Gartenbauwissenschaft, **65** (5). S. 203–212, 2000, ISSN 0016–478X. © Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Langzeit-Leistungsprüfung in vitro vermehrter Ziergehölze (Prunus). I. Morphologische Merkmale

Field performance of in vitro propagated woody ornamentals: Prunus. I. Morphological characteristics

H.-H. Jesch und A. Plietzsch
(Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften)

Zusammenfassung

In einem mehrjährigen Versuch sollte die Verwendungseignung von in vitro vermehrten Ziergehölzen anhand morphologischer Merkmale beurteilt werden. Dazu wurde an zwei Standorten (Berlin-Köpenick und Freising-Weihenstephan) eine Vergleichspflanzung mit zwei *Prunus-Arten* angelegt. Die Versuchsvarianten bestanden aus in vitro vermehrten Pflanzen, Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen, Stecklingspflanzen von konventionell vermehrten Mutterpflanzen und Veredlungen (nur *Prunus* 'Brillant').

Zu den Ergebnissen nach 5 Jahren kann folgendes festgestellt werden: Die in vitro vermehrten Gehölze wichen in den ersten Jahren in einigen verwendungsrelevanten morphologischen Merkmalen von den anderen Varianten ab. In der Tendenz wurden die Unterschiede jedoch mit zunehmendem Pflanzenalter geringer. Aufgrund der beobachteten Wuchseigenschaften in vitro vermehrter Gehölze ist deren Verwendungseignung nicht eingeschränkt. In dieser Hinsicht besteht das oftmals vorhandene negative Image zu Unrecht. Als besonders positiv hervorzuheben ist deren außerordentlich große Wüchsigkeit im Jugendstadium, die in der Anzucht zu einer Kulturverkürzung beitragen kann. Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen waren in der Ausprägung der untersuchten Merkmale meist nicht von den Pflanzen konventioneller Mutterpflanzen zu unterscheiden und stehen diesen in der Verwendungseignung deshalb nicht nach. Anzumerken ist jedoch, dass die Wuchseigenschaften von den Standortbedingungen beeinflusst werden können, so dass eine Überlagerung des Prüffaktors Juvenilität stattfindet. Desweiteren sind die vorgestellten Ergebnisse als genotypspezifisch anzusehen. Bevor weitergehende Verallgemeinerungen vorgenommen werden können, sind andere Gehölze nach einem ähnlichen Schema zu prüfen.

Summary

In the present study the results of a long term evaluation of in vitro propagated woody ornamentals are demonstrated. The aim was to determine the field performance of in vitro propagated woody plants by morphological characteristics. For that purpose 2 locations were used for planting and for evaluating (Berlin-Koepenick and Freising-Weihenstephan, Bavaria). The locations differ in climatic and soil conditions. As experimental plants *Prunus glandulosa* 'Alboplena' und Prunus kurilensis 'Brillant' were used. The plant material originated from different propagation methods and was assumed to present a different juvenility status. The experiment included in vitro propagated plants, plants originating from cuttings of in vitro propagated plants, plants originating from cuttings of conventional propagated plants and in case of *Prunus* 'Brillant' grafted plants. In total 40 plants per treatment were utilized. Morphological characteristics of interest were shrub volume, shoot length, area of shrub base, sucker formation, flower size and flower density and spreading of roots.

The results indicate that the in vitro propagated plants had a more juvenile character compared with their counterparts from different propagation origins. They showed a more vigorous growth (shrub volume, area of shrub base, sucker formation) in Berlin. But early differences between treatments decreased with an increasing age of the plants. At the second location the soil conditions caused an overlapping of the juvenility influence. Cuttings from in vitro propagated plants gave similar results as the conventional propagated plants. In general, there were no differences in flower density, size of flowers and root spreading between the treatments evaluated in Berlin. The present results are assumed to be specifically to genotype. For this reason it is necessary to continue research about the influence of juvenility after in vitro propagation on morphological characteristics of various mature woody plants.

Einleitung und Zielstellung

Mit der beginnenden In-vitro-Vermehrung von Gehölzen in den 80er Jahren traten insbesondere bei der Verwendung von adultem Ausgangsmaterial Probleme auf, die von anderen Pflanzengruppen nicht bekannt waren. Einerseits spielt das physiologische Alter der Mutterpflanzen eine entscheidende Rolle für den Vermehrungserfolg in vitro und andererseits wurden Abweichungen an morphologischen und physiologischen Merkmalen bei in vitro vermehrten Pflanzen festgestellt, die auf einen veränderten Juvenilitätsstatus hinweisen. Dieses Phänomen wurde als Rejuvenilisierungs-

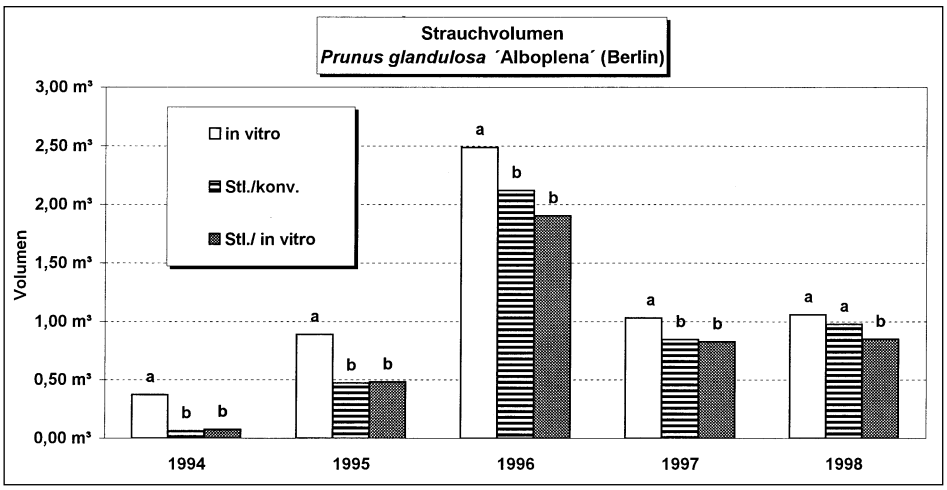


Abb. 1. Strauchvolumen von *Prunus glandulosa* 'Alboplena' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Berlin in den Jahren 1994–1998 (n = 40)
Volumes of shrubs of Prunus glandulosa 'Alboplena' from different propagation methods in Berlin 1994–1998 (n = 40)

