

Optimierung der herbizidfreien Baumstreifen- bearbeitung im ökologischen Apfelanbau

Abschlussbericht F/E-Projekt 2003 - 2004
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Fachbereich 5

Pillnitz, 31.03.2005

Gartenbau Dresden-Pillnitz

Projekt Nr. 0 51 09

F/E-Projekte der LfL

Kurzbericht

Thema: **Optimierung der herbizidfreien Baumstreifenpflege im ökologischen
Apfelanbau**

Projektleiter: Dr. Hermann Laber

Projektbearbeiter: Harald Rank

Laufzeit: 01.01.2003 bis 31.12.2004

I. Projektablauf

01.01.2003 – 31.03.2003

Status Quo-Analyse zu den bisher bekannten Verfahren

01.04.2003 – 31.11.2004

Versuchsdurchführung im Versuchsfeld der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Gartenbau in Dresden-Pillnitz

01.12.2004 – 31.02.2005

Auswertung der Versuchsergebnisse

01.03.2005 – 31.03.2005

Abschlussbericht

II. Ergebnisse

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist dem Abschlussbericht zu entnehmen (ab Seite 5). Wesentliche Erkenntnisse sind:

Es wurde ein Überblick über die bisher bekannten Baumstreifenpflegeverfahren erstellt. Unter Praxisbedingungen stellt gegenwärtig die mechanische Baumstreifenbearbeitung hinsichtlich Wirkung und Verfahrensaufwand die geeignetste Methode dar.

Im Versuch wurde die bisher gängige Strategie der mechanischen Offenhaltung des gesamten Baumstreifens bis Ende Juli/Anfang August bzw. ganzjährig mit verschiedenen neuen Lösungsansätzen auf Basis des am Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Frick (Schweiz) entwickelten „Sandwich“-Verfahrens verglichen. Neu ist bei diesem Pflegeprinzip die getrennte Unkrautregulierung seitlich neben der Baumreihe und in einem schmalen Mittelstreifen zwischen den Bäumen. Zum Einsatz für die seitliche Baumstreifenbearbeitung kam ein eigenes Versuchsgerät mit stark vereinfachter Konstruktion. Es beruht auf handelsüblichen Baugruppen zur mechanischen Unkrautregulierung im Acker- und Gemüsebau. Für die Pflege des ca. 30-40 cm breiten Streifens zwischen den Bäumen kamen folgende Varianten zum Einsatz:

- A - thermische Regulierung mittels Stabbrenner
- B - niedrig gehaltener Grünstreifen durch selektive Handhacke und zusätzlich Einsaat niedrig wachsender Kräuter (Gundelrebe, *Glechoma hederaceum*)
- C - Abdeckung mit Xylit (rindenmulchähnliches Abfallprodukt aus der Braunkohlegewinnung)
- D - standorttypische natürliche Begrünung mit Begrenzung der Wuchshöhe durch ein Baumstreifenmulchgerät (neues Gerät RADIUS NG mit Mulchwerkzeug, Fa. Clemens, BRD)
- E - Regulierung durch separates Hacken, dies aber in größeren Zeitabständen gegenüber der Standardvariante (neues Gerät RADIUS NG mit Scheibenkreisel)

Weitere Varianten waren:

- F - Ganzflächenbearbeitung mit einem neuen Gerät ohne Tastarmsteuerung (TOURNESOL, Fa. Pellenc, Frankreich).
- G - Standardvariante mit Ganzflächenbehandlung durch ein derzeit in der Praxis gängiges Gerät (LADURNER-Kreiselkrümmer).

Gegenüber der Standardvariante wiesen alle anderen Pflegevarianten keine signifikanten Unterschiede bei der Blühstärke, der Ertragsleistung, der Fruchtgröße und Fruchtausfärbung sowie beim Kronenvolumen und beim Zuwachs des Stammdurchmessers auf.

In den Versuchspartzen mit den getrennten Pflegemaßnahmen seitlich bzw. zwischen den Bäumen (Variante A bis E) konnte bei der seitlichen mechanischen Bearbeitung mit dem dafür konstruierten Versuchsgerät eine hohe Schlagkraft erzielt werden (8 bis 9 km/h). Die unmittelbare Unkrautwirkung dieser Eigenkonstruktion war dabei vergleichbar mit der sehr guten Bearbeitungsqualität des Standardgerätes und dem neuen Gerät Pellenc.

Vorteilhaft war bei diesen Versuchsvarianten, dass in dem schmal gehaltenen Mittelstreifen zwischen den Bäumen auch ein etwas stärkerer Unkrautbesatz toleriert werden konnte, da hier mit einer deutlich geringeren Wasser- und Nährstoffkonkurrenz zu rechnen war. Dadurch war es möglich, in diesem, mit Baumstreifengeräten sonst nur schwierig zu bearbeitenden Bereich den Pflegeaufwand zu reduzieren. In diesen Varianten konnte somit trotz einer insgesamt höheren Zahl an Bearbeitungsgängen bis auf Variante A (Mittelstreifen abgeflammt) eine Reduzierung des Verfahrensaufwandes von 29% (Variante E) bis 46% (Variante B) erzielt werden.

In den beiden alternativen Hackvarianten (Variante E und F) konnte im Vergleich zur Standardvariante eine signifikant geringere Ausbildung der Restverunkrautung am Stammgrund erzielt werden. Dies kann auf die neuartige Bauart bzw. Funktionsweise zurückgeführt werden. Dadurch konnte gegenüber der Standardvariante der Handarbeitsaufwand für die manuelle Handhacke auf die Hälfte reduziert werden. Die Variante mit dem neuen Gerät Pellenc zur Ganzflächenbehandlung erreichte damit im

Versuch eine Kostenersparnis von bis zu 21% gegenüber der Standardvariante. Die Variante "Versuchsgesetz seitlich und separates Hacken im Mittelstreifen" erreichte eine Kostenersparnis von 29%.

Allerdings kam es in den durch Hacken offen gehaltenen Bereichen (Variante E, F und G) im Versuchszeitraum (insbesondere in der Baumstreifenmitte) zu einer deutlichen Zunahme der Problemunkräuter Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*) und Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*). Ein Aussetzen der Baumstreifenbearbeitung und die anschließende natürliche Begrünung ab Ende Juli, was ökologisch und produktionstechnisch von Vorteil wäre (keine zusätzliche Stickstoffmobilisierung nach dem Triebabscluß, Verbesserung der Bodenstruktur, Förderung der Fruchtausfärbung, Vermeidung abfallender Früchte durch Maschinenkontakt an den Bäumen), war somit nicht möglich.

