgeleitet (Tab. 4).

Gruppierung der Probebäume

Für die Gruppierung der Probebäume wurden die folgenden Merkmale mit absteigender Gewichtung angewandt: 1. Staminationstyp (Wert 1), 2. Typ oberes Kätzchen (Wert 2), 3. Dauer vom weib-

Tab. 4. Übersicht über morphologische und phänologische Blütenmerkmale.

Nr.	Merkmale	Bemerkungen
<i>Morphologie</i>		
Wert 1	Staminationstyp	Klassifizierung gem. Tab. 3
Wert 2	Typ oberes Kätzchen	Klassifizierung gem. Tab. 3
Wert 3	Besonderheiten/weitere Beobachtungen	vorgängig nicht definiert
<i>Phänologie</i>		
Wert 4	Zeitpunkt der maximalen weibl. Blühintensität	$t(fI$ max.), aus Trendfunktion*
Wert 5	Maximale weibl. Blühintensität	fI max.
Wert 6	Zeitpunkt der maximalen männl. Blühintensität	$t(mI$ max.), aus Trendfunktion*
Wert 7	Maximale männl. Blühintensität	mI max.
Wert 8	Beginn des 2. weibl. Blühstadiums	$t(f2)$, aus Trendfunktion*
Wert 9	Beginn des 3. weibl. Blühstadiums	$t(f3)$, aus Trendfunktion*
Wert 10	Beginn des 4. weibl. Blühstadiums	$t(f4)$, aus Trendfunktion*
Wert 11	Beginn des 5. weibl. Blühstadiums	$t(f5)$, aus Trendfunktion*
Wert 12	Beginn des 6. weibl. Blühstadiums**	$t(f6)$, aus Trendfunktion*
Wert 13	Beginn des 2. männl. Blühstadiums	$t(m2)$, aus Trendfunktion*
Wert 14	Beginn des 3. männl. Blühstadiums	$t(m3)$, aus Trendfunktion*
Wert 15	Beginn des 4. männl. Blühstadiums	$t(m4)$, aus Trendfunktion*
Wert 16	Beginn des 5. männl. Blühstadiums	$t(m5)$, aus Trendfunktion*
Wert 17	Beginn des 6. männl. Blühstadiums**	$t(m6)$, aus Trendfunktion*
Wert 18	Weibliche Vorblütigkeit	$t(mI$ max.) – $t(fI$ max.)
Wert 19	Dauer weibliche Blüte	$t(f5) - t(f2)$
Wert 20	Dauer weibliche Vollblüte	$t(f4) - t(f3)$
Wert 21	Dauer männliche Blüte	$t(m5) - t(m2)$
Wert 22	Dauer männliche Vollblüte	$t(m4) - t(m3)$
Wert 23	Dauer vom weiblichen Blühmaximum bis zum Abfallen der unteren Kätzchen	$t(m6) - t(fI$ max.)

* Aus Trendfunktion = Ablesen aus Kurvenausdrücken der auf polynomische Funktion regredierten Wertereihen der phänologischen Erhebung (vgl. Kap. Auswertungen).

** Postflorale Stadien, hier als Blühstadien im weiteren Sinn gehandhabt.

lichen Blühmaximum bis zum Abfallen der unteren Kätzchen (Wert 23), 4. weibliche Vorblütigkeit (Wert 18), 5. Beginn der weiblichen Blüte (Wert 8) und 6. Beginn der weiblichen Vollblüte (Wert 9). Dabei konnte für einige Probebäume ihre Sortenzugehörigkeit nicht bestätigt werden, und sie wurden umgeteilt. Bei einigen Sorten liessen sich zudem Untergruppen bilden. Diese werden im folgenden als Gruppen bezeichnet (*Sortenname.0*, *Sortenname.1*). Dann wurden die Mittelwerte der Merkmalsausprägungen je Sorte bzw. Gruppe gebildet.

Ergebnisse

Einflussfaktoren auf die Blütenphänologie

Die vier Probegruppen der Wildform weisen weder bei den Kurven der Blühverläufe ($f(mx)$, $f(fx)$) noch bei denen für die Blühintensitäten ($f(mI)$, $f(fI)$) ausgeprägte, zeitliche Unterschiede auf. Die Kurven stimmen, wie Abb. 3 am Beispiel des Verlaufes der weiblichen Blüte ($f(fx)$) zeigt, sogar ausgesprochen gut überein. Der Einflussfaktor ‚Klimaregion‘ kann im Gebiet also vernachlässigt werden.

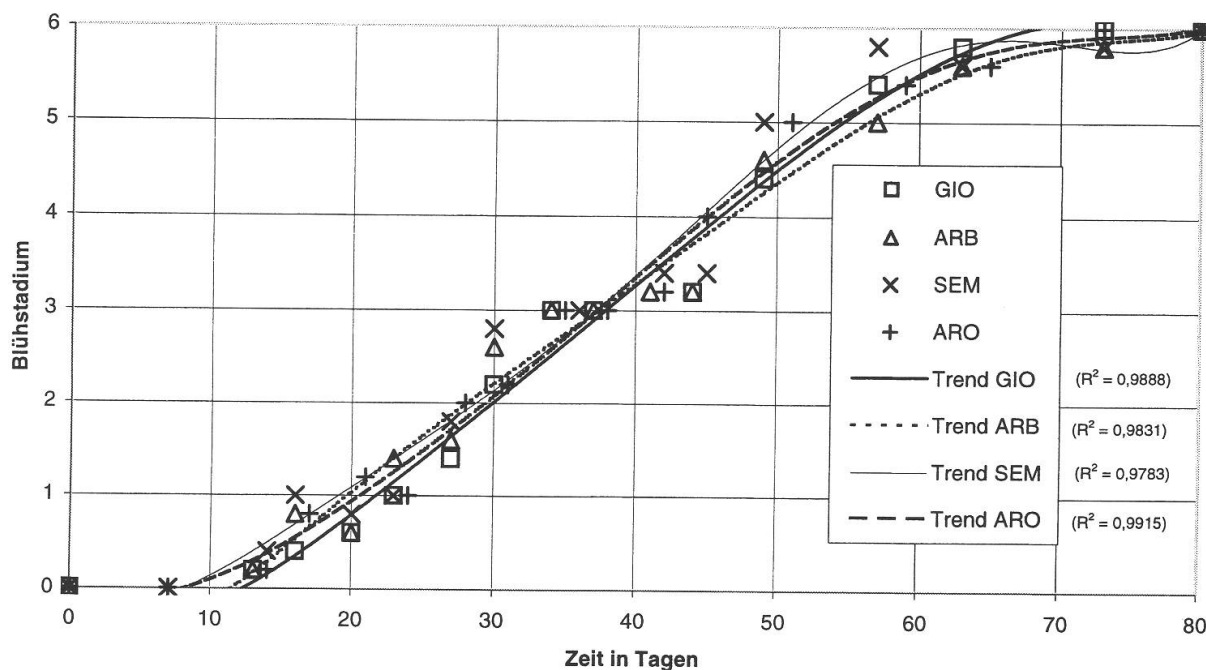


Abb 3. Prüfung des Einflusses der Klimaregion auf die Blütenphänologie: Weiblicher Blühverlauf (Blühstadien in Tab. 2) der Wildform-Probegruppen in den verschiedenen Klimaregionen Leventina (GIO=Giornico), Riviera/Misox (ARB=Arbedo), Magadinoebene (SEM=Sementina) und Malcantone (ARO=Arosio) (Zeit in Tagen: 0 ± 21 . Mai, 41 ± 1 . Juli 1995).

Tab. 5 zeigt die Gegenüberstellung der Aufnahmen in den Kronenpositionen ‚Nordexposition/unterer Kronenbereich‘ und ‚Südexposition/mittlerer bis oberer Kronenbereich‘ mit den Standardaufnahmen in der Kronenposition ‚Südexposition/unterer Kronenbereich‘ anhand einiger phänologischer Werte.

Die Probebäume weisen insbesondere im Verlauf der weiblichen Blüte eine Verzögerung der Stadien in erhöhter Kronenposition auf: Zwischen Beginn der Blütezeit und Ende der

Tab. 5. Blühstadien in den verschiedenen Kronenexpositionen ‚Nord/unten‘ und ‚Süd/oben‘ im Vergleich zur Standardaufnahme ‚Süd/unten‘ (Zeit in Tagen: 0 $\hat{=}$ 21. Mai, 41 $\hat{=}$ 1. Juli 1995).