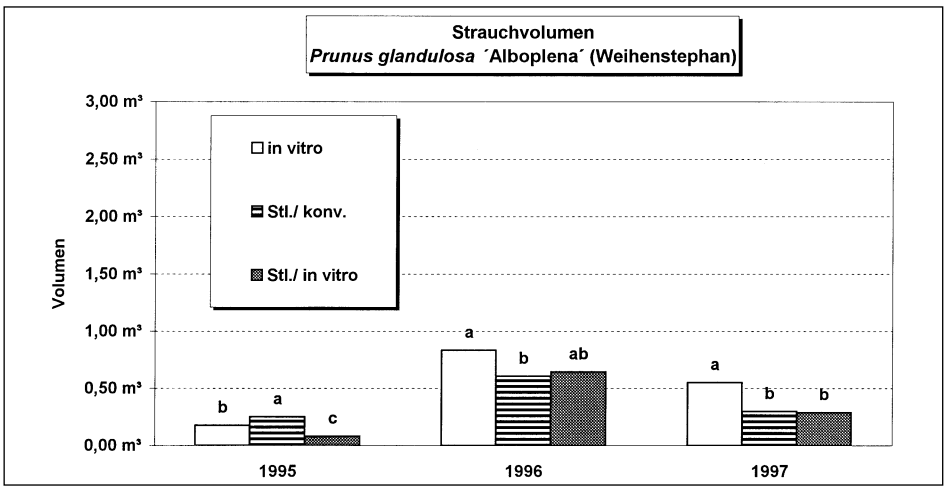


Abb. 2. Strauchvolumen von *Prunus glandulosa* 'Alboplena' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Weihenstephan in den Jahren 1995–1997 (n = 40)
Volumes of shrubs of Prunus glandulosa 'Alboplena' from different propagation methods in Weihenstephan 1995–1997 (n = 40)

effekt bezeichnet (HACKETT 1985, PIERIK 1990). Inzwischen gehört die In-vitro-Vermehrung bei einigen Gehölzen zu den Standard-Vermehrungsmethoden. Die absoluten Vermehrungsumfänge sind jedoch seit einigen Jahren relativ konstant (PREIL 1997). Es folgte die Spezialisierung auf begrenzte Sortimente (*Prunus, Rhododendron, Rosa, Rubus, Syringa*). Die anfängliche „Euphorie-Phase" bei in vitro vermehrten Gehölzen ist vorüber. Schlechte Erfahrungen in den Baumschulen und bei den Gehölzverwendern infolge spontaner Merkmalsveränderungen nach In-vitro-Vermehrung, ungleichmäßige Pflanzenqualitäten sowie der Mangel an objektiven Informationen über die Weiterkultur und Verwendungseignung führten zu Unsicherheiten im Umgang mit in vitro vermehrten Gehölzen. Zum Teil sind sie heute mit einem negativen Image belegt (GEHLE 1995).

Es fehlen exakte Informationen aus mehrjährigen Beobachtungen nach einem einheitlichen Bewertungsschema an Ziergehölzen aus definierten Vermehrungsherkünften.

Zu den spontanen Veränderungen, die an Gehölzen nach deren In-vitro-Vermehrung beobachtet wurden, gehören sowohl morphologische als auch phänologische und physiologische Merkmalsausprägungen (DUBOIS et al. 1988, HACKETT 1988, HARTMANN et al. 1990, HOWARD et al. 1989, JACOB et al. 1991, LIMA and TICKNOR 1986). In allen dazu veröffentlichten Berichten sind Anhaltspunkte zu finden, die auf einen veränderten Juvenilitätsstatus in vitro vermehrter Gehölze hinweisen. Die festgestellten morphologischen Veränderungen mit verwendungsrelevanter Bedeutung betrafen unter anderem die Wüchsigkeit im Jugendstadium, das Auftreten von Sprossdornen, veränderte Internodienlängen sowie den Verzweigungscharakter insbesondere im basalen Bereich. Erste systematische Beobachtungen zur Veränderung morphologischer Merkmalsausprägungen nach In-vitro-Vermehrung liegen für Obstgehölze vor (JONES and HADLOW 1989, JONES and WEBSTER 1993, WEBSTER and JONES 1992, ZIMMERMANN 1991).

Ziel der eigenen Prüfungen war die Erfassung und Bewertung von Ausprägungen verwendungsrelevanter Merkmale an in vitro vermehrten Ziergehölzen im direkten Vergleich mit Pflanzen aus konventionellen Vermehrungsherkünften. Die zusätzliche Aufnahme von stecklingsvermehrten Pflanzen von In-vitro-Mutterpflanzen war notwendig, um der zunehmenden Empfehlung zur Verwendung in vitro vermehrter Gehölze als Mutterpflanzen zu entsprechen. Es wurden weiterhin Aussagen zur zeitlichen Entwicklung von eventuellen Merkmalsveränderungen erwartet. Die Resultate sollen zur Beurteilung der Verwendungseignung in vitro vermehrter Gehölze beitragen und zugleich die

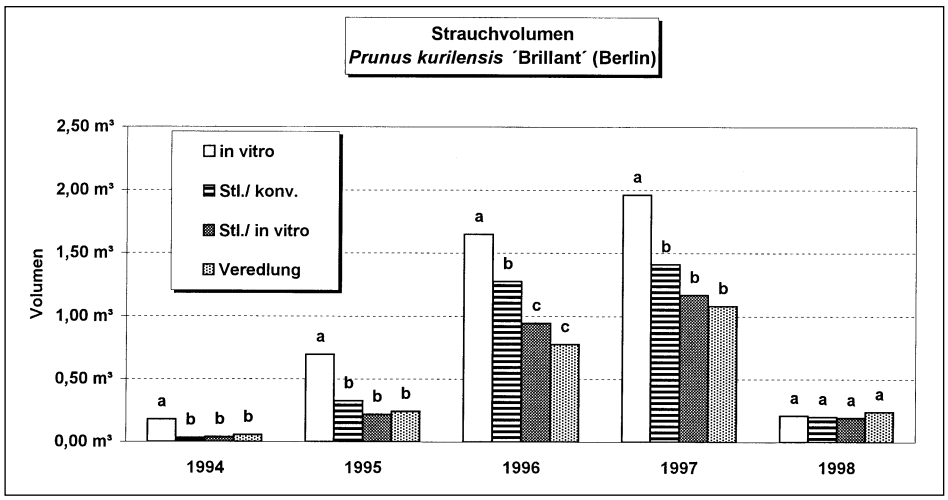


Abb. 3. Strauchvolumen von *Prunus kurilensis* 'Brillant' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Berlin in den Jahren 1994–1998 (n = 40). Starker Rückschnitt im Frühjahr 1998 wegen Befalls mit *Monilinia laxa*
Volumes of shrubs of Prunus kurilensis 'Brillant' from different propagation methods in Berlin 1994–1998 (n = 40). Severe pruning after infection with Monilinia laxa in springtime 1998

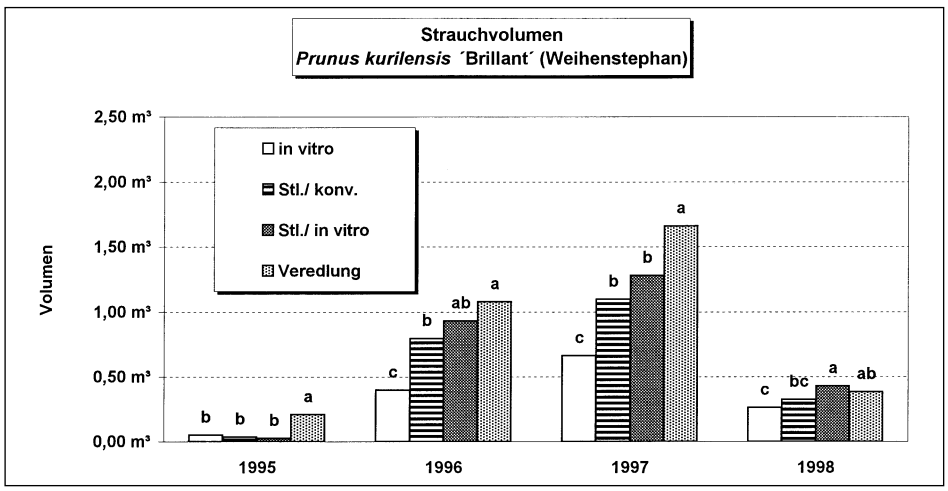


Abb. 4. Strauchvolumen von *Prunus kurilensis* 'Brillant' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Weihenstephan in den Jahren 1995–1998 (n = 40). Starker Rückschnitt im Frühjahr 1998 wegen Befalls mit *Monilinia laxa*
Volumes of shrubs of Prunus kurilensis 'Brillant' from different propagation methods in Weihenstephan 1995–1998 (n = 40). Severe pruning after infection with Monilinia laxa in springtime 1998

Diskussion über methodische Ansätze zur Erfassung bestimmter Parameter bei der Leistungsprüfung von Ziergehölzen ermöglichen.