In den Pflegevarianten mit einem schmalen Begrünungsstreifen zwischen den Bäumen (Variante B und D) wurden die genannten Problemunkräuter im Versuchszeitraum zunehmend unterdrückt. Insbesondere im zweiten Versuchsjahr konnte hier eine allmähliche teppichartige Ausbildung niedrig wachsender bzw. weniger problematischer Pflanzenarten beobachtet werden (Gundelrebe, Weißklee, Vogelmire und verschiedene Gräser). Mit jährlich durchgeführten 1 bis 3 Handarbeitsgängen zur selektiven Entfernung durchgewachsener Problemunkräuter konnte diese Entwicklung gezielt gefördert werden. Der Arbeitsaufwand für diese Handarbeit lag 2004 im Vergleich zur Standardvariante nur bei rund 62%. Hinsichtlich der gesamten Verfahrenskosten für die Baumstreifenpflege erzielte die Variante B (Begrünungsstreifen mit zusätzlicher Einsaat) im 2. Versuchsjahr mit 45% den größten Einspareffekt. Bei Variante D (natürliche Begrünung im Mittelstreifen) lag die Einsparung gegenüber der Standardvariante bei 37%.

In der Versuchspartzeile mit Xylit-Abdeckung zwischen den Bäumen war die Unkrautwirkung im Mittelstreifen bisher sehr gut. Die manuelle Handarbeit beschränkte sich bis jetzt pro Saison auf eine, mit relativ geringem Arbeitsaufwand verbundene, Regulierung vereinzelt durchwachsender Unkräuter (insbesondere Ackerkratzdistel, Weißer Gänsefuß, Löwenzahn). Mit dieser Pflegevariante war bis jetzt eine Verringerung des Verfahrensaufwandes um 38% möglich.

In der Variante A war durch das Abflammen im Mittelstreifen eine sehr gute Unkrautwirkung erreichbar. In Bezug auf die Restverunkrautung am Stammgrund ergaben sich sogar, zusammen mit der Variante C (Xylit-Abdeckung zwischen den Bäumen), die besten Ergebnisse. Allerdings lag der Arbeitsaufwand durch die hohe Anzahl notwendiger Durchfahrten mit eingeschaltetem Abflammgerät auf Grund der dabei erforderlichen sehr geringen Fahrgeschwindigkeit (1 bis 2 km/h) und des anfallenden Gasverbrauches um bis zu 30% höher gegenüber der Standardvariante.

Bei der Verfügbarkeit der Nährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium über den Boden waren im Verlauf der beiden Versuchsjahre keine relevanten Unterschiede festzustellen. Bei Stickstoff zeigte sich in den Varianten mit gezielter Begrünung in der Baumstreifenmitte ein tendenziell niedrigerer Gehalt in diesem Bereich gegenüber den seitlich offen gehaltenen Bearbeitungsstreifen. Dies hatte jedoch keinen messbaren Einfluss auf Baumentwicklung, Fruchtansatz und Fruchtqualität.

Die Versuche liefen unter den Bedingungen einer Junganlage, d. h. die Anfangsverunkrautung war auf Grund der intensiven Bodenvorbereitung vor der Pflanzung noch sehr gering. Dadurch ergaben sich günstige Startvoraussetzungen für die Wirksamkeit bei einigen erprobten Pflegevarianten (neues Gerät Pellenc, separates Hacken des Mittelstreifens, gezielte Einsaat von Gundelrebe). Das ist bei einer möglichen Übertragung auf bereits länger bestehende Praxisanlagen mit einem meist schon stärker etablierten Unkrautbewuchs zu berücksichtigen.

Mit Veröffentlichungen im INFODIENST der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft sowie Versuchsbegehungen im Rahmen des Arbeitskreises "Ökologischer Obstbau" wurden die Zielstellung und Ergebnisse des Projektes an die Praxis herangetragen.

III. Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projektes wurden Möglichkeiten zur Kostensenkung bei der sehr arbeitsintensiven Pflege der Baumstreifen im ökologischen Apfelanbau aufgezeigt.

In den Versuchen konnten praxisrelevante Aussagen zum technologischen Ablauf und zum Verfahrensaufwand verschiedener Bearbeitungsvarianten auf der Grundlage der mechanischen Baumstreifenpflege gewonnen werden.

Bei der Erprobung des neuen Bearbeitungsgerätes TOURNESOL wurden die in den letzten Jahren erreichten Fortschritte bei der Gerätekonstruktion sichtbar. Dieses neue Modell besitzt auch ein hervorragendes Preis-Leistungsverhältnis.

Momentan ist auf dem Markt für Baumstreifentechnik viel Bewegung. Es werden zahlreiche neue Geräte vorgestellt. Um die Praktiker entsprechend objektiv beraten zu können, sollte die Erprobung und Bewertung dieser neuen Technik u. a. auch durch die LfL fortgeführt werden.

Mit den kombinierten Pflegeverfahren auf Grundlage des "Sandwichsystems" konnte im Rahmen des Projektes eine Alternative zur Ganzflächenbearbeitung aufgezeigt werden. Besonders interessant waren die Lösungsansätze mit gezielter Entwicklung eines schmalen und niedrig wachsenden Bewuchsstreifens sowie mit Xylit-Abdeckung zwischen den Bäumen.

Durch die hierbei mögliche getrennte Pflegeintensität seitlich bzw. zwischen den Bäumen konnte eine bessere Anpassung des Arbeitsaufwandes an die gegebenen Boden- und Witterungsbedingungen erzielt werden. Dadurch ist eine zum Teil recht deutliche Verringerung der Verfahrenskosten möglich.

Niedrig wachsende Begrünungstreifen sind auch für die Förderung der Artenvielfalt in den Obstanlagen von Interesse. Sie können zur ökologischen Aufwertung von Intensivpflanzungen beitragen.

Die Verfahrenslösungen ohne Geräteeinsatz zwischen den Bäumen (stattdessen schmaler Streifen mit Begrünung bzw. Xylit-Abdeckung) sind auch für Anlagen mit engem Pflanzabstand geeignet. Dadurch bieten sie eine interessante Option nicht nur für Öko- sondern auch für IP-Betriebe.

Die gewonnenen Erkenntnisse beruhen auf zweijährigen Erfahrungen im Rahmen dieses Projektes am Standort Dresden-Pillnitz. Da die Standortbedingungen hinsichtlich Unkrautvegetation, Boden- und Witterungsbedingungen in den einzelnen Regionen stark variieren können, ist es notwendig, die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse unter anderen Standortbedingungen zu überprüfen.