Phänologisches Merkmal	Individuen Stk.	Kronenposition		
		Nord/unten Datum	Süd/unten Datum	Süd/oben Datum
Beginn der weiblichen Blüte (Wert 8)	5	32,8	34,4	31,2
Beginn der weiblichen Vollblüte (Wert 9)	5	40,6	40,6	44,4
Ende der weiblichen Vollblüte (Wert 10)	5	51,4	49,4	53,8
Beginn der männlichen Blüte (Wert 13)	2	34,5	34,0	35,0
Beginn der männlichen Vollblüte (Wert 14)	2	39,0	38,0	39,0
Zeitpunkt des Kätzchenfalls (Wert 17)	5	50,2	48,0	49,0

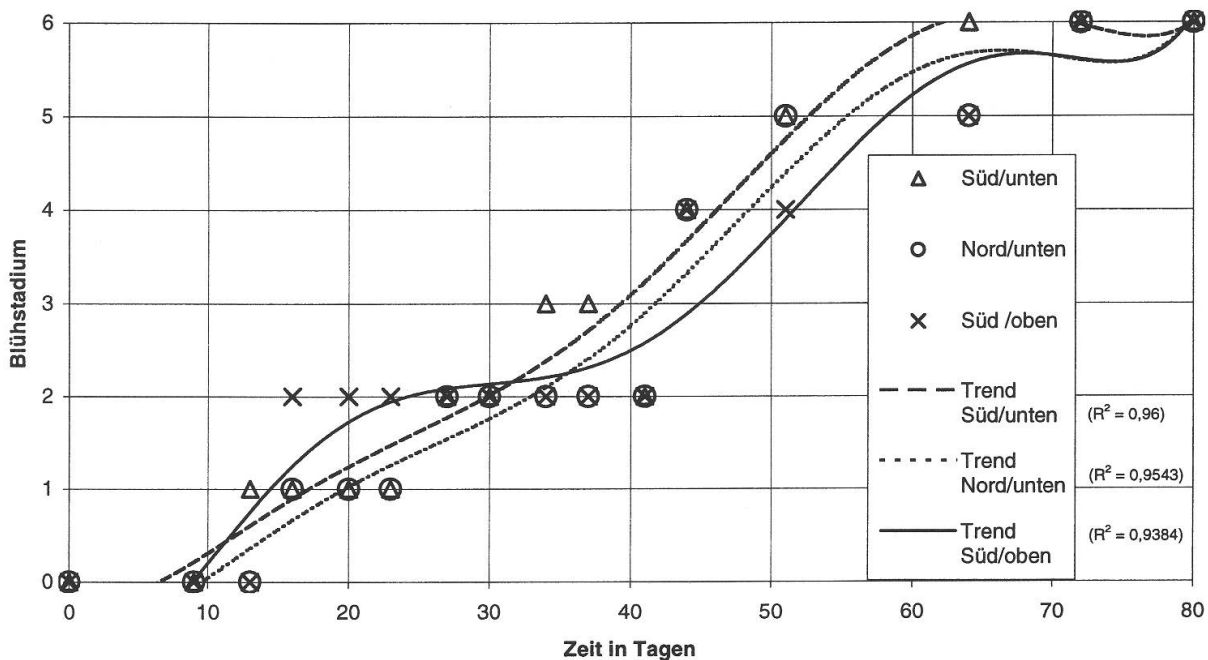


Abb. 4. Prüfung des Einflusses der Position innerhalb der Krone auf die Blütenphänologie: Weiblicher Blühverlauf (Blühstadien in Tab. 2) des Probebaums TOR07 (Torricella, Sorte/Gruppe *Verdesa.2*) in verschiedenen Positionen innerhalb der Krone Nord/unten, Süd/unten und Süd/oben (Zeit in Tagen: 0 $\hat{=}$ 21. Mai, 41 $\hat{=}$ 1. Juli 1995).

Vollblüte tritt eine durchschnittliche Verzögerung von etwa vier Tagen auf. Demgegenüber scheint die unterschiedliche Exposition innerhalb der Krone keine deutlichen Differenzen im Blühverlauf zu bewirken. Abb. 4 zeigt die Blühverläufe der weiblichen Blüte am Beispiel eines Probebaums aus Torricella im Vedeggio-Tal (TOR07, Sorte *Verdesa.2*). Beim Verlauf der männlichen Blüte sind keine deutlichen Unterschiede zwischen den Kronenpositionen festzustellen.

Aufgrund des Zusammenfallens der Wildform-Probegruppe für die Klimaregion Magadinoebene (Sementina, SEM) mit einer Probegruppe von Stanga (1997) konnte ein Jahres-

vergleich für die Phänologie der männlichen Blüte angestellt werden. Im Jahre 1994 standen die Individuen am Südhang oberhalb Sementina auf 500 m ü.M. vom 27. bis zum 29. Juni (Stanga 1997), 1995 vom 27. Juni bis zum 1. Juli in Vollblüte – also sozusagen zur gleichen Zeit.

Phänologische Blütenmerkmale

Die Zeitpunkte der Vollblüte sowie der maximalen Blühintensität weisen zwischen den Gruppen deutliche Unterschiede auf. Die weibliche Vollblüte ist in Abb. 5 dargestellt. Auf der Referenzhöhe von 500 m ü.M. beginnt sie für die meisten Gruppen Ende Juni (Tag 38 = 28. Juni 1995), bei der Gruppe *Tenasca.0* und der Wildform erst rund 5 Tage später (3. Juli) und bei den Gruppen *Torción negro* und *Tenasca.1* rund 10 Tage (8. Juli) später. Dementsprechend liegen die Zeitpunkte der maximalen weiblichen Blühintensitäten zwischen dem 1. und dem 11. Juli.

Die individuelle Dauer der weiblichen Vollblüte beträgt eine Woche (*Lüina*, *Tenasca.0*, *Torción negro*) bis zwei Wochen (*Verdesa.3*) und die individuelle Dauer der gesamten weiblichen Blütezeit ca. einen Monat. Die männliche Vollblüte dauert je Individuum rund drei bis fünf Tage und die gesamte männliche Blütezeit eines Baumes rund eine bis zwei Wochen.

Die männliche Blüte weist bei den Cryptostamineen (*Tenasca.0*) und den Astamineen (*Lüina*, *Verdesa.0*) gar keine Vollblüte auf, und auch bei den Microstamineen kann die maximale männliche Blühintensität manchmal nicht bestimmt werden (z. B. *Torción negro*). Auf der Referenzhöhe von 500 m ü.M. beginnt die männliche Vollblüte der anderen Sorten/Gruppen anfangs Juli (Tag 41 = 1. Juli), bei *Buné negro* allerdings erst deutlich später (11. Juli), was auch die Zeitpunkte der maximalen männlichen Blühintensitäten zeigen.

Die weibliche Vorblütigkeit (Protogynie) liegt für drei *Verdesa*-Gruppen (1, 2, 3) bei rund 2 Tagen, bei *Buné negro* allerdings bei 8 Tagen. Demzufolge beginnt der weibliche Blühprozess (Anthese) bei *Buné negro* relativ zur männlichen Anthese ausgesprochen früh. Im Gegensatz dazu weisen zwei Gruppen negative Werte, also männliche Vorblütigkeit (Proandrie), auf. Bei der Wildform beträgt sie ca. 3 Tage. Bei der Gruppe *Tenasca.1* ist die männliche Vorblütigkeit mit 11 Tagen noch ausgeprägter.