Material und Methoden

Der Versuch zur Langzeit-Leistungsprüfung wurde räumlich getrennt an zwei unterschiedlichen Standorten mit dem gleichen Pflanzenmaterial und im gleichen Umfang angelegt:

- Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften in Berlin-Köpenick (Initiierung und Koordination) und
- Fachhochschule Weihenstephan, Institut für Obstbau und Baumschule in Freising.

In Prüfung standen *Prunus glandulosa* 'Alboplena' (syn. *Prunus glandulosa* 'Alba Plena') und *Prunus kurilensis* 'Brillant' (syn. *Prunus nipponica* 'Brillant'). Dabei handelte es sich um:

- in vitro vermehrte Pflanzen (1992),
- stecklingsvermehrte Pflanzen (1992) von in vitro vermehrten Mutterpflanzen (1991),
- stecklingsvermehrte Pflanzen (1992) von konventionell vermehrten Mutterpflanzen (1984),
- Veredlungen (1992) (nur *Prunus* 'Brillant', Unterlage *Prunus avium*).

Die In-vitro-Vermehrung des Ausgangsmaterials erfolgte im eigenen Labor. Als Explantate dienten Spitzen- und Nodien-Segmente von visuell virusfreien Pflanzen aus dem Freiland. Beim Vermehrungsmedium handelte es sich um ein modifiziertes M/S-Medium nach MURASHIGE and SKOOG (1962) mit 0,5 mg/l BAP und 0,05 mg/l IBS. Vor der Bewurzelung durchliefen die Sprosse in der In-vitro-Vermehrung 10 Passagen bei einer Passagendauer von ca. 4 Wochen. Die Bewurzelung wurde ex vitro durchgeführt.

Im Frühjahr 1994 erfolgte die Pflanzung aus den unterschiedlichen Vermehrungsherkünften in Berlin-Köpenick. Das Ausgangsmaterial wurde durch einen einheitlichen Pflanzschnitt in eine vergleichbare äußere Qualität gebracht. Je Vermehrungsherkunft waren 40 Einzelgehölze im Abstand von 1,40 m × 3,00 m aufgepflanzt worden.

Die Pflanzung in Weihenstephan erfolgte im April 1995 im Abstand von 4,50 m × 1,00 m (Fahrgasse mit Graseinsaat). Das Pflanzgut stammte aus dem gleichen Vermehrungsjahr wie in Berlin. Diese Pflanzen standen vor der Pflanzung ein Jahr länger im Container.

Die Standort- und Klimabedingungen unterscheiden sich an beiden Versuchsorten.

Der Standort Berlin-Köpenick befindet sich 35 m üNN. Die Bodenbedingungen werden von einer anthropogen beeinflussten, sorptionsschwachen und

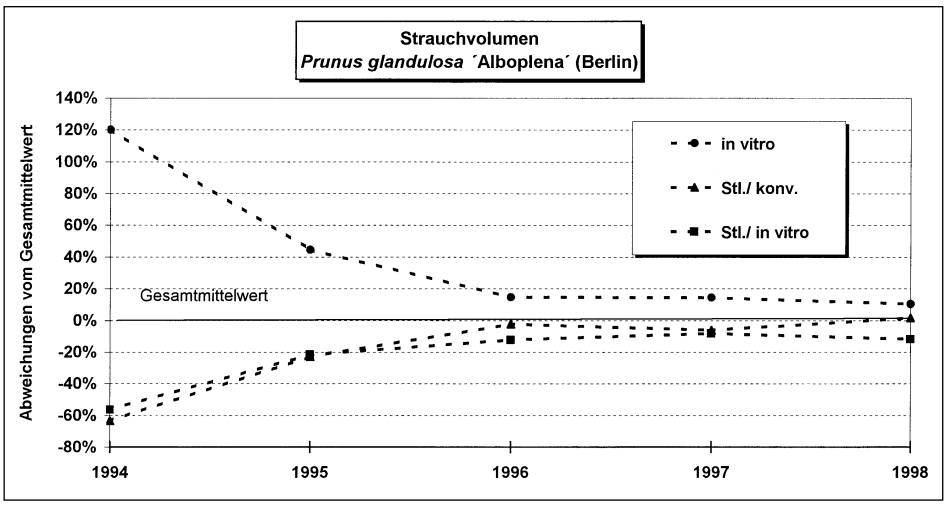


Abb. 5. Prozentuale Mittelwertabweichungen beim Strauchvolumen von *Prunus glandulosa* 'Alboplena' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Berlin in den Jahren 1994–1998 (n = 40)
Mean effects in volumes of shrubs of Prunus glandulosa 'Alboplena' from different propagation methods in Berlin 1994–1998 (n = 40)

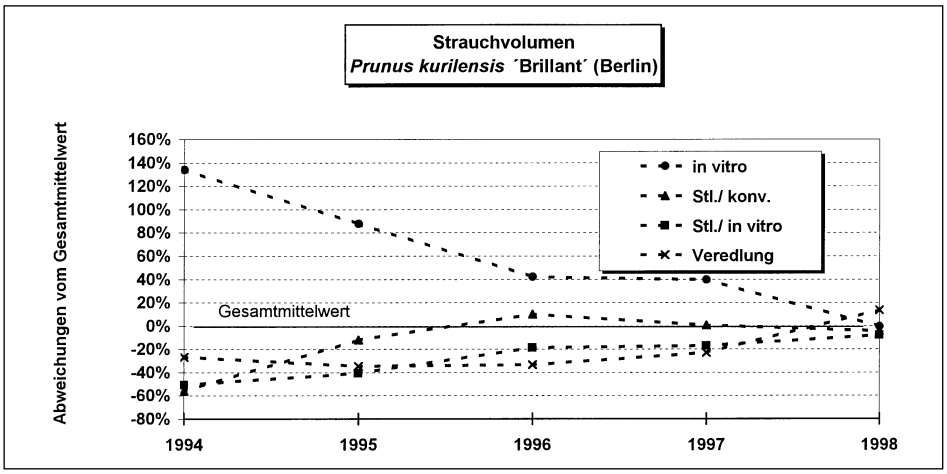


Abb. 6. Prozentuale Mittelwertabweichungen beim Strauchvolumen von *Prunus kurilensis* 'Brillant' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Berlin in den Jahren 1994–1998 (n = 40)
Mean effects in volumes of shrubs of Prunus kurilensis 'Brillant' from different propagation methods in Berlin 1994–1998 (n = 40)