In einem nachfolgenden BÖL-Forschungsprojekt zu diesem Thema sollen die aussichtsreichsten Pflegeverfahren in einem ökologischen Obstbaubetrieb unter Praxisbedingungen auf ihre Eignung erprobt bzw. weiter angepasst werden. Das Versuchsgerät für das "Sandwichsystem" sollte in diesem Rahmen noch weiter optimiert werden.

Weitere interessante Lösungsansätze zur herbizidfreien Unkrautregulierung bieten sich über thermische Verfahren an. Besonders interessant erscheinen hierbei die Heißschaum- und die mobile Lasertechnik. Beide Verfahren befinden sich noch in einem sehr frühen Erprobungs- bzw. Entwicklungsstadium. Die Bearbeitung im Rahmen eines fortführenden Projektes ist zu gegebener Zeit zu empfehlen.

F/E-Projekt “Optimierung der herbizidfreie Baumstreifenpflege im ökologischen Apfelanbau“
Abschlussbericht

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
2.	Übersicht über die Verfahren	6
2.	Mechanische Baumstreifenbearbeitung	8
3.1.	Aktueller Stand	8
3.2.	Das “Sandwichsystem“	8
3.3.	Im Projekt erprobte Baumstreifenbearbeitungsgeräte	9
3.4.	Xylit – ein neues Mulchmaterial	11
4.	Versuchsaufbau	11
4.1.	Versuch A	12
4.2.	Versuch B	13
5.	V Versuchsergebnisse	13
5.1.	Materialkosten für die einzelnen Pflegevarianten	13
5.2.	Bearbeitungsaufwand	15
5.3.	Technische Beurteilung der eingesetzten Geräte, Unkrautwirkung	17
5.3.1.	Handhabung der eingesetzten Hack- und Mulchgeräte	17
5.3.2.	Fahrgeschwindigkeit	18
5.3.3.	Qualität der Bearbeitungsstreifen	20
5.3.4.	Restverunkrautung am Stammgrund und Arbeitsaufwand für Handhacke	21
5.3.5.	Relevante Baum- und Wurzelbeschädigungen	24
5.4.	Unkrautentwicklung	25
5.4.1.	Unkrautarten auf der Versuchsfläche	25
5.4.2.	Entwicklung der Unkrautflora	26
5.5.	Parameter zur Ertrags- und Baumentwicklung	28
5.5.1.	Blütenansatz	28
5.5.2.	Ertragsentwicklung	28
5.5.3.	Fruchtqualität	28
5.5.4.	Baumentwicklung	29
5.6.	Bodenuntersuchungen	29
5.7.	Vergleich der Gesamtkosten für die Pflegeverfahren	30
6.	Zusammenfassung der bisherigen Erfahrungen	33
7.	Ergebnistransfer	34
8.	Literatur	34
9.	Anhang	35

1. Einführung

In intensiv bewirtschafteten Apfelanlagen wird momentan, vor allem auf Grund ihrer hohen Ertragsleistung, fast ausschließlich die schwach wachsende Unterlage M9 verwendet. Dies trifft auch für den ökologischen Anbau zu. Ein Merkmal dieser Unterlage ist das relativ kleine Wurzelsystem. Die Bäume können dadurch sehr empfindlich auf die Nährstoff- und Wasserkonkurrenz des Unterwuchses reagieren. Um dem vorzubeugen, ist eine regelmäßige Regulierung der Begrünung im Baumstreifen notwendig. Besonders wichtig ist weiterhin die Unterdrückung von stark wüchsigen Problemunkräutern, wie z. B. Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvensis*), Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*), Weißer Gänsefuß (*Che-nopodium album*) oder Quecke (*Agropyron repens*). Durch das Offenhalten der Baumstreifen kann schließlich auch die Gefahr von Mäuseschäden wirksam reduziert werden.

In der Integrierten Produktion wird diese Pflegemaßnahme bisher ausschließlich über den Einsatz von Herbiziden realisiert. Eine Forderung im Rahmen der Weiterentwicklung umweltschonender Anbauverfahren ist jedoch die schrittweise Reduzierung der chemischen Unkrautbekämpfung zugunsten alternativer Bodenpflegeverfahren. Für den ökologischen Obstbau ist die herbizidfreie Baumstreifenpflege in den Anbaurichtlinien festgeschrieben.

2. Übersicht über die Verfahren

Die herbizidfreie Unkrautbekämpfung kann prinzipiell nach den Verfahren gemäß Abb. 1 durchgeführt werden. Da die theoretischen Lösungen, Einsatz von Mikrowellen und Laserstrahlen, sich noch im Forschungsstadium befinden [1, 2], werden diese hier nicht weiter betrachtet. Die Vor- und Nachteile der übrigen Varianten sind in Tabelle 1 aufgelistet.