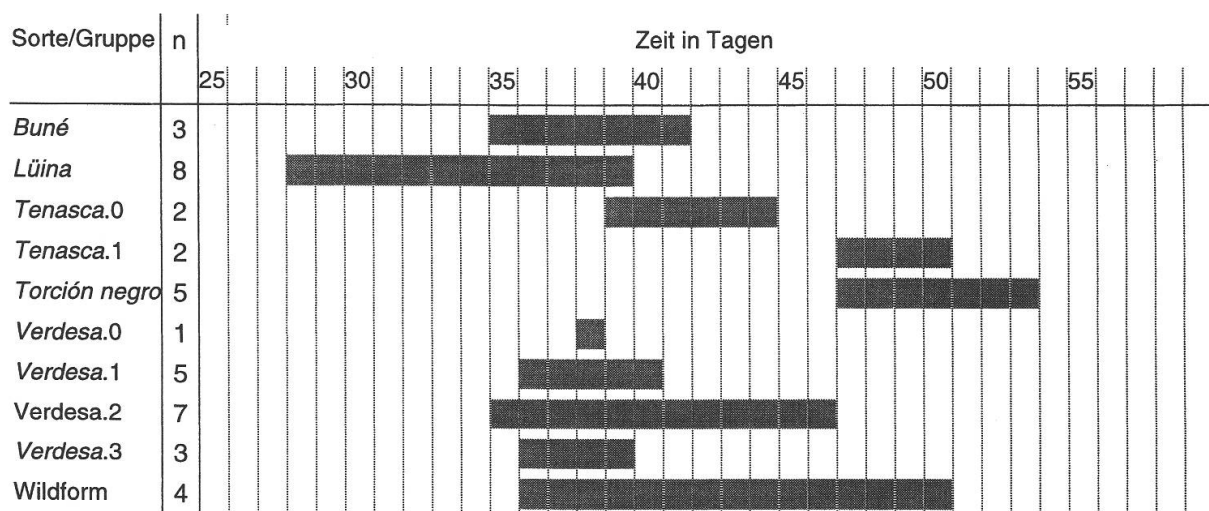


Abb. 5. Beginn der weiblichen Vollblüte nach Sorten (n = Anzahl Probestämme pro Sorte, bzw. Anzahl Gruppen zu 5 Individuen bei der Wildform) (Zeit in Tagen: 0 $\hat{=}$ 21. Mai, 41 $\hat{=}$ 1. Juli 1995).

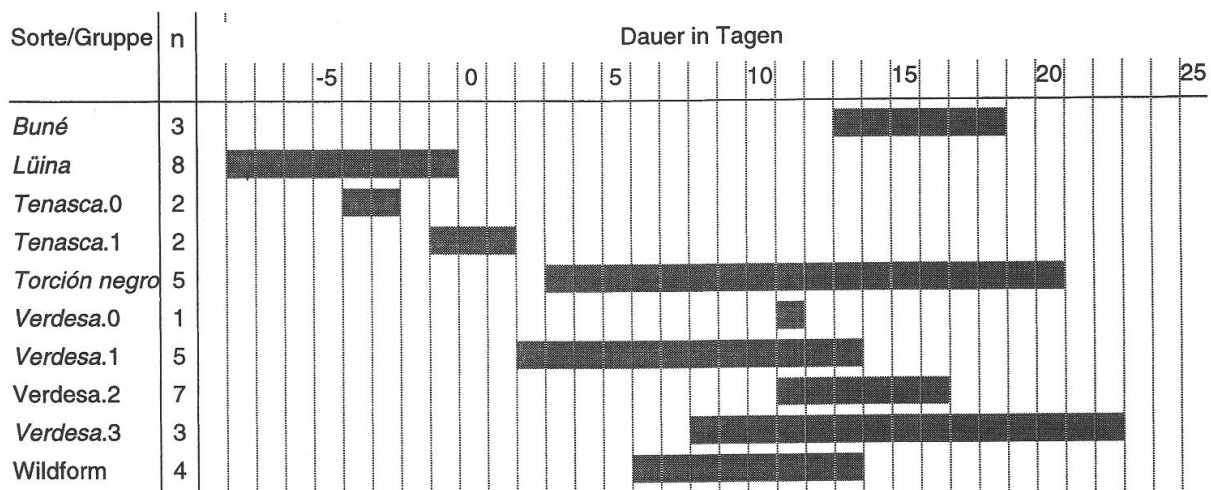


Abb. 6. Dauer vom weiblichen Blühmaximum bis zum Abfallen der unteren Kätzchen nach Sorten (n = Anzahl Probestämme pro Sorte, bzw. Anzahl Gruppen zu 5 Individuen bei der Wildform) (Erhebungsjahr 1995).

Tab. 6. Wichtigste phänologische Blütenmerkmale im Überblick: Zeitpunkt der maximalen weiblichen Blühintensität t(fi max.), Zeitpunkt der maximalen männlichen Blühintensität t(mi max.), weibliche Vorblütigkeit (Protogynie) t(mi max) – t(fi max), Abfallen der unteren Kätzchen relativ zur weiblichen Vollblüte t(m6) – t(fi max.) (Datum: 0 $\hat{=}$ 21. Mai, 41 $\hat{=}$ 1. Juli 1995).

Sorte/Gruppe		Phänologisches Merkmal			
Merkmal (Einheit)	Indiv. (Stk)	Zeitpunkt d. max. weiblichen Blühintensität (Datum)	Zeitpunkt d. max. männlichen Blühintensität (Datum)	Weibliche Vorblütigkeit (Protogynie) (Tage)	Kätzchenfall rel. zur weiblichen Vollblüte (Tage)
<i>Buné negro</i>	3	42,0	50,5	7,5	15,3
<i>Lüina</i>	8	38,1	—*	—*	–3,9
<i>Tenasca.0</i>	2	43,0	—*	—*	–3,5
<i>Tenasca.1</i>	2	51,5	41,0	–11,0**	0,0
<i>Torción negro</i>	5	47,6	—*	—*	12,0
<i>Verdesa.0</i>	1	45,0	—*	—*	11,0
<i>Verdesa.1</i>	5	40,2	41,5	1,3	7,8
<i>Verdesa.2</i>	7	41,8	45,5	3,7	12,4
<i>Verdesa.3</i>	3	42,7	44,0	1,3	13,0
Wildform	4	46,0	42,8	–3,2**	10,2

* Bei stark verkümmelter männlicher Blüte (Cryptostamineen, Astamineen, z.T. Microstamineen) kann keine maximale männliche Blühintensität und damit auch kein Protogynie-Wert bestimmt werden.

** Negative Protogynie-Werte geben eine entsprechende Protandrie an.

Die Werte für den Zeitpunkt des Abfallens der unteren Kätzchen relativ zur weiblichen Vollblüte weisen für die Gruppen deutlich verschiedene Werte auf. Diese sind in Abb. 6 dargestellt. Während die Mittelwerte für die meisten Gruppen zwischen acht und fünfzehn Tagen liegen, verlieren die Individuen von drei Gruppen die unteren Kätzchen viel früher,

Tenasca.1 im Mittel gleichzeitig mit der maximalen weiblichen Blühintensität und *Tenasca.0* und *Lüina* sogar ca. 4 Tage davor.

Morphologische Blütenmerkmale

Merkmale am unteren Kätzchen

Die meisten Kultursorten unterscheiden sich klar von der Wildform aufgrund der mehr oder weniger stark verkümmerten Filamente (Tab. 7). Bei den Astamineen sind auch die Antheren verkümmert. Einzig die Gruppen *Verdesa.3* und *Tenasca.1* weisen zumindest ähnlich gut ausgeformte Filamente und Antheren wie die Wildform auf. Die Klasse der Cryptostamineen im engeren Sinne (d.h. alle Blütenknäuel bleiben geschlossen) ist selten vertreten. Von den untersuchten Gruppen und Sorten weist einzig *Tenasca.0* diese Merkmalsausprägung auf. Bei anderen Sorten konnte dasselbe Phänomen auch beobachtet werden (*Lüina*, *Torción negro*). Einige wiesen sogar mehrheitlich geschlossene Blütenknäuel auf, weshalb sie eigentlich zu einer Klasse Cryptostamineen im weiteren Sinne gestellt werden könnten. Hier wurden sie aufgrund der (wenigen) offenen Blütenknäuel und der darin erkennbaren Entwicklung ihrer Filamente der ihr entsprechenden Klasse zugeteilt (Astamineen, Microstamineen).