humusarmen Sand-Rost-Erde mit einer Bodenwertzahl um 22 dominiert. Eine ausreichende Nährstoffversorgung erfolgte durch jährliche mineralische Düngergaben nach Auswertung von Bodenproben; die notwendige Zusatzbewässerung erfolgte als Überkronenberegnung nach Bedarf. Alle Pflanzreihen waren mit Rindenmulch abgedeckt, die Arbeitsgassen mit Gräsern eingesät. Auf den Einsatz von Fungiziden und Insektiziden wurde verzichtet. Die Unkrautbekämpfung fand manuell und mittels Herbizideinsatz statt. Die mittlere Jahrestemperatur schwankte im Versuchszeitraum zwischen 8,1 °C und 10,1 °C, das Jahresminimum der Lufttemperatur zwischen –12,3 °C und –17,7 °C. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge betrug zwischen 447 mm und 577 mm, die mittlere Sonnenscheindauer zwischen 1.482 und 1.833 Stunden pro Jahr (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Der Versuchsstandort Freising-Weihenstephan befindet sich in 470 m üNN. Bei dem anstehenden Boden handelt es sich um eine Parabraunerde mit hohem Lehmanteil. Der Boden weist eine gute Sorptionskraft und eine gute N/P/K-Versorgung auf, weshalb eine Düngung im Versuchsfeld unterbleiben konnte. Die mittlere Jahrestemperatur schwankte im Versuchszeitraum zwischen 7,3 °C und 9,0 °C, das Jahresminimum der Lufttemperatur zwischen –14,2 °C und –20,1 °C. Die mittlere Niederschlagsmenge betrug zwischen 648 mm und 884 mm, die mittlere Sonnenscheindauer zwischen 1.643 und 1.957 Stunden pro Jahr (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Die Unkrautregulierung wurde mechanisch und mit Herbiziden durchgeführt. Eine Zusatzbewässerung erfolgte bedarfsangepasst über Tropfenbewässerung mit Tensiometersteuerung. Zur Gesunderhaltung von mit Spitzendürre *Monilinia laxa* (Nebenfruchtform: *Monilia laxa*) (NIENHAUS und KIEWNICK 1998) befallenen Sträuchern war ebenso wie in Berlin ein jährlicher Rückschnitt nach der Blütezeit erforderlich. Bei *Prunus* 'Alboplena' wurde bis zur Basis zurückgeschnitten, bei *Prunus* 'Brillant' genügte bis 1998 ein leichter selektiver Schnitt.

Nach einem einheitlichen Boniturschema wurden an beiden Standorten verwendungsrelevante morphologische Merkmale an Einzelpflanzen erfasst:
- Strauchvolumen,
- Gesamttrieblänge,
- Ausdehnung der Strauchbasis,
- Ausläuferbildung,
- Reichblütigkeit,
- Blütengröße,
- Wurzelausdehnung und -verteilung.

Die Höhe und die Durchmesser (längs und quer zur Reihe) jeder Pflanze wurden zu jedem Vegetationsende als Parameter für das Strauchvolumen erfasst. Zusätz-

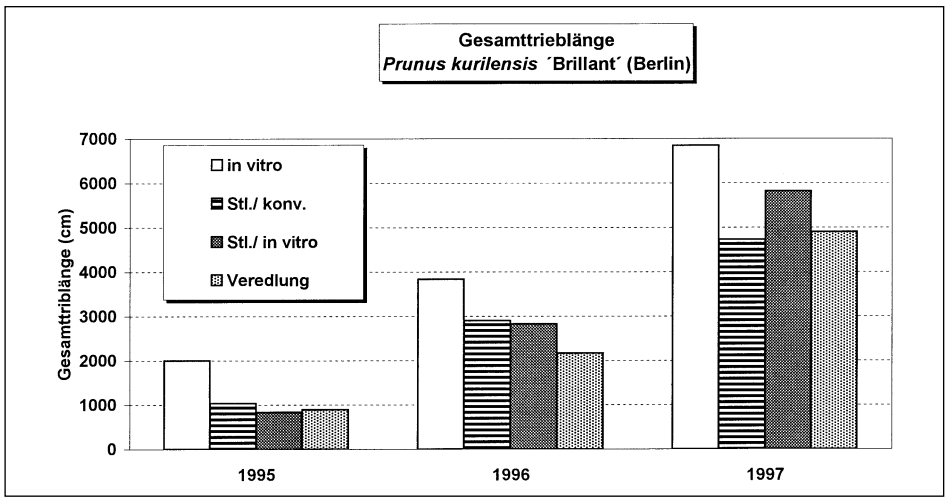


Abb. 7. Gesamttrieblänge von *Prunus kurilensis* 'Brillant' aus verschiedenen Vermehrungsherkünften am Standort Berlin in den Jahren 1995–1997 (n = 2)
Shoot length of Prunus kurilensis 'Brillant' from different propagation methods in Berlin 1995–1997 (n = 2)

Tabelle 1. Fläche der Strauchbasis und Ausläuferbildung bei *Prunus* 'Alboplena' am Standort Berlin (n = 40).
Area of shrub base and sucker formation of Prunus 'Alboplena' in Berlin (n = 40).

Varianten	Fläche der Strauchbasis (cm²)		Ausläuferbildung Anteil Pflanzen mit Ausläufern (%)		Ausläuferanzahl je Pflanze	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
In vitro vermehrte Pflanzen	693,3 a	915,4 a	60,0 a	80,0 a	3,5 a	4,8 a
Stecklinge von in vitro vermehrten Mutterpflanzen	446,0 b	504,4 b	20,0 b	50,0 b	1,5 b	3,1 b
Stecklinge von konventionell vermehrten Mutterpflanzen	428,8 b	448,2 b	17,5 b	51,3 b	1,4 b	2,5 b

lich erfolgte bei *Prunus* 'Brillant' die Ermittlung der Gesamttrieblänge und der Gesamtblütenanzahl an zwei ausgewählten Einzelexemplaren, um mit Hilfe der Gesamtblütenanzahl dieser Pflanzen zu einer Maßzahl für die Beurteilung der Reichblütigkeit zu gelangen. Bei *Prunus* 'Alboplena' wurden dazu mehrere einheitliche Triebabschnitte von 20 cm Länge mit gleichmäßiger Blütenverteilung ausgezählt. Daraus wurde jeweils die Blütendichte je Zentimeter Trieblänge errechnet.

In den Jahren 1995 bis 1997 erfolgte am Prüfort Berlin während des Stadiums der Vollblüte eine Messung der Blütendurchmesser von 4 × 10 Einzelblüten je Variante.

Infolge des notwendigen Pflegeschnittes kam es an den Pflanzen von *Prunus* 'Alboplena' zu einer raschen Ausdehnung der Strauchbasis und zur Ausbildung von Ausläufern. Ab 1997 wurden deshalb beide Merkmale erfasst. Die Ermittlung der Ausdehnung der Strauchbasis erfolgte als Ellipsenfläche auf der Grundlage der Basisdurchmesser aller Einzelsträucher. Als Ausläufer wurden alle bodenbürtigen Sprosse gezählt, die deutlich außerhalb der Strauchbasis entsprungen waren und mindestens 15 cm Länge maßen.

Zusätzlich zur Beurteilung der oberirdischen Pflanzenteile erfolgte am Versuchsende im März 1999 eine Untersuchung der Wurzelausdehnung und -verteilung am Standort Berlin. Dazu wurden je Variante 5 Pflanzen von *Prunus* 'Brillant' und je 3 Pflanzen von *Prunus* 'Alboplena' ausgegraben und die Wurzeln vom anhaftenden Boden freigespült. Die horizontale Wurzelausdehnung wurde gemessen und die Wurzelfrischmasse in bestimmten Radien von der Strauchmitte entfernt ermittelt (bis 20 cm, >20 cm bis 50 cm, >50 cm Radius). Außerdem erfolgte die Messung der Hauptwurzeltiefe an diesen Exemplaren.