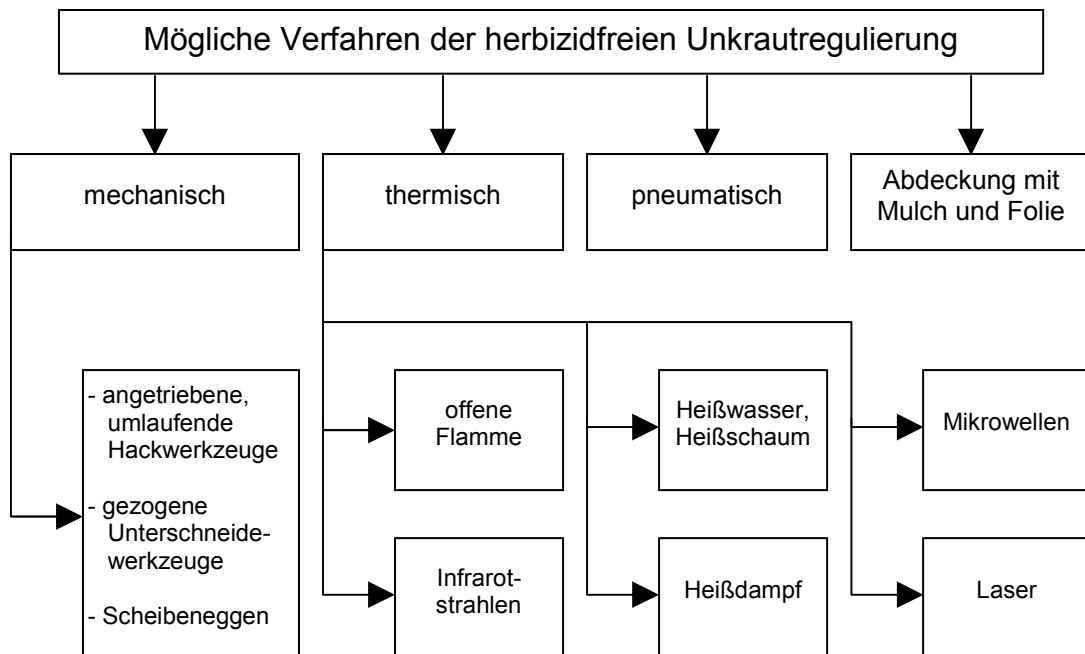


Abb. 1: Verfahrensübersicht zur herbizidfreien Baumstreifenbearbeitung

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenbearbeitung

Bezeichnung	Vorteile	Nachteile
mechanisch: - Hackgeräte - Unterschnietechnik - Scheibeneggen	gute Unkrautwirkung; Kombination mit Fahrgassenmulcher bei vielen Geräten möglich; vergleichsweise wenig von Bodenverhältnissen abhängig; Bodenbearbeitung wirkt positiv auf: - Bodenstruktur - Stickstoffmineralisierung - Wasserhaushalt - Krankheitsvorbeuge - Mäusekontrolle	leistungsfähige Geräte sind teuer; hoher Verschleiß bei aktiven Werkzeugen; Einstellung der optimalen Arbeitsstellung bzw. deren Beibehaltung während der Bearbeitung ist oft schwierig (d. h. qualifiziertes Personal notwendig); Bewuchs in Stammnähe wird meist nicht ausreichend erfasst; Gefahr von Stamm- und Wurzelbeschädigungen; relativ geringe Arbeitsgeschwindigkeit; einige Geräte bei feuchter Witterung und/oder schwierigen Böden wenig geeignet; bei einigen Geräten kommt es zum Anhäufeln am Stammgrund, wodurch die Veredlungstelle zugeschüttet werden kann;
offene Flamme	Sehr gute Wirkung bei noch kleinem Bewuchs; sehr gute Erfassung des Bewuchses am Stammbereich; kein Einfluss auf den Wurzelbereich	schlechte Wirkung bei stärkerem und hohem Bewuchs; Sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeit; Sehr häufiges Durchfahren notwendig; Brandgefahr bei trockenem Wetter und viel dürrer Unterwuchs; hohe Gaskosten; Wirkungseffekt sehr stark witterungsabhängig; Verbrennungen an tief hängenden Ästen und Früchten
Infrarotstrahlen	gute Wirkung bei geringer Verunkrautung; geringere Schädigung des oberen Bodenlebens als bei der offenen Flamme; geringere Brandgefahr als bei offener Flamme	schlechte Wirkung bei stärkerem Bewuchs; Wirkung sehr stark von Witterung abhängig; sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeit; häufiges Bearbeiten notwendig; hoher Energiebedarf; erfasst Streifen im Stammbereich nicht; auf Grund der sehr geringen Fahrgeschwindigkeit nicht zusammen mit Fahrgassenmulcher einsetzbar
Heißdampf	gute Wirkung; Erfasst auch Unkraut am Stammbereich gut	energieintensiv; hoher Preis; Gefahr von Verbrennungen an den Stämmen; sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeit; noch keine Serienlösung für den Obstbau; zur Zeit nur Geräte für Wildkrautbekämpfung auf Pflaster- und Parkflächen [3]
Heißwasser, Heißschaum	gute Wirkung; erfasst auch Unkraut am Stammbereich gut; hohe Arbeitsgeschwindigkeit bis 6 km/h; kaum Beeinflussung von Bodenorganismen	keine Serienlösung, befindet sich noch in der Entwicklung für den Obstbau [4, 5]; energieintensiv; nicht mit Fahrgassenmulcher kombinierbar; hoher Wasserverbrauch; voluminöse Technik (z. B. Mitführung eines entsprechend großen Wassertanks notwendig)
Druckluft (mit Aufreißschar)	gute Wirkung gegen kleine Unkräuter; keine Beeinflussung der Bodenorganismen	nur bei sehr geringem Wildkrautbesatz und frühem Entwicklungsstadium ausreichend wirksam [6]
Abdecken mit Mulch oder Folie	keine Schäden durch das Verfahren an Stämmen und Wurzel; Folie mit sehr guter Unkrautwirkung, vor allem auch am Stammgrund; vorteilhaft für Bodenfeuchte	hohe Ausbringkosten; große Gefahr der Ansiedlung von Mäusen; Mulchabdeckung vor allem bei ausdauernden Problemunkräutern nur mit begrenzter Wirkung; Mulchmaterial muss regelmäßig ersetzt werden; Gefahr von Kaliüberschuss Gefahr von Beschädigungen bei der Folie; Entsorgungsproblem bei Folienabdeckung

3. Mechanische Baumstreifenbearbeitung

3.1. Aktueller Stand

Hinsichtlich Wirkung und Verfahrensaufwand stellt gegenwärtig in der Praxis die mechanische Bearbeitung die geeignetste Methode dar. Neben der Regulierung des Pflanzenbewuchses im Baumstreifen leisten diese Maßnahmen auch einen nicht unwesentlichen Beitrag zur vorbeugenden Bekämpfung wichtiger Pilzkrankheiten, wie z. B. Schorf, Fruchtfäulen und Rindenkrankheiten. Alte Pflanzenteile, welche in diesem Zusammenhang bedeutende Infektionsherde darstellen, werden hierbei in den Boden eingearbeitet, wodurch es zu einem schnelleren biologischen Abbau kommt. Zusätzlich kann über die mechanische Bearbeitung auch die Aktivität der Feld- und Wühlmäuse empfindlich gestört werden. Weitere Vorteile sind eine verbesserte Bodendurchlüftung und, vor allem in trockneren Lagen, die Verbesserung der Wasserversorgung.

Gegenwärtig gibt es eine große Anzahl spezieller Baumstreifenbearbeitungsgeräte, welche sich in Konstruktion und Wirkungsweise zum Teil deutlich unterscheiden. Eine Zusammenfassung sowie Erfahrungen bei der praktischen Arbeit sind in [7] dargestellt.