Die Länge des unteren Kätzchens scheint innerhalb der Sorten recht homogen zu sein, zwischen den Sorten aber deutliche Unterschiede aufzuweisen (Tab. 7). Sehr kurze untere Kätzchen weist mit einer durchschnittlichen Länge von nur gerade 10 cm der Probestaum von *Boniröö* auf, während auch *Lüina*, *Verdesa.1–3*, *Ostana*, *Tampuriva*, *Torcione bianco* und *Pinca* mit Längen von weniger als 14 cm deutlich unter dem Gesamtdurchschnitt von 17 cm liegen. Dagegen weisen *Tenasca.0* und *Magreta* ausgesprochen lange (> 23 cm) und auch *Torción negro* und *San Michele* relativ lange (> 20 cm) untere Kätzchen auf. Ausserdem gibt es am unteren Kätzchen einige weitere interessante Strukturmerkmale. So sitzen die basalen Blütenknäuel bei einigen Sorten (z. B. *Buné negro*, *Tenasca.1*) meist unmittelbar an der Basis des unteren Kätzchens, während bei anderen Sorten diese Blütenknäuel bis zu 3 mm an der Kätzchenachse hinaufgeschoben sind (z. B. *Vastana*, *San Michele*). Die Dichte der Blütenknäuel scheint zumindest bei der Mehrzahl der Sorten umgekehrt proportional zur Kätzchenlänge. Ihre Anzahl pro unteres Kätzchen variiert beträchtlich von weniger als 60 (*Ostana*, *Torcione bianco*) bis zu über 110 Blütenknäueln (*Viusa*, *San Michele*).

Merkmale am oberen Kätzchen

Bezüglich des Typs oberes Kätzchen sind die Sorten bzw. Gruppen sehr variabel. So weisen viele Sorten an den oberen Kätzchen nur basal ein bis drei Cupulen auf, und die anschliessenden (distalen) Partialinfloreszenzen sind Blütenknäuel mit gut ausgebildeten männlichen Blüten (Typ 1 und 2). *Magreta*, *San Michele*, *Tenasca.0* und *Teremaca* bilden dagegen am oberen Kätzchen gar keine Blütenknäuel und somit gar keine männlichen Blüten aus, sondern lediglich Cupulen. Von den rund 30 Cupulen je oberes Kätzchen bei diesen Sorten (Typ 4) sind allerdings nur basal einige wenige Cupulen tatsächlich fertil. Die Sorte *Buné negro* sowie ein Exemplar der Gruppe *Verdesa.3* bewegt sich zwischen den beschriebenen Typen. Einerseits weisen ihre oberen Kätzchen generell zwischen Cupulen und Blütenknäueln viele verkümmerte, zwittrige Partialinfloreszenzen (gemäss Bencat 1967b) auf, andererseits können am einzelnen Individuum verschieden ausgeprägte obere Kätzchen vorkommen.

Die Länge des oberen Kätzchens ist innerhalb der Sorten in der Regel recht homogen, weist zwischen diesen aber deutliche Unterschiede auf. Kurze obere Kätzchen bilden mit weniger als 8 cm Länge die Sorten *Lüina*, *Torción negro*, *Tenasca.1*, *Vastana*, *Pinca* und *Bo-*

niröo. Einige davon erscheinen extrem zusammengestaucht (*Torción negro*, *Pinca*, *Boniröö*). Die oberen Kätzchen des Probebaumes der Sorte *Boniröö* wiesen nur gerade eine Länge von 5 cm auf. Dagegen liegen *Tenasca.0*, *Ostana*, *San Michele* und *Magreta* mit über 12 cm langen oberen Kätzchen deutlich über dem Gesamtdurchschnitt von 9,3 cm.

Auch am oberen Kätzchen fallen einige Strukturmerkmale auf. Die Häufigkeit der Partialinfloreszenzen am oberen Kätzchen können von weniger als 20 (*Torción negro*, *Pinca*, *Boniröö*) bis zu 40 Partialinfloreszenzen (*Tenasca.0*, *Torcione bianco*) schwanken. Bei einigen Sorten scheint eine übermässige Streckung der Achse im distalen Achsenabschnitt vorzuliegen, was zu einem Absetzen der Kätzchenspitze führt. Die Spitze selbst wird dann meist aus einem Köpfchen relativ dichter Blütenknäuel mit männlichen Blüten gebildet, wie dies bei Individuen von *Lüina*, *Torción negro*, den *Verdesa*-Gruppen, *Tenasca.1*, *Torcione bianco*, *Pinca*, *Magreta* und der Wildform beobachtet wurde. Auffällig ist im weiteren das früh ab-

Tab. 7. Wichtigste Ergebnisse zur Blütenmorphologie im Überblick: Staminationstyp, Länge des unteren Kätzchens, Typ oberes Kätzchen, Länge des oberen Kätzchens (m = Mittelwert, s = Standardabweichung).

Sorte/Gruppe		Morphologisches Merkmal					
Merkmal (Einheit)	Indiv. (Stk)	Stamina- tionstyp* (*)	Länge des unteren Kätzchens		Typ oberes Kätzchen* (*)	Länge des oberen Kätzchens	
			m (cm)	s (cm)		m (cm)	s (cm)
Bisherige Sorten							
<i>Buné negro</i>	3	1	16,7	1,5	3	10,9	1,6
<i>Lüina</i>	6	0	11,9	1,2	1	8,0	1,0
<i>Tenasca.0</i>	2	0cr	23,5	1,4	4	14,1	0,8
<i>Tenasca.1</i>	2	3	17,0	0,6	1	8,0	0,6
<i>Torción negro</i>	5	1	20,4	1,9	1	6,9	0,7
<i>Verdesa.0</i>	1	0	13,2	1,0	1	10,4	1,2
<i>Verdesa.1</i>	5	1	17,8	2,1	1	9,3	0,8
<i>Verdesa.2</i>	5	2	19,7	4,8	1–2	10,6	2,2
<i>Verdesa.3</i>	3	3	18,2	2,1	1–3	9,3	1,1
Wildform	5	4	18,6	1,7	1–2	9,0	2,4
Weitere Sorten							
<i>Barögna</i>	1	1	14,5	1,7	1	10,1	1,4
<i>Boniröö</i>	1	0	10,0	1,0	1	4,9	1,3
<i>Magreta</i>	1	2	23,9	2,2	4	12,7	1,3
<i>Ostana</i>	1	2	12,7	1,5	2	12,0	2,6
<i>Pinca</i>	1	0	13,3	1,1	1	5,9	0,7
<i>San Michele</i>	1	0	20,3	3,2	4	12,7	2,1
<i>Tampuriva</i>	1	0	12,7	1,4	1	8,7	1,4
<i>Teremaca</i>	1	1	16,6	2,2	4	11,4	1,1
<i>Torcione bianco</i>	1	0	13,5	1,0	1	9,5	1,6
<i>Vastana</i>	1	0	14,0	0,6	1	7,6	1,4
<i>Viusa</i>	1	0	19,0	1,4	1	8,3	1,5

* Klassen der Merkmale Staminationstyp und Typ oberes Kätzchen: siehe Tab. 3.

fallende Ende des oberen Kätzchens bei der Sorte *Lüina* – anlog zum frühzeitigen Abfallen der ganzen unteren Kätzchen.

Die Anzahl Griffel je Cupula scheint insgesamt, aber auch innerhalb der Sorten, ziemlich variabel zu sein (Anzahl Blüten pro Cupula und Anzahl Griffel pro Blüte). In der Regel werden je Cupula 17 bis 21 Griffel gebildet. Einzelne Individuen, insbesondere der Sorten *Lüina*, *Tampuriva*, *San Michele* und *Pinca*, können aber deutlich höhere durchschnittliche Griffelzahlen (bis zu 27) erreichen. Bei *Lüina*, *Tampuriva*, *Vastana*, *Viusa* und *Torcione bianco* wurde ausserdem ein auffälliges kreuzförmiges Muster (Aufsicht) beobachtet, das durch Reihen von besonders grossen Schuppen entlang der Verwachsungszone der Cupulaklappen gebildet wird.

Verzweigungsmorphologische Merkmale

An den die Blütenstände tragenden Sprossen wurden interessante, möglicherweise sortenspezifische, verzweigungsmorphologische Merkmale beobachtet. Die absoluten Zahlen der einzelnen Jahrestriebstypen je Vorjahrestrieb sowie der Sprosstypen je Jahrestrieb sind jeweils vor allem durch den Grad bestimmt, mit dem der betrachtete Zweig Kurztriebe ausbildet. Doch scheint der prozentuale Anteil – d.h. das Verhältnis der Jahrestriebstypen (Haupt- und Nebentriebe) und der Sprosstypen (Knospen, Kätzchen) untereinander – innerhalb der Sorten relativ konstant zu sein und zwischen den Sorten deutliche Unterschiede aufzuweisen. So liegt beispielsweise der Anteil der Haupttriebe aus oberen Knospen mit durchschnittlich 1,6 Stück pro Vorjahrestrieb über alle Sorten bei 42%, bei *Torción negro* mit durchschnittlich nur einem Haupttrieb lediglich bei 30%. Ebenso interessant – weil möglicherweise sortenspezifisch – ist, dass Haupttriebe aus mittleren Knospen des Vorjahrestriebes bei den meisten Sorten nicht vorkommen, bei *Buné negro*, *Lüina*, *Torcione bianco* und *Torción negro*, *Teremaca* und *Verdesa.2* aber über 5% ausmachen. Tendenziell bilden Sorten mit einem hohen Anteil von Haupttrieben an allen Jahrestrieben auch einen relativ hohen Anteil davon aus oberen Knospen aus (z. B. *Teremaca*, *Magreta*) und umgekehrt (z. B. *Vastana*). Zusätzlich wurden bei den Sorten *Barögna* und *Torción negro* auffällig grobe, d.h. stark verdickte und aufgedunsen wirkende Zweige festgestellt.