Das gesamte Datenmaterial wurde jährlich aufbereitet und der Variantenvergleich erfolgte bei genügend großem Stichprobenumfang mittels Varianzanalyse. Damit die Mittelwerte der einzelnen Varianten über mehrere Jahre vergleichbar sind, wurden sie entsprechend normiert. Dazu wurde der jeweilige Gesamtjahresmittelwert gleich Null gesetzt und die prozentuale Abweichung der einzelnen Variantenmittel vom Gesamtmittelwert bestimmt (prozentuale Mittelwertabweichungen). Bei allen Testverfahren war eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% (P = 0,05) zugrunde gelegt worden. Gesicherte Variantenunterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Ergebnisse

Strauchvolumen

Die absoluten Mittelwerte der Varianten beider Prüforte sind in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt. Obwohl bei der Pflanzung alle Gehölze auf eine einheitliche Höhe von 20 cm zurückgeschnitten worden waren, konnten am Ende der ersten Vegetationsperiode bereits signifikante Unterschiede im ermittelten Strauchvolumen festgestellt werden.

Am Standort Berlin waren die in vitro vermehrten Pflanzen beider Genotypen den Gehölzen aus allen anderen Vermehrungsherkünften überlegen. Diese größe-

Tabelle 2. Reichblütigkeit (Blütenanzahl je cm Trieblänge) bei *Prunus* 'Brillant' (n = 2) und bei *Prunus* 'Alboplena' (n = 40 Triebabschnitte) am Standort Berlin.
Flower density (number of flowers per cm shoot length) of Prunus 'Brillant' (n = 2) and Prunus 'Alboplena' (n = 40 shoot segments) in Berlin.

Varianten	*Prunus* 'Brillant'	*Prunus* 'Alboplena'
In vitro vermehrte Pflanzen	3,2	3,1
Stecklinge von in vitro vermehrten Mutterpflanzen	3,1	3,0
Stecklinge von konventionell vermehrten Mutterpflanzen	3,0	3,2
Veredlungen	3,1	–

re Wüchsigkeit im Jugendstadium setzte sich auch in den Folgejahren bis einschließlich 1997 fort. Die stecklingsvermehrten Pflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen waren dagegen in allen Jahren (bis auf eine Ausnahme: *Prunus* 'Brillant' 1996) hinsichtlich des Strauchvolumens nicht von den konventionellen Mutterpflanzenherkünften zu unterscheiden.

Die jährlich ermittelten Strauchvolumina geben bei *Prunus* 'Alboplena' zugleich Auskunft über dessen Regenerationsvermögen. Es handelt sich jeweils um den Jahreszuwachs nach einem phytosanitär notwendigen, starken Rückschnitt nach der Blütezeit. Dadurch ist auch die Abnahme in den absoluten Strauchvolumina von 1996 zu 1997 begründet (Abb. 1). Der Befall mit *Monilinia laxa* an *Prunus* 'Brillant' war geringer und bis 1997 konnten sich die Sträucher gut entwickeln. Im Jahr 1998 gab es jedoch auch an diesen Pflanzen größere Schäden infolge *Monilinia*-Befalls und die Sträucher wurden einheitlich auf eine Höhe von 50 cm zurückgeschnitten. Der darauffolgende Neutrieb ergab am Ende der Vegetationsperiode 1998 keine Unterschiede in den Strauchvolumina der Varianten (Abb. 3).

Am Standort Weihenstephan konnten sich nur die *Prunus* 'Brillant' bis 1997 gut entwickeln. Obwohl auch diese Gehölze zum Zeitpunkt der Pflanzung einheitlich zurückgeschnitten worden waren, konnte nach der ersten Vegetationsperiode bereits eine signifikante Überlegenheit der veredelten Pflanzen im Strauchvolumen festgestellt werden. Diese Sträucher blieben bis Ende 1997 die größten, während die in vitro vermehrten Pflanzen in den Jahren 1996 und 1997 das geringste Strauchvolumen aller Varianten hatten. Nach dem einheitlichen Rückschnitt im Frühjahr 1998 war die beobachtete Neutriebbildung in den einzelnen Varianten unterschiedlich groß. Die in vitro vermehrten Pflanzen hatten bis Ende 1998 das geringste Strauchvolumen gebildet (Abb. 4).

Die größten Etablierungsprobleme am Prüfort Weihenstephan hatte *Prunus* 'Alboplena'. Diese Sorte erreichte in allen Varianten nur einen Bruchteil des absoluten Strauchvolumens verglichen mit dem Berliner Standort (Abb. 1 und 2). Aufgrund jährlich fortschreitender Pflanzenausfälle in allen Varianten wurde *Prunus* 'Alboplena' später aus den Prüfungen in Weihenstephan herausgenommen.

Die prozentualen Mittelwertabweichungen sind für die Pflanzen am Standort Berlin in den Abb. 5 und 6 dargestellt. Sie sagen aus, dass die prozentualen Abweichungen der Variantenmittel vom Gesamtmittelwert in den ersten Jahren noch relativ groß waren, jedoch im Untersuchungszeitraum eine immer größere Angleichung stattfand. Die Pflanzen aus den verschiedenen Vermehrungsherkünften glichen sich tendenziell in ihrem Wachstumsverhalten immer mehr an, obwohl Ende 1997 noch signifikante Unterschiede in den absoluten Werten für die Strauchvolumina der einzelnen Varianten festgestellt worden waren (Abb. 1 und 3).

Am Prüfort Weihenstephan konnte ein ähnlicher Trend festgestellt werden (nicht dargestellt).

Gesamttrieblänge

In Übereinstimmung mit den gesicherten Ergebnissen bezüglich des Strauchvolumens waren die Gesamttrieblängen der beiden ausgewählten in vitro vermehrten Sträucher in den Jahren 1995 bis 1997 größer als die entsprechender Pflanzen der übrigen Varianten (Abb. 7). Die Pflanzen der In-vitro-Variante verfügten auch visuell über einen größeren Zuwachs und eine stärkere Verzweigung.

Ausdehnung der Strauchbasis und Ausläuferbildung

In beiden Jahren hatten die in vitro vermehrten Pflanzen mit 693 cm^2 (1997) bzw. 915 cm^2 (1998) im Mittel die größte Flächenausdehnung an der Strauchbasis erreicht. Die Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen und von konventionell vermehrten Mutterpflanzen unterschieden sich in diesem Merkmal nicht (Tab. 1).

Ausläuferbildung trat nur bei *Prunus* 'Alboplena' und nur am Standort Berlin auf. Den größten Anteil an Pflanzen mit Ausläuferbildung mit 60% (1997) bzw. 80% (1998) und auch die größte Ausläuferanzahl je Einzelstrauch mit 3,5 (1997) bzw. 4,8 (1998) hatten die in vitro vermehrten Pflanzen aufzuweisen (Tab. 1). Zwischen den Stecklingspflanzen aus den verschiedenen anderen Mutterpflanzenherkünften bestand wiederum kein Unterschied.

Reichblütigkeit

Die in vitro vermehrten Pflanzen von *Prunus* 'Brillant' verfügten über eine deutlich größere Blütenanzahl je Einzelgehölz gegenüber allen anderen Varianten (Tab. 2). Weil diese Pflanzen jedoch auch eine größere Gesamttrieblänge hatten, ergab sich im Vergleich eine sehr ähnliche Blütendichte. Die ermittelten Werte schwankten zwischen 3,0 und 3,2 Blüten je Zentimeter Trieblänge.