Die Verfahrensweise der aktuellen Baumstreifengeräte bedingt mehr oder weniger große Restflächen um die Baumstämme, deren Bewuchs nicht erfasst wird. Die Erfahrung zeigte bisher, dass sich hier, je nach Witterung und regional vorherrschender Bodenflora, relativ starke Unkrauthorste entwickeln können. Neben einer massiven Nährstoff- und Wasserkonkurrenz bieten sie auch günstige Besiedlungsmöglichkeiten für Schadnager. Eine manuelle Unkrauthacke ist daher in bestimmten Zeitabständen unbedingt anzuraten, i. d. R. einmal pro Jahr. Weiterhin sollten die Geräte im Interesse einer möglichst schonenden Bearbeitung nur mit einer relativ niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit gefahren werden (ca. 1,5 bis 3 km/h). Diese beiden Faktoren führen zu einer deutlichen Erhöhung der Verfahrenskosten bei der mechanischen Baumstreifenbearbeitung (bis über 5mal so hoch gegenüber dem konventionellen Herbizideinsatz).

Allerdings ist auch bei niedriger Arbeitsgeschwindigkeit die Gefahr von ernsthaften Stamm- und Wurzelverletzungen bei allen bisherigen Geräten mehr oder minder vorhanden, da die konstante Beibehaltung der optimalen Arbeitsstellung während der Durchfahrten auf Grund von Bodenunebenheiten, schräg stehenden Bäumen oder schlechten Sichtverhältnissen oft nicht möglich ist. Ein weiteres Problem ist die Störanfälligkeit bei sehr starker Beanspruchung der Geräte, wie sie auf Grund der relativ großen Anlagegrößen in den sächsischen Obstbaubetrieben oft gegeben ist.

3.2. Das "Sandwichsystem"

Eine relativ neue Methode ist das am Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Frick (Schweiz) entwickelte sogenannte "Sandwichsystem". In der ursprünglichen Version wird hier neben den Bäumen ein ca. 40-50 cm breiter Streifen durch regelmäßiges mechanisches Bearbeiten unkrautfrei gehalten. Zwischen den Bäumen bleibt ein 30-40 cm breiter Streifen mit vorzugsweise niedrig wachsenden Kräutern begrünt [8]. Das konkurrenzfreie Bodenvolumen für die Baumwurzeln ist dabei nahezu gleich gegenüber der Ganzflächenbearbeitung. Sofern sich dieses Verfahren in der Praxis bewährt, können sich folgende Vorteile gegenüber dem Einsatz bisher üblicher Baumstreifengeräte ergeben:

- deutlich höhere Fahrgeschwindigkeiten (Erhöhung der Schlagkraft), da nur seitlich neben den Bäumen bearbeitet wird (der Werkzeugkopf muss nicht ein- und ausschwenken)
- Einsatz von relativ einfach aufgebauten und wenig störanfälligen Geräten (ohne Tastarm und Ausschwenkmechanismus, keine angetriebenen Werkzeuge)
- Minimierung von Stamm- und Wurzelverletzungen
- schmaler dichter Begrünungsstreifen zwischen den Bäumen mit vorzugsweise niedrig wachsenden Kräutern kann Problemunkräuter unterdrücken ohne dabei selbst als relevanter Nährstoff- oder Wasserkonkurrent in Erscheinung zu treten – dadurch Verringerung des Handarbeitsaufwandes für eine notwendige Handhacke um die Baumscheiben

- niedrig wachsende Begrünungsstreifen sind für die Förderung der Artenvielfalt in den Obstanlagen von Interesse, da viele nützliche Insekten und Spinnen hier Unterschlupf und Nahrung finden.

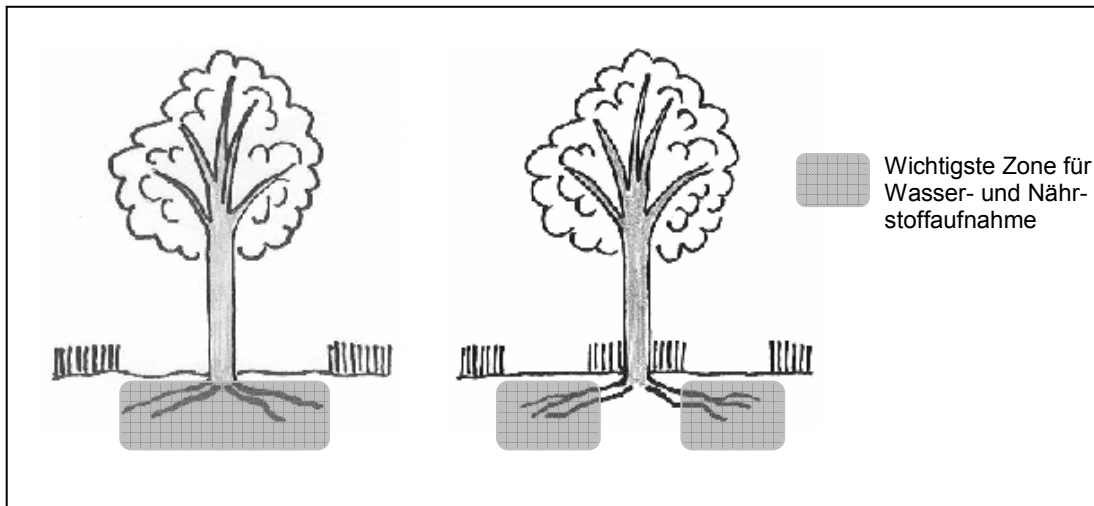


Abb. 2: Vergleich herkömmlicher Baumstreifenpflege (links) und "Sandwichsystem"

3.3. Im Projekt erprobte Baumstreifenbearbeitungsgeräte

Im Rahmen des hier dargestellten Projektes werden seit 2002 im Fachbereich Gartenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Versuche zur Optimierung der herbizidfreien Baumstreifenbearbeitung im Obstbau durchgeführt. Schwerpunkte sind dabei:

- Verringerung der Verfahrenskosten (Erhöhung der Schlagkraft, Minimierung der Handhacke)
- Erprobung verschiedener Pflegevarianten auf Grundlage des "Sandwichsystems"

Folgende neue bzw. überarbeitete mechanische Baumstreifengeräte wurden getestet:

- eigenes "Pillnitzer Versuchsgerät" (nachfolgend nur als "Versuchsgerät" bezeichnet, Abb. 3)
 - Schlepperfrontanbau
 - an einem Anbaurahmen befinden sich von vorn nach hinten angeordnet ein Parallelogramm mit Gänsefußschar (520 mm breit) und danach zwei Gruppen mit je vier Rollhackscheiben
 - die Werkzeuganordnung ist starr (d. h. ohne Taster und Ausschwenkmechanismus); es wird nur neben den Baumreihen bearbeitet
 - die Unkrautregulierung in dem schmalen Streifen zwischen den Bäumen erfolgt in Anlehnung an das Sandwichsystem durch gesonderte Pflegevarianten (Kombination mit dem RADIUS NG-Scheibenmulcher bzw. Scheibenkreisel, Begrünung, Mulchabdeckung)
 - in einer Variante befindet sich zwischen Gänsefußschar und Rollhackscheiben ein Stabbrenner; Zuleitungen und Gasversorgung sind dann als zusätzlicher Aufbau am Anbaurahmen

- RADIUS NG (Fa. Clemens, Abb. 4 und 5)

- neues Gerät mit relativ kleinem Werkzeugkopf, ursprünglich nur für den Weinbau
- Einsatz in Kombination mit dem Versuchsgerät vorgesehen (RADIUS NG für den Mittelstreifen, Versuchsgerät für die seitliche Bearbeitung)
- Schlepperzwischenachsanhau (lieferbar auch für Front- oder Heckanbau)
- Modulbauweise; über Schnellverschlüsse lassen sich am Grundgerät verschiedene Werkzeugköpfe problemlos anbauen; im Versuch:
 - a) Scheibenmulcher zum Abmähen eines schmalen begrünten Streifens zwischen den Bäumen beim Sandwichsystem (Abb. 5)
 - b) Scheibenkreisel zur flachen Bodenbearbeitung eines schmalen Streifens zwischen den Bäumen; dabei sind drei gewölbte Scheiben dreieckförmig angeordnet und drehen sich um eine vertikale Achse (Abb. 4)
- tastergesteuerte hydraulische Auslenkung des Werkzeugkopfes
- die spezielle Versuchsausführung (Anpassung an die Besonderheiten von Baumobstanlagen) wurde in Zusammenarbeit mit der Fa. Grimm (Bad Sassendorf) optimiert

- TOURNESOL (Fa. Pellenc, Frankreich, Abb. 6)

- neues Gerät, ursprünglich für Weinanbau- und Baumschulbereich
- im Projekt Erprobung der einseitigen Ausführung für Schlepper-Zwischenachsanhau; zur variablen seitlichen Anordnung und Sichtverbesserung für den Traktorfahrer wurde für die Versuche ein spezieller Frontanbaurahmen gefertigt
- unter einer Kunststoffglocke sind stabile kreisende Messer angeordnet
- die Kunststoffglocke ist federnd schwenkbar aufgehängt und rollt beim Auftreffen auf einen Stamm um diesen herum
- bei diesem Gerät wird kein Taster zum Ausschwenken des Werkzeuges benötigt
- Lieferung auch als zweiseitige Bauvariante für den Heck- oder Frontanbau möglich

Als Vergleich diene eine praxisübliche Pflegevariante mit dem derzeitigen Standardgerät LADURNER-Kreiselkrümmer (Abb. 7).



Abb. 3: Versuchsgerät mit Stabbrenner und angebauter Gasversorgung

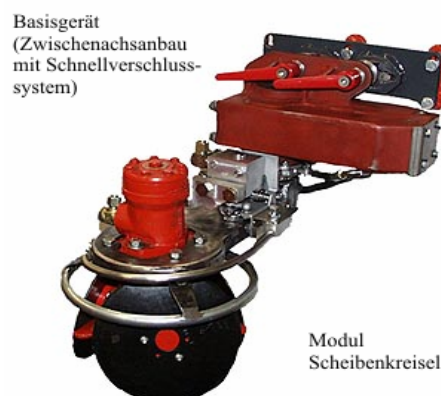


Abb. 4: RADIUS NG mit Scheibenkreisel (Wirkung wie Hackgerät)



**Abb. 5 (oben links):
RADIUS NG im Zwischenachsanhbau mit
Scheibenmulcher (Versuchsanbau)**

**Abb. 6 (oben rechts):
TOURNESOL im Zwischenachsanhbau**

**Abb. 7 (links):
Standardgerät LADURNER-Kreiselkrümmer**

3.4. Xylit – ein neues Mulchmaterial

Im Versuch wurde in einer Variante der Mittelstreifen zwischen den Bäumen mit dem noch relativ neuen Mulchmaterial Xylit abgedeckt. Dabei handelt es sich um faserartige fossile Holzreste, welche beim Abbau von Braunkohle anfallen. Die Wirkungsweise dieses Abdeckmaterials ist vergleichbar mit Rindenmulch, wobei die Verrottung allerdings wesentlich langsamer erfolgt. Daher ist mit einer deutlich längeren Haltbarkeit des abgedeckten Streifens, und damit auch der unkrautunterdrückenden Wirkung, zu rechnen. Die Fasern sind äußerst zäh und reißfest. Xylit ist auch geruchsneutral und absolut frei von Schadstoffen. Es wird als resistent gegen Fäulnis und Pilzbefall eingestuft und verursacht keinen Stickstoffentzug aus dem Boden [9, 10].

Bisher wird Xylit vorrangig als Bodenverbesserungsmittel, zur Herstellung spezieller Substrate, als Trägersubstanz für die mikrobiologische Schadstoffbeseitigung sowie fein zerfasert als Agglomerationshilfsmittel (für Bewehrungs- und Bindestoffe, Ölbinder) verwendet [10, 11].

4. Versuchsaufbau

Das Projekt wurde im Versuchsfeld des Fachbereichs Gartenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Dresden-Pillnitz durchgeführt. Es gab zwei verschiedene Versuchsansätze.

4.1. Versuch A

Hier lag der Schwerpunkt bei der Bewertung der Verfahrenstechnologie. Unter möglichst praxisnahen Bedingungen sollten hauptsächlich Daten zum technologischen Ablauf in den einzelnen Pflegevarianten erfasst werden. Dazu wurden einreihige Großparzellen von 40 m Länge ohne Wiederholung angelegt. In allen Parzellen, bis auf die Variante mit dem neuen Gerät TOURNESOL, waren die drei Apfelsorten 'Topaz', 'Reanda' und 'Renora' mit zwei Wiederholungen zu je 5 Bäumen gepflanzt. Sowohl die Bodenuntersuchung als auch die Unkrautbonitur zum Pflanzzeitpunkt ergaben keine Unterschiede zwischen den Parzellen, wodurch ein Vergleich von Merkmalen zur Ertrags- und Baumentwicklung sinnvoll schien (bezüglich der statistischen Auswertung dann mit gewissen Einschränkungen).