Der durchschnittliche Anteil unterer Kätzchen an allen Sprossen je Jahrestrieb variiert von 40% bei *Vastana* bis zu 63% bei *Torción negro*. Der Anteil oberer Kätzchen an allen Sprossen je Jahrestrieb kann zwischen den Sorten ebenfalls von weniger als 10% (*Verdesa.3*, *Tenasca.1*, *Ostana*, *Viusa*) bis zu über 15% (*Buné negro*, *Tenasca.0*, *Verdesa.0*, *Torcione bianco*, *Magreta*) variieren. Besondere Sprosse konnten nur selten beobachtet werden: spezielle untere Kätzchen bei *Buné negro*, *Tenasca.1*, *Teremaca* und *Tampuriva*; spezielle obere Kätzchen bei *Torción negro*, *Tenasca.1* und *San Michele*; verkümmerte oder verzweigte untere Kätzchen bei *Torción negro*, *Verdesa.3* und der Wildform.

Diskussion

Blüte und Sortenerkennung

Die Erhebung zeigt, dass sich einige Blütenmerkmale von *C. sativa* für die Sortenunterscheidung sehr gut eignen. Dies obwohl in der Regel keines der Blütenmerkmale allein die eindeutige Bestimmung einer oder mehrerer Sorten erlaubt. Die Merkmalsausprägungen verschiedener Sorten weisen bei vielen Blütenmerkmalen oft beträchtliche gemeinsame Bereiche auf. Anwendbar sind diese Merkmale jeweils nur für die Abgrenzung einiger Sorten, die extreme sortenspezifische Ausprägungen aufweisen, vom Gros der anderen Sorten. Im Ver-

gleich zu anderen, nimmt der Merkmalskomplex Blüte eine besondere Stellung ein. Die Blüte als Ganzes besticht durch ihre Fülle von potentiellen Merkmalen. Dies ist wichtig, weil andere Merkmalskomplexe wie Frucht, Blatt, Habitus, Isoenzyme oder molekulare Marker keine Merkmale liefern, mit denen allein Sorten bestimmt werden können. Mit zunehmender Anzahl kombinierter Merkmale sollte aber eine zuverlässige Sortenerkennung möglich sein (Ricci 1916, Fenaroli 1945, Conedera 1994).

Das Datenmaterial ist statistisch nicht ausreichend, um abschliessende Aussagen zu den Merkmalsausprägungen bei den untersuchten Sorten zu machen. Der praktische Einsatz der erfolgsversprechendsten Merkmale bedarf deshalb noch der Prüfung der hier formulierten Hypothesen. Einerseits sind gezielte Untersuchungen an einer grösseren Anzahl von Probestämmen je Sorte notwendig, andererseits sollten auch weitere Kultursorten des Untersuchungsgebietes sowie der angrenzenden italienischen Südalpentäler einbezogen werden, damit geprüft werden kann, ob die Merkmale auch eine Abgrenzung von hier nicht berücksichtigten Sorten erlauben.

Zur Blütenphänologie

Die Phänologie des männlichen Blühprozesses ist bei den meisten der untersuchten Kultursorten stark von der Verkümmern der männlichen Blütenorgane überlagert. Bei allzu starker Verkümmern (Astamineen, Cryptostamineen) kommt es gar nicht zur Pollenfreisetzung, so dass streng genommen gar keine männliche Blühphase vorliegt. Neben der Wildform weisen einzig die Gruppen *Verdesa.3* und *Tenasca.1* eine deutliche männliche Blühphase mit grosser Pollenfreisetzung auf – mit geringerer Pollenfreisetzung auch die Gruppe *Verdesa.2*. Die männlichen Blühphasen unterscheiden sich bei diesen Gruppen allerdings nicht stark. Doch lässt sich die männliche Blühphase dieser Gruppen als Referenz für die weibliche Blühphase verwenden. Unter der Annahme, dass der männliche und der weibliche Blühprozess in etwa gleich stark vom Einflussfaktor Höhe ü.M. abhängig sind, liegt für solche Sorten in der Vorweiblichkeit (Protogynie) bzw. in der Vormännlichkeit (Protandrie) ein standortunabhängiges Merkmal von grossem praktischem Wert vor. In der Tat unterscheiden sich die beiden genannten *Verdesa*-Gruppen mit ihrer Vorweiblichkeit stark von der Gruppe *Tenasca.1*, die Vormännlichkeit aufweist. Für viele andere Sorten mit starker Verkümmern der männlichen Blütenorgane ist dieses Merkmal aber unbrauchbar.

Bei einigen Sorten ist das Fehlen einer eigentlichen männlichen Blüte mit einem frühzeitigen Absterben und Abfallen der unteren Kätzchen verbunden. Der Zeitpunkt dieses Kätzchenfalls relativ zur weiblichen Blüte ist – wie die Protogynie bzw. Protandrie – ein standortunabhängiges und deshalb wertvolles phänologisches Merkmal. In der Tat lassen sich damit die beiden *Tenasca*-Gruppen und *Lüina*, bei denen der Kätzchenfall in etwa mit der weiblichen Vollblüte zusammenfällt, deutlich von allen anderen untersuchten Sorten unterscheiden. Dabei handelt es sich bei *Tenasca.0* um ein Fallenlassen der Kätzchen ohne vorheriges Öffnen der Blütenknäuel. Bei *Tenasca.1* ist der relativ frühe Kätzchenfall hingegen durch die aussergewöhnlich frühzeitige männliche Blüte bedingt, deren vollständiger Blühverlauf zu Beginn der weiblichen Vorblüte bereits abgeschlossen ist (Protandrie von 11 Tagen). Die beiden *Tenasca*-Gruppen unterscheiden sich in ihrer Blütenphänologie sehr stark. Die relativ grosse Variation innerhalb von einzelnen Sorten (*Tenasca*, *Verdesa*) lässt sich dadurch erklären, dass diese nicht nur vegetativ vermehrt wurden (Pfropfung) sondern teilweise auch generativ über Samen und kombiniert mit züchterischer Auslese vermehrt wurden – wie dies für die Sorte *Verdesa* überliefert ist. Möglich ist auch, dass alte Namen von früher eingeführten Sorten in Vergessenheit geraten sind und diese unter einem bestehenden Sortennamen zusammengefasst wurden, der nun also mehrere Sorten vereint.

Unter den Kultursorten von *C. sativa* gibt es sowohl früh- wie auch spätreifende Sorten (Conedera 1994). Der Zeitpunkt der weiblichen Blüte scheint aber nicht mit dem Zeitpunkt der Fruchtreife zu korrelieren. So beginnt die weibliche Blüte sowohl bei den Sorten, für die heute eher eine frühe Fruchtreife angenommen wird, (*Buné negro*, *Lüina*) als auch bei allen *Verdesa*-Gruppen mit eher später Fruchtreife frühzeitig um Ende Juni herum. Bei anderen Sorten (*Torción negro*, *Tenasca.1*) beginnt sie jedoch erst zehn Tage später. Die unterschiedlichen Reifezeiten der Früchte scheinen hingegen mit Ausnahme bei *Buné negro* mit der Dauer der weiblichen Vollblüte zu korrelieren. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Verzögerung in der Fruchtentwicklung bereits während der Blütezeit beginnt, bei *Buné negro* hingegen erst nach relativ langsamem Blühverlauf eine Beschleunigung der Fruchtentwicklung einsetzt. Allerdings sind die Angaben zur Fruchtreife recht vage und sollten in weitere phänologische Untersuchungen einbezogen werden.