Blütengröße

Obwohl in allen Untersuchungsjahren keine visuellen Unterschiede in der Blütengröße feststellbar waren,

Tabelle 3. Blütendurchmesser (mm) bei *Prunus* 'Brillant' und *Prunus* 'Alboplena' am Standort Berlin (n = 40).
Diameter of flowers (mm) of Prunus 'Brillant' and Prunus 'Alboplena' in Berlin (n = 40).

Varianten	*Prunus* 'Brillant'			*Prunus* 'Alboplena'		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997
In vitro vermehrte Pflanzen	25,1 b	20,6 a	22,8 a	22,1 a	28,2 a	26,2 ab
Stecklinge von in vitro vermehrten Mutterpflanzen	27,1 a	19,6 a	22,3 a	20,3 b	28,0 a	25,5 b
Stecklinge von konventionell vermehrten Mutterpflanzen	25,1 b	20,4 a	22,3 a	21,5 a	28,3 a	26,7 a
Veredlungen	26,9 a	20,7 a	22,4 a	–	–	–

sind die 1995 gemessenen positiven Abweichungen der Varianten Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen und Veredlungen signifikant gewesen (Tab.3). In den Folgejahren traten bei *Prunus* 'Brillant' in diesem Merkmal keine Unterschiede mehr zwischen den geprüften Varianten auf. Die für einige Varianten von *Prunus* 'Alboplena' ausgewiesenen signifikanten Unterschiede sind äußerst gering und praktisch nicht relevant.

Wurzelausdehnung und -verteilung

Die mittlere Hauptwurzeltiefe lag bei beiden untersuchten Genotypen und in allen Varianten nicht tiefer als 29 cm. Auch die Hauptwurzeln der für *Prunus* 'Brillant' als Unterlage verwendeten *Prunus avium* waren nicht tiefer in den Boden eingedrungen. Alle untersuchten Pflanzen zeigten vielmehr eine starke horizontale Wurzelausdehnung (Tab. 4 und 5).

Den größten Durchmesser der freigelegten Wurzelsysteme hatten bei *Prunus* 'Brillant' die veredelten Pflanzen, den geringsten Durchmesser die untersuchten Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen aufzuweisen. Über die größte Wurzelfrischmasse verfügten jedoch die in vitro vermehrten Pflanzen. Das heißt, die Wurzeln dieser Pflanzen wiesen eine stärkere Verzweigung auf (Abb. 8). Die prozentuale Verteilung der Wurzelfrischmassen in den gewählten Radiusbereichen war ausgeglichen. Im Wurzelbereich >20 cm bis 50 cm Radiusabstand betrug die größte Abweichung in der Frischmasse etwa 5%-Punkte, ebenso im Wurzelbereich >50 cm Radiusabstand.

Bei *Prunus* 'Alboplena' waren die Unterschiede in der horizontalen Wurzelausdehnung zwischen den Varianten im Mittel nur gering. Die in vitro vermehrten Pflanzen verfügten jedoch über eine deutlich größere Gesamtwurzelfrischmasse als die Pflanzen der beiden anderen Varianten. Das bestätigt wiederum, dass die Wurzeln in vitro vermehrter Pflanzen eine stärkere Verzweigung sowie einen größeren Feinwurzelanteil aufwiesen. Die prozentuale Verteilung der Wurzelfrischmassen in den gewählten Wurzelbereichen war dagegen ausgeglichen. Die Abweichungen innerhalb der Klassen betrugen maximal 3%-Punkte zwischen den entsprechenden Varianten.

Eine statistische Sicherung der Ergebnisse war aufgrund des geringen Stichprobenumfanges nicht möglich. Eine visuell erkennbare Beziehung zwischen der horizontalen Orientierung der Wurzelsysteme und dem Pflanzschema (Reihenpflanzung mit Mulchabdeckung, Arbeitsgassen mit Graseinsaat) bestand nicht.

Diskussion

Die in vitro vermehrten Sträucher beider Genotypen hatten am Ende der ersten Vegetationsperiode am Standort Berlin das größte Strauchvolumen erreicht und behielten diesen Vorsprung bis Ende 1997 bei. Die raschere Wüchsigkeit im Jugendstadium führte zu diesem Wachstumsvorsprung und basierte auf dem veränderten Juvenilitätsstatus der in vitro vermehrten Pflanzen. Von großem Interesse ist in diesem Zusammenhang ebenfalls das Wuchsverhalten der Stecklingspflanzen von in vitro vermehrten Mutterpflanzen. Diese waren in Berlin und in Weihenstephan in den meisten Jahren hinsichtlich der Wuchsstärke nicht von den Herkünften konventionell vermehrter Mutterpflanzen zu unterscheiden. Zwei Ursachen können dafür in Frage kommen: Erstens hatten die dazu verwendeten Mutterpflanzen von 1991 etwa 10 Subkulturen weniger in vitro als die in vitro vermehrten Pflanzen von 1992 und können deshalb über einen geringeren Juvenilitätsstatus verfügt haben. Und zweitens wäre denkbar, dass sie hinsichtlich der Wuchsstärke die vorhandene Juvenilität der Mutterpflanzen durch die nachfolgende Stecklingsvermehrung relativ rasch wieder verloren haben. Die Anzahl der Subkulturen in vitro kann bei einigen Gehölzen deren anschließende Bewurzelungsfähigkeit von Stecklingen als ein Merkmal des Juvenilitätsstatus beeinflussen. So beobachteten NOITON et al. (1992) für *Malus*-Kulturen nach einer größeren Subkulturenanzahl in vitro eine Erhöhung der Bewurzelungsrate und der Wurzelanzahl und vermuteten eine größere Juvenilität dieser Pflanzen.

Zu ganz ähnlichen Resultaten hatten die Versuche von JONES and WEBSTER (1993) bei *Malus*-Veredlungen geführt. Während sich die Veredlungen auf in vitro vermehrten Unterlagen M9 von allen anderen Vermehrungsherkünften deutlich unterschieden (Wildtriebbildung, Bildung von ‚burr knots' – Kallus mit Wurzelanlagen unter der Rinde, Anzahl und Länge der Triebe), waren zwischen den Pflanzen mit konventionell vermehrten M9 als Unterlage und den Pflanzen mit stecklingsvermehrten M9 von in vitro vermehrten Mutterpflanzen keine Unterschiede festzustellen.

Diese Beobachtungen sind besonders wertvoll im Hinblick auf die Empfehlung zur stärkeren Nutzung in vitro vermehrter Gehölze als Mutterpflanzen für die Gewinnung von Stecklingsmaterial in den Baumschulen (PLIETZSCH 1996). Dann wären nicht die in vitro vermehrten Pflanzen das Finalprodukt, sondern die davon gewonnenen Stecklingspflanzen, die auch in den vorliegenden Untersuchungen über einen ähnlichen Wuchscharakter verfügten wie die Pflanzen von konventionell vermehrten Mutterpflanzen.