Das neue Gerät TOURNESOL war ursprünglich in diesem Teilversuch noch nicht geplant, da die Verfügbarkeit Anfang 2003 nicht sicher war. Als dann wider Erwarten der Einsatz in Pillnitz doch noch möglich wurde, stand keine Parzelle mehr mit den gleichen Sorten zur Verfügung. Um aber dennoch auch die technologischen Daten für dieses Pflegeverfahren erheben zu können, wurde kurzfristig eine bereits bestehende gleichgroße Parzelle mit der Sorte 'Gala' herangezogen. Diese Variante wurde dann aber nicht in den Vergleich von Merkmalen zur Ertrags- und Baumentwicklung einbezogen.

Die Bäume stehen auf der Unterlage M9 und wurden in allen Parzellen im März 2002 gepflanzt. Der Pflanzabstand beträgt 1,20m. Die einzelnen Versuchsvarianten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Versuchsvarianten im Versuch A

Variante	Beschreibung
A-1	Standardvariante – LADURNER-Kreiselkrümmer, Ganzflächenbearbeitung
A-2	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen mit Xylit abgedeckt
A-3	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen gezielt begrünt, zusätzliche Einsaat von Gundelrebe (<i>Glechoma hederacea</i>)
A-4	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen natürlich begrünt, Regulierung durch Mulchgerät
A-5	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen abgeflammt
A-6	Neues Gerät - TOURNESOL, Ganzflächenbearbeitung

Erhobene Merkmale:

- Erstellungskosten für die Pflegevarianten (Technik, Abdeckmaterial, Einsaat)
- Bearbeitungsqualität
- Gerätefunktion und -bedienung, Handhabung
- Anzahl notwendiger Durchfahrten, Fahrgeschwindigkeit
- Unkrautwirkung (seitlich, zwischen den Bäumen, Stammgrund)
- Unkrautentwicklung (Bedeckung, Dichte, Höhe, Unkrautarten)
- Arbeitsaufwand für manuelle Handhacke (Stammgrund bzw. selektive Unkrautregulierung)
- Stammdurchmesser, Kronenvolumen, Ertrag, Fruchtgröße und -ausfärbung (Var. A-1 bis A-5)
- Bodenuntersuchung ($N_{\min}$, P, K, Mg, pH-Wert, Humusgehalt)
- Gesamtkosten für die einzelnen Pflegeverfahren

4.2. Versuch B

Hier lag der Schwerpunkt weniger bei der Verfahrenstechnologie als vielmehr bei den möglichen Auswirkungen auf die Unkrautentwicklung, den Ertrag, die Fruchtqualität und die Baumentwicklung. Dazu wurde eine Blockanlage mit je vier Wiederholungen erstellt. Im Versuch stand die Sorte 'Pinova'. Die Pflanzung erfolgte im März 2003. Die Bäume stehen auf der Unterlage M9 und der Pflanzabstand beträgt 1,20m. Die Wiederholungen sind 8,40m lang und bestehen aus je 7 Bäumen. Die 5 mittleren Bäume wurden in die Auswertung für Ertrag, Baumwuchs und Unkrautentwicklung einbezogen.

Die Variante mit der Abflamntechnik wurde bei diesem Teilversuch nicht mehr mit einbezogen, da die Erfahrungen aus Versuch 1 auf einen allgemein sehr hohen Verfahrensaufwand hindeuteten (bei vergleichbarer Bearbeitungsqualität). Stattdessen kam noch eine weitere Variante mit dem Versuchsgerät für die seitliche Bearbeitung und einem neuen Hackwerkzeug am RADIUS NG für die Bearbeitung im Mittelstreifen hinzu.

Die Variante mit gezielter Begrünung und zusätzlicher Einsaat konnte ebenfalls nicht mit einbezogen werden, da die einzelnen Versuchsblöcke für eine aussagekräftige Bewertung dafür zu klein waren. In Tabelle B sind die einzelnen Varianten für den Versuch B zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3: Versuchsvarianten im Versuch B

Variante	Beschreibung
B-1	Standardvariante – LADURNER-Kreiselkrümmer, Ganzflächenbearbeitung
B-2	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen mit Xylit abgedeckt
B-3	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen natürlich begrünt, Regulierung durch Scheibenkreisel (RADIUS NG)
B-4	Versuchsgerät, Bearbeitung nur links und rechts der Baumreihe; Mittelstreifen natürlich begrünt, Regulierung durch Mulchgerät (RADIUS NG)
B-5	Neues Gerät - TOURNESOL, Ganzflächenbearbeitung

Die erhobenen Versuchsmerkmale sind die gleichen wie in Versuch A. Zur statistischen Auswertung wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Sofern erforderlich, kam zur Prüfung auf signifikante Unterschiede der Tukey B-Test im Statistikprogramm SPSS zur Anwendung.

5. Versuchsergebnisse

5.1. Materialkosten für die einzelnen Pflegevarianten

Hierzu zählen die Anschaffungskosten für die Baumstreifenbearbeitungsgeräte, die Kosten für das Abdeckmaterial Xylit und die Einsaat einer niedrig wachsenden Kräuterart sowie auch die Lohnkosten für den zur Ausbringung notwendigen Arbeitsaufwand. Für die Variante, wo der Mittelstreifen abgeflammt wurde, sind auch die jährlich anfallenden Gaskosten mit hinzuzurechnen.

Im Vergleich zur Standardvariante sind die Anschaffungskosten für die Geräte bei allen anderen Pflegevarianten deutlich niedriger. Die vergleichsweise relativ hoch erscheinenden Material- und Ausbringkosten für die Einsaat- und Abdeckvariante relativieren sich wieder, da diese ja auf die im Versuch angenommene Wirkungsdauer von 10 Jahren umgelegt werden können. Außerdem ist das in diesen

Varianten zum Einsatz kommende Versuchsgerät zur mechanischen Bearbeitung in seiner Herstellung bzw. Anschaffung am preiswertesten (Tabelle 5). Die einzelnen Geräte- und Erstellungskosten sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Materialkosten für die einzelnen Pflegevarianten