Defila (1998) zeigt am Beispiel der ältesten phänologischen Zeitreihen der Schweiz die Beeinflussbarkeit phänologischer Merkmale durch äussere Einflüsse. Soll aufgrund phänologischer Merkmale auf die tatsächliche Verwandtschaft (Sortenzugehörigkeit) geschlossen werden können, ist die Prüfung der möglichen Einflussfaktoren auf die Phänologie wichtig. Der hier geprüfte Einfluss der Klimaregion auf die Phänologie von *C. sativa* wurde wie bereits die Prüfung der Standortsfaktoren Exposition und Höhe ü.M. durch Kurt (1962) und Stanga (1997) anhand der Wildform von *C. sativa* durchgeführt. Dabei wurde kein Einfluss festgestellt. Auch die Blühverläufe der Probestämme der überregional verbreiteten Sorten *Lüina* und *Verdesa* weisen innerhalb der Sorte keinen Klimaregions-Gradienten auf, was die Vermutung stützt, dass ein Einfluss der Klimaregion auf die Blütenphänologie im untersuchten Gebiet ausgeschlossen werden kann. Der Einfluss des überregionalen Jahresklimas wirkt dagegen primär pauschal auf alle Sorten gleichermassen ein. Dadurch werden zwar die absoluten phänologischen Werte beeinflusst, die zeitlichen Beziehungen der Sorten untereinander bleiben aber innerhalb jedes Beobachtungsjahres mehr oder weniger konstant. Die Daten der fünfzehn Kilometer westlich auf 370 m ü.M. gelegenen Pollenmessstation Locarno Monti (Pollendaten, Schweizerische Meteorologische Anstalt, Zürich) korrelieren mit den hier vorgestellten Ergebnissen. Erheblicher Pollenflug wurde dort zwischen dem 19. Juni und dem 19. Juli 1995 registriert und maximaler Pollenflug wurde am 1. Juli 1995 verzeichnet. Durch die Zusammenfassung der Pollen von verschiedenen Sorten und Standorten der näheren Umgebung in einer Messgrösse und dem grossen Einfluss von Tagesbedingungen auf den Pollenflug (Wetter) sind diese Daten aber diffus und dürfen nur als grobe Trends verstanden werden. Über die Jahre 1989 bis 1995 lagen die Jahres-Spitzenwerte zwischen dem 24. Juni (1990) und dem 12. Juli (1991). Insgesamt dürften die jährlichen Schwankungen der Blütezeit von *C. sativa* über diesen Zeitraum bei etwa zehn bis vierzehn Tagen liegen, wobei 1989 und 1990 relativ frühe Jahre waren und in den Jahren 1991 bis 1995 eine relativ späte Blüte von *C. sativa* vorlag.

Der hier an Individuen verschiedener Kultursorten geprüfte Einfluss der Position innerhalb der Baumkrone auf die Phänologie (intraindividuelle Variation) zeigt dagegen einen Gradienten entlang des Faktors Höhe innerhalb der Krone. Die Beobachtungen während der Feldarbeiten zeigten, dass der zwischen unterem und oberem Kronenbereich sich zeigende Gradient mit weiter zunehmender Höhe (oberhalb 8 m) abnimmt bzw. abflacht. Vermutlich ist der Gradient also auf die Wärmestrahlung in Bodennähe zurückzuführen. Ausserdem ist der Einfluss der Ontogenese bzw. des Alters eines Individuums auf die Phänologie unklar und bleibt zu prüfen. Zusätzliche Beobachtungen während der Feldarbeiten lassen insbesondere einen Einfluss des physiologischen Alters des von der Hauptachse abzweigenden Astes vermuten.

Zur Blütenmorphologie

Die von vielen Autoren verwendete und immer wieder modifizierte Klassifizierung des heute allgemein gebräuchlichen Merkmals Staminatienstyp ist in ihrer Verwendung der Begriffe ‚Cryptostamineen‘ und ‚Astamineen‘ etwas diffus. Deshalb schlagen die Autoren vor:

- a) Die Bezeichnung Cryptostamineen ist für diejenigen Sorten zu reservieren, bei denen sich in der Regel keine männliche Blüte in den Blütenknäueln öffnet.
- b) Die Bezeichnung Astamineen ist nur für Sorten zu verwenden, bei denen sich zumindest einige männliche Blüten in den Blütenknäueln öffnen, diese aber leer sind, d.h. gar keine Stamina aufweisen.
- c) Die Bezeichnung Microstamineen ist für Sorten zu verwenden, bei denen sich zumindest einige Blüten in den Blütenknäueln öffnen, diese aber nur Stamina mit einer Filamentlänge von weniger als 1 mm aufweisen und deshalb im offenen Blütenknäuel verborgen bleiben.

Somit würden also nur die 100%-igen Cryptostamineen zu dieser Klasse gezählt (*Tenasca.0*). Der Grad des Nichtöffnens von Blütenknäueln mit männlichen Blüten könnte bei allen Klassen von Bedeutung sein. Nebst der Eignung des Staminatienstyps dürften auch Merkmale der Form des unteren Kätzchens sortenspezifisch sein (z.B. Länge), sie bedürfen aber der weiteren Abklärung. Die Schwierigkeiten bei der Ansprache solcher Merkmale resultierten vor allem aus ihrer Überprägung durch die bei den Kultursorten von *C. sativa* weit verbreitete generelle Verkümmern des männlichen Blütenstands (Absterben vor Vollblüte). Dadurch wurde die Vergleichbarkeit von Sorten mit unterschiedlichen Verkümmernsgraden erschwert oder sogar verunmöglicht. Dennoch könnten ‚kombinierte‘ Merkmale (Verkümmern integriert) sehr spezielle und nur auf wenige Sorten zutreffende Ausprägungen aufweisen: Auch der analog entstehende, extrem frühzeitige Kätzchenfall der Sorten *Lüina* und *Tenasca.0* stellt ein solches Merkmal dar. Ausserdem sollte die Anordnung der Blütenknäuel an der Kätzchenachse (z. B. kopfige Häufung) weiter untersucht werden. Dabei sollte auch die wahrscheinlich sortenspezifische Anzahl Blütenknäuel am unteren Kätzchen (Breviglieri 1951) genauer untersucht und die von Fey (1981) erwähnte transversale Stellung der beiden untersten Blütenknäuel geprüft werden.

Das obere Kätzchen ist hinsichtlich vieler Merkmale sehr variabel. Im Gegensatz zum unteren Kätzchen kann hier nicht nur die Anordnung der Partialinfloreszenzen an der Kätzchenachse variieren, sondern es müssen dabei noch verschiedene Typen von Partialinfloreszenzen unterschieden werden. Die Abfolge der verschiedenen Typen am oberen Kätzchen scheint dabei konstant zu sein. Basal stehen immer die fertilen Cupulen. Bis zur Spitze des Kätzchens können diese von normalen Blütenknäueln mit männlichen Blüten abgelöst werden, wobei dazwischenliegende Übergansformen sehr vielfältig sein können. Diese sind von blossen Auge aber kaum zu unterscheiden und wurden bisher auch in der Literatur nicht hinreichend unterschieden – einzig Bencat (1967b) versucht eine Klassifizierung. Die hier verwendete Klasse 3 ist etwas unbefriedigend, weil verkümmerte Partialinfloreszenzen nicht unbedingt sterile Zwitterblüten enthalten, sondern sich im Falle von verkümmerten Blütenknäueln gegebenenfalls als Knäuel mit fertilen männlichen Blüten und im Falle von verkümmerten Cupulen gegebenenfalls als Cupulen mit fertilen weiblichen Blüten herausstellen könnten. Weitere Untersuchungen sollten darüber Klarheit schaffen sowie die Fragen nach der intraindividuellen Variation des oberen Kätzchens prüfen. Bei der Klasse 1 mit kurzen oberen Kätzchen spielt es dagegen keine Rolle, ob die distalen Partialinfloreszenzen tatsächlich Blütenknäuel oder Cupulen sind. So eignen sich die stark zusammengestauchten oberen Kätzchen der Sorten *Torción negro*, *Pinca* und *Boniröö* sehr gut, diese Sorten von anderen

mit bis zu 15 cm langen oberen Kätzchen (*Tenasca.0*, *San Michele*, *Magreta*) zu unterscheiden.