Tabelle 4. Wurzelausdehnung und -verteilung bei *Prunus* 'Brillant' (n = 5) am Standort Berlin (März 1999)
Root spreading of Prunus 'Brillant' (n = 5) in Berlin (March 1999)

Varianten	Wurzelausdehnung (horizontal) (cm)	Wurzelfrischmasse (gesamt) (g)	Verteilung der Wurzelfrischmasse (nach Radiusabstand) (%)		
			bis 20 cm	>20 cm bis 50 cm	>50 cm
In vitro vermehrte Pflanzen	244,0	3.564	57,5	22,0	20,5
Stecklinge von in vitro vermehrten Mutterpflanzen	222,0	1.980	57,6	25,3	17,1
Stecklinge von konventionell vermehrten Pflanzen	242,0	2.544	52,2	26,4	21,4
Veredlungen	300,0	3.216	60,4	21,3	18,3

Tabelle 5. Wurzelausdehnung und -verteilung bei *Prunus* 'Alboplena' (n = 3) am Standort Berlin (März 1999)
Root spreading of Prunus 'Alboplena' (n = 3) in Berlin (March 1999)

Varianten	Wurzelausdehnung (horizontal) (cm)	Wurzelfrischmasse (gesamt) (g)	Verteilung der Wurzelfrischmasse (nach Radiusabstand) (%)		
			bis 20 cm	>20 cm bis 50 cm	>50 cm
In vitro vermehrte Pflanzen	170,0	5.700	54,4	31,5	14,1
Stecklinge von in vitro vermehrten Mutterpflanzen	160,0	3.267	57,5	31,4	11,1
Stecklinge von konventionell vermehrten Pflanzen	150	3.514	52,0	35,5	12,5

Infolge des notwendigen, jährlich starken Rückschnittes an *Prunus* 'Alboplena' sowie des einmaligen Rückschnittes an *Prunus* 'Brillant' im Frühjahr 1998 erlauben die in den Abbildungen 1 und 3 dargestellten Ergebnisse zugleich eine Aussage über das Regenerationsvermögen der Sträucher in den entsprechenden Zeitabschnitten. Für *Prunus* 'Alboplena' war der Jahreszuwachs 1996 in allen Varianten am größten und erreichte ab 1997 ein gleichbleibendes Niveau, wobei mit fortschreitendem Alter die bestehenden Unterschiede zwischen den Varianten abnahmen. Bei *Prunus* 'Brillant' war das Regenerationsvermögen 1998 nach starkem Rückschnitt in allen Varianten gleich. Auch bei diesem Gehölz sind die zunächst noch vorhandenen Variantenunterschiede im Trend über mehrere Jahre geringer geworden. Das Wuchsverhalten hatte sich also trotz noch bestehender Unterschiede weiter angeglichen.

Ein abweichendes Bild im Wuchsverhalten ergab sich am Prüfort Weihenstephan. Alle Varianten von *Prunus* 'Alboplena' litten von Versuchsbeginn an sehr stark unter dem Befall mit *Monilinia laxa,* der durch die im Vergleich zu Berlin höheren jährlichen Niederschlagsmengen insbesondere im Mai begünstigt wurde. Auf die Anfälligkeit der geprüften Genotypen gegenüber *Monilinia laxa* wird im zweiten Teil dieser Studie näher eingegangen.

Desweiteren hatten diese Pflanzen Anpassungsschwierigkeiten an die dortigen Bodenbedingungen. Während sich nach dem Rückschnitt in Berlin alle Varianten zügig regenerieren konnten, zeigten diese in Weihenstephan Wuchsdepressionen. Besonders deutlich wurde dies auch am Merkmal Ausläuferbildung. Diese Eigenschaft ist in der Literatur für *Prunus* 'Alboplena' beschrieben (WARDA 1998). Ältere Pflanzen zeigen am Standort Berlin immer eine Neigung zur Ausläuferbildung. Dieselbe Beobachtung konnte an den Versuchspflanzen bestätigt werden, wobei die in vitro vermehrten Sträucher den größten Anteil mit Ausläuferbildung und die größte Anzahl Ausläufer je Strauch aufwiesen. In Weihenstephan war dagegen an keiner der Versuchspflanzen eine Ausläuferbildung festzustellen.

Eine verstärkte Adventivsprossbildung aus dem Wurzelstock bzw. aus den Wurzeln war zuvor hauptsächlich in Versuchen mit in vitro vermehrten Obstunterlagen beobachtet worden (HOWARD et al. 1989 bei *Prunus* 'Pixi', JONES and HADLOW 1989 bei *Malus*-Veredlungen auf M27 und M9 und JONES and WEBSTER bei *Malus*-Veredlungen auf M9) und kann demzufolge als ein Merkmal juveniler Gehölze gelten.

Ebenfalls abweichend waren die Variantenunterschiede im Strauchvolumen von *Prunus* 'Brillant' am Prüfort Weihenstephan. Während in Berlin in allen Jahren bis 1997 die in vitro vermehrten Pflanzen die wüchsigsten waren, hatten diese Sträucher in Weihenstephan im Vergleich aller Varianten 1996 und 1997 das geringste Strauchvolumen aufzuweisen. Dies steht auch im Widerspruch zu den Ergebnissen anderer Autoren über eine größere Wüchsigkeit im Jugendstadium von in vitro vermehrten Gehölzen. So beobachteten JONES and HADLOW (1989) ein signifikant stärkeres Triebwachstum an *Malus*-Veredlungen auf in vitro vermehrten M27 und M9 als an den entsprechenden Vergleichspflanzen aus konventioneller Vermehrung.

In Weihenstephan wurden die Einflüsse des Juvenilitätsstatus durch die Standortbedingungen überlagert. Diese Annahme wird ebenfalls durch die Resultate der veredelten Pflanzen gestützt. Die Veredlungen auf der Unterlage *Prunus avium* hatten unter den dortigen Bodenbedingungen gegenüber den in vitro vermehrten Pflanzen in allen Jahren ein größeres Strauchvolumen gebildet, was auf den Unterlageneinfluss unter den dort herrschenden Bodenbedingungen zurückzuführen ist.

In der vorliegenden Literatur fanden sich keine Hinweise zu Wurzeluntersuchungen an mehrjährigen in vitro vermehrten Gehölzen im Vergleich zu konventionell vermehrten. Die entsprechenden Untersuchungen an Einzelexemplaren in Berlin ergaben nach 5 Vegetationsperioden keine gravierenden Unterschiede in der horizontalen und vertikalen Wurzelausdehnung zwischen den Versuchsvarianten. Jedoch hatten die in vitro vermehrten Sträucher die absolut größte Wurzel-

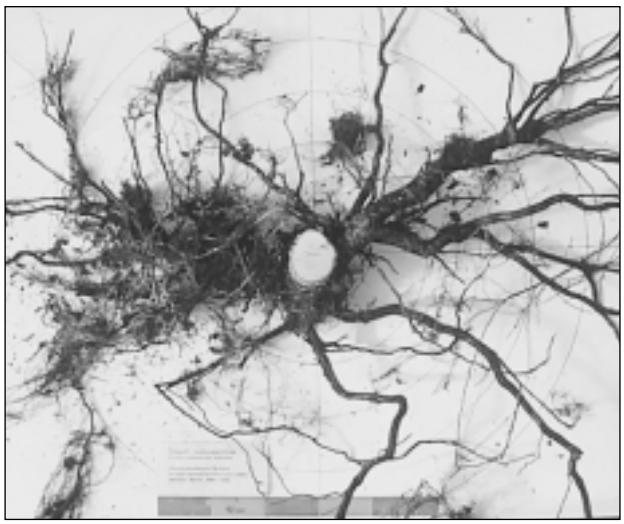


Abb. 8. Wurzelverteilung bei Prunus kurilensis 'Brillant' (in vitro) am Standort Berlin nach 5 Jahren (Draufsicht)
Root spreading of Prunus kurilensis 'Brillant' (in vitro) in Berlin after 5 years(top view)