Brett (1963) entdeckte in der Anordnung der Stachelbüschel an den Cupulaklappen und Reece (1938) und Fey (1981) in deren Ausbildung eine erstaunliche Variation und somit potentiell sortenspezifische Merkmale. Wie weit die Anordnung und Ausbildung von Schuppen und Stachelbüscheln an den Cupulaklappen sortenspezifische Merkmale darstellen, ist unklar und sollte genauer untersucht werden. Ähnlich wie bei der Blütenphänologie dürften sich bei einigen verzweigungsmorphologischen Merkmalen Verhältniswerte eignen. Da die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Typen von Jahrestrieben am Vorjahrestrieb bzw. der Sprosstypen am Jahrestrieb kaum vom physiologischen Zustand der Individuen oder Zweige abhängig sind, stellen sie vermutlich sortenspezifische Eigenschaften dar. Dies wird beispielsweise durch die Sorte *Torción negro* bestätigt. Im Vergleich zu anderen Sorten bildet sie den geringsten Anteil obere Haupttriebe aus: Meist bildet sie nur einen einzigen oberen Haupttrieb aus, und weitere Haupttriebe kommen lediglich abgedrängt auf die mittlere Stellung (mittlere Knospen) vor. Das lässt eine hohe apikale Dominanz vermuten. In der Tat ist *Torción negro* eine der wenigen bekannten Sorten mit einem aufrechten Habitus und einer einzigen durchgehenden Stammachse (Conedera 1994). Auch die auffällig dicken Vorjahrestriebe und älteren Zweige von *Torción negro* und *Baröгна* könnten sich durchaus als sortenspezifisches Merkmal mit grosser Praxistauglichkeit herausstellen, da diese Eigenschaft das ganze Jahr über feststellbar ist. Die Differenzierung von verschiedenen Typen bei der Bildung von Sprossen am Jahrestrieb ist relativ schwierig, da die Ausbildung basaler sowie oberer Knospen nur schwer genau zu erfassen ist. Dazwischen liegen aber rund zehn bis fünfzehn Sprosse, die fünf verschiedenen Typen angehören können (inkl. spezielle untere und obere Kätzchen). Die Abfolge dieser Typen an der Jahrestrieb-Achse ist konstant und die relative Häufigkeit, mit der die einzelnen Sprosstypen auftreten, scheint deutlich zu variieren, so dass auch damit durchaus Sorten unterschieden werden könnten.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Blütenmerkmale können einen wesentlichen Beitrag zur Sortenerkennung bei *C. sativa* leisten. Für eine zuverlässige Sortenerkennung sind allerdings weitere Arbeiten zu den Blütenmerkmalen notwendig, welche die vorliegenden Ergebnisse an grösseren Probenzahlen und unter Einbezug weiterer Sorten überprüfen. Die weitere Bearbeitung der nachfolgend aufgelisteten Blütenmerkmale scheint besonders erfolgversprechend:

Phänologie:

- Zeitpunkt der weiblichen Vollblüte
- Zeitpunkt des Kätzchenfalls relativ zur weiblichen Vollblüte
- Zeitpunkt der männlichen Vollblüte
- Vorweiblichkeit (Protogynie)

Morphologie:

- Länge des unteren Kätzchens
- Staminationstyp (Länge Filamente)
- Länge des oberen Kätzchens
- Typ oberes Kätzchen (Anteile verschiedener Partialinfloreszenztypen)

Die Erhaltung und Förderung der Kastanienkultur im Alpenraum ist eine vielschichtige Aufgabe. Die Arbeit an der Sortenerkennung ist dabei lediglich eine von vielen Komponenten, zugleich aber auch eine wichtige Grundlage für viele notwendige Massnahmen. Zum Beispiel ist die zielgerichtete Erhaltung der Sorten *in situ* oder *ex situ* von deren Erkennung abhängig (Ausfindigmachen letzter Vertreter aussterbender Sorten). Ausserdem können Fragen zur sortenspezifischen Kultur (geeignete Bestäubersorten, Schnitt) nur mit der Kenntnis der Sortenzugehörigkeit effektiv bearbeitet werden. Wichtig ist deshalb eine umfassende Ab-

stimmung der Ziele und Arbeiten in einem übergeordneten Konzept und die Koordination der Massnahmen innerhalb der Schweiz und dem angrenzenden Europa.

Die Autoren danken Prof. Dr. Ottmar Holdenrieder (Professur für Forstschutz und Dendrologie, ETH, Zürich) für die fachliche Unterstützung und die zur Verfügung gestellte Büroinfrastruktur.

Riassunto

La disponibilità di criteri diagnostici per la determinazione delle varietà colturali di castagno (*Castanea sativa* Mill.) è attualmente molto scarsa. Nel presente lavoro si è verificata l'attitudine a questo scopo della fenologia fiorale e si sono effettuate prime osservazioni sulla morfologia fiorale. Esistono numerose caratteristiche riferite alla fenologia e alla morfologia fiorale che presentano specificità varietali. La combinazione di alcune caratteristiche fenologiche permette in particolare di ottenere criteri di determinazione varietale indipendenti dalla distribuzione geografica degli alberi (per esempio il grado di proteroginia o la sfasatura temporale tra la caduta degli amenti rispetto alla piena fioritura femminile). Vi sono inoltre anche caratteristiche morfologiche specifiche alle varietà: oltre al ben conosciuto tipo di staminazione (lunghezza dei filamenti degli stami) si possono citare a titolo di esempio la lunghezza degli amenti e la disposizione delle diverse tipologie di cacciate. Le caratteristiche fiorali possono quindi dare un contributo sostanziale nella determinazione delle cultivar di *C. sativa*.

Literatur

- Abbe E. C. 1974. Flowers and inflorescences of the "Amentiferae". Bot. Rev. 40: 159–261.
- Arretini C. 1957. Alcuni aspetti bio-morfologici dell'antesi in giovani piante di castagno (*Castanea sativa* Mill.). Monti Boschi 8, 7: 322–331.
- Bencat F. 1967a. Entstehung, Formen und Typen der verzweigten männlichen Blütenkätzchen bei *Castanea sativa* Mill. Biologia, Bratislava 22, 4: 237–245.
- Bencat F. 1967b. Types of inflorescence in *Castanea sativa*. Roczn. Dendrol. Polsk. Tow. Bot. 21: 191–202. (mit dt. Zusammenfassung).
- Bergamini A. 1975. Osservazioni sulla morfologia fiorale di alcune cultivar di castagno. Riv. Ortoflorofrut. It. 59: 103–108.
- Bergougnot F., Verlhac A., Breisch H. and Chapa J. 1978. Le châtaignier. Production et culture. INVU-FLEC, Centre d'Experimentation du Châtaignier, Noyer, Noisetier et Truffe, Limoges, 192.
- Bettelini A. 1904. La Flora legnosa del Sottoceneri. Botanische Exkursionen und pflanzengeographische Studien in der Schweiz, 4, Bellinzona, 213.
- Bignami G. R. and Salsotto A. 1983. La civiltà del castagno. Cuneo, Edizione l'arciere, 126.
- Botta R., Akkak A., Marinoni D. and Bounous G. 1998. Evaluation of microsatellite markers for characterizing chestnut cultivars. 2nd int. Symp. on Chestnut. Acta Hort. 494 (1999): 277–282.
- Breisch H. 1995. Châtaignes et marrons. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl), Paris, 239.
- Brett D. W. 1964. The inflorescence of *Fagus* and *Castanea*, and the evolution of the cupules of the Fagaceae. New Phytol. 66, 1: 96–118.
- Breviglieri N. 1951. Ricerche sulla biologia fiorale e di fruttificazione della *Castanea sativa* e *Castanea crenata* nel territorio Vallombroso. Centro Studi sul Castagno 1: 15–50.
- Camus A. 1929. Les châtaigniers. Monographie des genres *Castanea* et *Castanopsis*. Encycl. Econ. Sylvic. 3: 1–604.
- Celakowsky L. 1890. Über die Cupula von *Fagus* und *Castanea*. Jahrb. Wiss. Bot. 21: 128–162.
- Codaccioni M. 1958. Quelques aspects morphologiques de la floraison du Châtaignier. C. R. Séances Acad. Sci. 18, 3: 1478–1479.