frischmasse gebildet sowie einen größeren Anteil an Feinwurzeln aufzuweisen. Die geringe Wurzeltiefe von nur etwa 30 cm und die starke horizontale Wurzelausdehnung bei allen Varianten war von den Boden- und Kulturbedingungen am Standort Berlin beeinflusst (Pflugsohlenverdichtung, Humusarmut ab 25 cm Tiefe, Zusatzbewässerung als Überkronenberegnung, Mulchabdeckung). Es ist kritisch anzumerken, dass diese einmalige Erfassung nach 5 Jahren keine schlüssigen Aussagen darüber zulässt, ob in den Jahren zuvor nicht doch Unterschiede in der Wurzelmorphologie bestanden haben. Verglichen mit dem Wuchsverhalten der oberirdischen Pflanzenteile wäre auch für das Wurzelwachstum eine tendenzielle Angleichung aller Varianten nach mehreren Jahren denkbar. Aus eigenen Untersuchungen an bewurzelten Stecklingen verschiedener *Prunus*-Sorten von unterschiedlich juvenilen Mutterpflanzen ist jedoch bekannt, dass sich kurz nach der Stecklingsbewurzelung am Ende der Vermehrungssaison ein genotypspezifisches Sproß-Wurzel-Verhältnis herausbildete, das weniger durch die Juvenilität der Mutterpflanzen beeinflusst war (PLIETZSCH, unveröffentlicht). Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Alle Versuchspflanzen haben im Untersuchungszeitraum regelmäßig geblüht. Für Blütengehölze ist das Merkmal der Reichblütigkeit besonders bedeutungsvoll. Die durch Auszählung und Messung ermittelten Werte für die Blütendichte ergaben bei beiden Gehölzen keine Unterschiede zwischen den Varianten. Das bestätigt bekannte Resultate aus anderen Untersuchungen an Rosen mit in vitro vermehrten und stecklingsvermehrten Pflanzen (DUBOIS et al. 1988).

Ähnliches gilt für die Beurteilung der Blütengröße von Einzelblüten. Die in einzelnen Jahren ausgewiesenen Variantenunterschiede waren sehr gering und ohne praktische Relevanz für die Verwendungseignung.

Aus methodischer Sicht hat es sich als günstig erwiesen, eine größere Anzahl von Gehölzen jeweils einer Variante unter verschiedenen Standortbedingungen zu prüfen. Objektiv messbare Merkmale wie Strauchvolumen, Ausläuferbildung und Fläche der Strauchbasis ergaben eine genügend große Stichprobe, um die Ergebnisse zu sichern. Nicht immer ist die gewählte methodische Vorgehensweise jedoch uneingeschränkt auf andere zu prüfende Ziergehölze übertragbar. So wurde im vorliegenden Fall das Strauchvolumen aufgrund des Habitus der geprüften Gehölze als Quader berechnet. Bei Genotypen mit einem anderen Habitustyp ist diese Spezifik zu beachten.

Die Ermittlung der Reichblütigkeit durch das Auszählen von Einzelblüten muss auf jene Gehölze beschränkt bleiben, deren Blüten relativ gleichmäßig am Gehölz verteilt sind oder die eine bestimmte Größe noch nicht überschritten haben.

Literatur

DUBOIS, L. A. M., J. ROGGEMANS, G. SOYEURT and D. P. DE VRIES 1988: Comparison of the growth and development of dwarf rose cultivars propagated in vitro and in vivo by softwood cuttings. Scientia Horticulturae **35**, 293–299.

GEHLE, F. 1995: In vitro vermehrte Gehölze brauchen Image-Pflege. Umfrage über die Akzeptanz mikrovermehrter Gehölze. Deutsche Baumschule **47**, 608–610.

HACKETT, W. P. 1985: Juvenility, maturation and rejuvenation in woody plants. Hort. Rev. **7**, 109–155

HACKETT, W. P. 1988: Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIS, T. D., B. E. HAISSIG and N. SANKHLA. Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press Portland, Oregon, 11–28.

HARTMANN, H. T., D. E. KESTER and F. T. DAVIES 1990: Plant propagation. 5. Aufl. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 484–487.

HOWARD, B. H., O. P. JONES and J. VASEK 1989: Long term improvement in the rooting of plum cuttings following apparent rejuvenation. J. Hort. Sci. **64**, 147–156.

JACOB, F. D., H.-H. JESCH and C. ENGLER 1991: Einfluss von Überführungszeitraum und Überführungsmethoden auf das Wachstum und die Blühfähigkeit in vitro vermehrter Syringa vulgaris 'Mme Florent Stepman'. Gartenbauwissenschaft **56**, 241–247.

JONES, O. P. and W. C. C. HADLOW 1989: Juvenile-like character apple trees produced by grafting scions and rootstocks porduced by micropropagation. J. Hort. Sci. **64**, 395–401.

JONES, O. P. and C. A. WEBSTER 1993: Nursery performance of 'Cox' apple trees with root-stocks of M.9 from either micropropagation or improved conventional propagation from micropropagated plants. J. Hort. Sci. **68**, 763–766.

LIMA, H. and R. TICKNOR 1986: The effect of propagation method on forced potted plants and on pathogen resistance in Syringa vulgaris. International Plant Propagators Society. Combined Proceedings **36**, 126–131.

MURASHIGE, T. and F. SKOOG 1962: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Phys. Plant. **15**, 473–497.

NIENHAUS, F. and L. KIEWNICK 1998: Pflanzenschutz bei Ziergehölzen. Ulmer Stuttgart, 320–321.

NOITON, D., J. H. VINE and M. G. MULLINS 1992: Effects of serial subculture in vitro on endogenous level of indole-3-acetic and abscisic acid and rootability in microcuttings of 'Jonathan' apple. Plant Growth Regulation **11**, 377–383.

PIERIK, R. L. M. 1990: Rejuvenation and micropropagation. Progress in plant cellular and molecular biology. Proceedings VIIth. International Congress on Plant Tissue and Cell Culture, Amsterdam, 91–101.

PLIETZSCH, A. 1996: Nutzung in vitro vermehrter Gehölze als Mutterpflanzen für konventionelle Vermehrungsverfahren. In: BÄRTELS, A. Gehölzvermehrung, 4. Aufl., Ulmer Stuttgart, 199–209.

PREIL, W. 1997: In-vitro-Vermehrung von Gehölzen. In: KRÜSSMANN, G., Die Baumschule, 6. Aufl., Parey Berlin, 449–471.

WARDA, H. D. 1998: Das große Buch der Garten- und Landschaftsgehölze. Baumschule Bruns, Bad Zwischenahn, Eigenverlag.

WEBSTER, C.A. and O. P. JONES 1992: Performance of field hedge and stoolbed plants of micropropagated dwarfing apple rootstock clones with different degrees of apparent rejuvenation. J. Hort. Sci. **67**, 521–528

ZIMMERMANN, R. H. 1991: Responses of micropropagated apple trees to field establishment procedures. HortScience **26**, 1364–1365.

Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung der Versuchsdurchführung am Standort Weihenstephan bei den dafür verantwortlichen Kollegen der FH Weihenstephan, Institut für Obstbau und Baumschule.

Eingegangen: 4. 8. 1999 / 24. 11. 1999

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. sc. H.-H. Jesch und Dr. A. Plietzsch, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Vermehrungstechnologie / Baumschulwesen, Wendenschloßstraße 254, D - 12557 Berlin.