- Codaccioni M. 1966. Some biological and ontogenetic aspects of the inflorescence of *Castanea sativa*. *Revue Générale de Botanique* 870: 689–704.
- Conedera M. and Giudici F. 1994. Problemi della fascia castanile al Sud delle Alpi della Svizzera: analisi della situazione e promovimento della ricerca. *Arbeitsbericht Nr.94/1*, Professur Forstpolitik und Forstökonomie, ETH Zürich, 36.
- Conedera M. 1994. Inventario e caratterizzazione genetica delle varietà nostrane da frutto. *Boll. Soc. Tic. Sci. Nat.* 82, 2: 39–50.
- Conedera M. 1996. Die Kastanie: der Brotbaum. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der „Waldfrucht par excellence“. *Bündnerwald* 49, 6: 28–46.
- Conedera M., Jermini M. and Sassella A. 1997. Nouvelles perspectives pour la culture du châtaignier au sud des Alpes. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 29, 6: 337–344.
- Conedera M. 1999. Unveröff. Arbeitspapiere (Modul F1: Katalog der heimischen Kultursorten der Edelkastanie). FNP, Sottostazione Sud delle Alpi, Bellinzona.
- Cotti G., Felber M., Fossati A., Lucchini G., Steigen E. and Zanon P. L. 1990. Introduzione al paesaggio naturale del Cantone Ticino. Vol. 1 Le componenti naturali. Armado Dadò editore, Locarno, 484.
- Defila C. 1998. Phänologische Beobachtungen in der Schweiz im Jahre 1997. *Schweiz. Z. Forstwes.* 149, 4: 285–290.
- Fenaroli L. 1945. *Il Castagno*. Roma
- Fey B. S. 1981. Untersuchungen über Bau und Ontogenese der Cupula, Infloreszenzen und Blüten sowie zur Embryologie bei Vertretern der Fagaceae und ihre Bedeutung für die Systematik. Dissertation, Universität Zürich, 185.
- Fineschi S., Turchini D., Müller-Stark G. and Conedera M. 1993. Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. III. Analysis of RAPD's molecular markers. *Proc. Int. Congress on Chestnut*, Spoleto, Italy, 309–313.
- Fineschi S., Malvolti M. E., Morgante M. and Vendramin G. G. 1994. Allozyme variation within and among varieties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Can. J. For. Res.* 24: 160–165.
- Fineschi S. and Turchini D. 1995. Prospettive per la conservazione delle risorse genetiche in *Castanea sativa* Mill. Caratterizzazione delle varietà coltivate con marcatori biochimici e molecolari. *Atti Società Sarda di Scienze Naturali* 30: 217–230.
- Fiori A. 1931. Cenni botanici sul castagno e sul faggio. *L'Alpe* 18: 609–614.
- Kaul R. B. and Abbe E. C. 1984. Inflorescence architecture and evolution in the Fagaceae. *J. Arnold Arbor.* 65, 3: 375–401.
- Kurth A. 1962. La distribuzione del castagno nei boschi al piede sud delle Alpi svizzere, determinata mediante aereofotografie. Die Anwendung des Luftbildes im schweizerischen Forstwesen. *Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch.* 38, 3: 34–39.
- Lavialle G. B. 1906. *Le châtaignier*. Vigot Frères éditeurs, Paris, 286.
- Luraschi P., Mottis P. and Plozza L. 1994. Differenziazione di varietà di castagno europeo (*Castanea sativa* Mill.) in base alla morfologia fogliare. Unveröff. Diplomarbeit, Professur Forstschutz und Dendrologie der ETH Zürich, 162.
- Merz F. 1919. Die Edelkastanie. Ihre volkswirtschaftliche Bedeutung, ihr Anbau und ihre Bewirtschaftung. Schweizerisches Departement des Innern, Bern, 71.
- Morettini A. 1978. Ricerche complesse su un albero prezioso. *Biologia florale del castagno*. *It. Agr.* 41: 721–731.
- Müller-Stark G., Conedera M. and Fineschi S. 1993. Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. II. Genetic inventory based on enzyme gene markers. *Proc. Int. Congress on Chestnut*, Spoleto, Italy, 303–307.
- Paffetti D., Bellini E., Benelli C. and Giannini R. 1997. Identificazione genetica di cultivar di castagno (*Castanea sativa* Mill.) per mezzo di marcatori molecolari. *Atti del convegno nazionale sul castagno*, Cison di Valmarino (Treviso), 23–25 ottobre 1997: 125–132.
- Palibin J. V. 1935. Sur la morphologie florale des Fagacées. *Bull. Acad. Sci. URSS, Cl. Sci. Math. Nat.* (1935): 349–381.
- Pereira M. J. P., Castro L. F. T. and Torres-Pereira J. M. G. 1998. Isoenzyme polymorphisms in Portuguese chestnut cultivars. 2nd int. Symp. on Chestnut. *Acta Horticulturae* 494 (1999): 283–293.

- Piccioli L. 1922. Monografia del castagno. Suoi caratteri morfologici, varietà, coltivazione, prodotti e nemici. Stabilimento Tipo-Litografico G. Spinelli, Firenze, 400.
- Pitte J. R. 1986. Terres de castanide. Hommes et paysages du châtaignier de l'Antiquité à nos jours. Librairie Arthème Fayard, 479.
- Porsch O. 1950. Geschichtliche Lebenswertung der Kastanienblüte. Österr. Bot. Z. 97: 269–321.
- Raud G. 1961. Etude morphologique et anatomique de la bogue du châtaignier. Bull. Soc. Bot. Fr. 108: 130–158.
- Reece P. C. 1938. Morphology of the flowers and inflorescences of the Fagaceae. Ph. D. Thesis, Cornell Univ. Libr., Ithaca, New York, 88.
- Ricci R. 1916. Le castagne del circondario di Mondovì; possibile raggruppamento delle varietà. It. Agr. 53: 546–560.
- Rudow A. 1995. Untersuchungen zur Blütenbiologie der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf der Alpensüdseite der Schweiz. Unveröff. Arbeitsbericht. WSL, Sottostazione Sud delle Alpi, Bellinzona, 37.
- Rudow A. 1997. Untersuchungen zur Blütenbiologie der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf der Alpensüdseite der Schweiz. Nachtrag zur Blütenmorphologie. Unveröff. Arbeitsbericht. WSL, Sottostazione Sud delle Alpi, Bellinzona, 56.
- Sassella A. 1995. La sperimentazione sul castagno alla RAC, Centro di Cadenazzo. Unveröff. interner Bericht. Stazioni federali di ricerche agronomiche, Cadenazzo.
- Solignat G. 1958. Observations sur la biologie florale du châtaignier. Ann. Amélior. Plantes 1: 31–58.
- Solignat G. 1966. La xénie, manifestation précoce de l'hétérosis chez le châtaignier. Ann. Amélior. Plantes 16, 1: 71–80.
- Spinedi F. 1991. Il clima del Ticino e della Mesolcina con accenni di climatologia generale. Rapporto ISM 167, Zürich, 54.
- Stäger R. 1946. Die Edelkastanie in botanischer und entomologischer Hinsicht. Lüthy, Bern, 36.
- Stanga P. 1997. Uso delle foto aeree per l'analisi delle dinamiche evolutive nell'areale castanile del Sud delle Alpi. Diss. Techn. Wiss. ETH Zürich, nr. 12280, 131.
- Stierlin H. R. and Ulmer U. 1999. Waldaufbau. In: Brassel P. and Brändli U.-B. (Red.) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Haupt, Bern, 103–150.
- Valle G. 1959. Osservazioni sulla morfologia dei rami di un anno in abito invernale in alcune cultivar di *Castanea sativa* Mill. Centro di studio sul castagno, pubblicazione no. 5: 5–94.
- Vigiani D. 1919. Le varietà di castagno ed i criteri da seguirsi per classificarle. Atti. R. Acc. georgofili 15: 38–73.
- Villani F., Pigliucci M., Lauteri M., Cherubini M. and Sun O. 1992. Congruence between genetic, morphometric and physiological data on differentiation on Turkish chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Genome, 35: 251–256.
- Wagenitz G. (Hrsg.) 1981. *Castanea*. In: Hegi G. 1981: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 3/1 (3. Aufl.). Verlag Paul Parey, Berlin, 211–219.
- Zoller H. 1961. Die kulturbedingte Entwicklung der insubrischen Kastanienregion seit den Anfängen des Ackerbaus im Neolithikum. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 32: 263–279.

Leere Seite
Blank page
Page vide