Pflegevariante	Geräte- neuwert (in €)	Kosten für Xylit (€/ha) (auf 10 Jahre verteilt)	Kosten für Einsaat (€/ha) (auf 10 Jahre verteilt)	jährliche Gaskosten (€/ha)
Standardvariante (LADURNER-Kreiselkrümmer)	11 000,00	-	-	-
neues Gerät (TOURNESOL)	6 150,00	-	-	-
Versuchsgerät; Mitte abgedeckt (Xylit)	2 009,00	225,00	-	-
Versuchsgerät; Mitte mit Einsaat (Gundelrebe)	2 009,00	-	117,00	-
Versuchsgerät; Mitte gemulcht (RADIUS NG)	5 009,00	-	-	-
Versuchsgerät; Mitte gehackt (RADIUS NG)	5 009,00	-	-	-
Versuchsgerät; Mitte abgeflammt	2 999,00	-	-	110,00

Das im Projekt getestete Versuchsgerät ist eine Eigenkonstruktion der Versuchswerkstatt des Fachbereichs Gartenbau (W. Görne, H. Rank). Es wurde so konzipiert, dass es der Obstbauer mit relativ wenig Aufwand allein bzw. in Zusammenarbeit mit einer Metallwerkstatt herstellen kann. Die Werkzeuge bestehen aus im Handel erhältlichen fertigen Baugruppen zur Unkrautregulierung im Acker- und Gemüsebau. Lediglich der Rahmen muss selbst hergestellt und dem jeweils zum Einsatz kommenden Schlepper angepasst werden. Ursprünglich war dieses Versuchsgerät auch noch für die Aufnahme einer Abflammvorrichtung mit Gasversorgung vorgesehen, um damit den Bewuchs im Mittelstreifen zwischen den Bäumen zu regulieren. Im Versuch A wurde diese Variante auch erprobt. Nach den bisher gewonnenen Erkenntnissen ist allerdings hier mit deutlich höheren Verfahrenskosten gegenüber der Standardvariante zu rechnen, so dass diese Variante für die Praxis wenig geeignet erscheint (siehe Abschnitt 5.7.). Tabelle 5 zeigt eine Kostenabschätzung für das Versuchsgerät.

Tabelle 5: Kostenabschätzung für das Versuchsgerät (nach Görne in [7])

Bauteilbezeichnung	Preis/ Stück (brutto) [in Euro]	Stückzahl	Preis gesamt (brutto) [in Euro]
Material und Herstellung eines Stahlrohrrahmen (Kastenprofil)	830,00	1	830,00
Kombi-Parallelogramm	340,00	1	340,00
Werkzeugträger, Vibromesser- feder, Gänsefußschar (520 mm)	70,00	2	140,00
Rollhackkörper links/rechts mit 8 Sternrollen	570,00	1	570,00
GW-Oberlenker,	22,00	1	22,00
Unterlenkerbolzen	3,50	2	7,00
Montage und Einstellarbeiten	100,00	-	100,00
Gesamtpreis (ohne Abflammeinheit):			2 009,00
Zuzüglich Abflammeinheit mit Gasversorgung (990,00 €)			2 999,00

5.2. Bearbeitungsaufwand

Die Maßnahmen zur mechanischen Unkrautregulierung richteten sich nach der Zielvorgabe einer weitgehenden Freihaltung von Bewuchs auf den für die Wasser- und Nährstoffaufnahme wichtigen Bodenbereichen. Das betraf in der Standardvariante und der Variante "neues Gerät TOURNESOL" den gesamten Bearbeitungstreifen. In den übrigen Varianten nur die seitlich neben den Bäumen liegenden Bearbeitungstreifen.

In Abhängigkeit von ihrer Wüchsigkeit und Bestandsdichte sollte die Unkrautbedeckung in den für die Wasser- und Nährstoffversorgung wichtigen Bereichen nach Möglichkeit nicht höher als max. 30% sein. Der Geräteeinsatz war allerdings auch stark vom Wetter abhängig. So kam es vor, dass über einen längeren Zeitraum auf Grund zu feuchter Bodenverhältnisse keine Bearbeitung durchgeführt werden konnte, obwohl schon ein relativ starker Unkrautbesatz vorhanden war. Andererseits waren, aus dem gleichen Grund, vor angekündigten Feuchteperioden "vorbeugende" Bearbeitungsgänge sinnvoll, obwohl zu diesem Zeitpunkt der Unkrautbesatz noch relativ gering war. Daraus ergaben sich die in Tabelle 6 und 7 aufgeführten Bearbeitungstermine in den beiden Versuchsjahren.

Tabelle 6: Bearbeitungstermine und Bearbeitungsmaßnahmen, 1. Versuchsjahr 2003

Baumstreifen- pflegevarianten	Bearbeitungstermine 2003													
	14. / 15. April	14. / 16. Mai	03. / 04. Juni	26. / 27. Juni	16. / 17. Juli	07. / 08. August	28. August	22. Sept.	20. Oktober	03. / 04. Nov.				
	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke
Versuch A (Pflanzung März 2002)														
Standard; (LADURNER)	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1
neues Gerät; (PELLENC)	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1
Versuchsgerät; M abgedeckt	1	-	1	-	1	1	-	1	-	-	1	1	-	1
Versuchsgerät; M gest. Bewuchs	1	-	1	-	1	1	-	1	-	-	1	1	-	1
Versuchsgerät; M gemulcht	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1
Versuchsgerät; M gehackt	1	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1
Versuchsgerät; M abgeflammt	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-
Versuch B (Pflanzung März 2003)														
Standard; (LADURNER)			-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
neues Gerät; (PELLENC)			1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
Versuchsgerät; M abgedeckt			1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
Versuchsgerät; M gemulcht			1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
Versuchsgerät; M gehackt			1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1

Tabelle 7: Bearbeitungstermine und Bearbeitungsmaßnahmen, 2. Versuchsjahr 2004

Baumstreifen- pflegevarianten	Bearbeitungstermine 2004															
	07. / 08. April		29. April		18. / 19. Mai		31. Mai		09./10. Juni		23. / 24. Juni		06. / 07. Juli		23. / 24. Juli	
	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke	Hauptgerät solo	zzgl. Mittelstreifenbearb. manuelle Handhacke
Versuch A (Pflanzung März 2002)																
Standard; (LADURNER)	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
neues Gerät; (PELLENC)	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
Versuchsgerät; M abgedeckt	1	-	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
Versuchsgerät; M gest. Bewuchs	1	-	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
Versuchsgerät; M gemulcht	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Versuchsgerät; M gehackt	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Versuchsgerät; M abgeflammt	1	-	-	1	1	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Versuch B (Pflanzung März 2003)																
Standard; (LADURNER)	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
neues Gerät; (PELLENC)	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
Versuchsgerät; M abgedeckt	1	-	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
Versuchsgerät; M gemulcht	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Versuchsgerät; M gehackt	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	-

Ein Vorteil der Versuchsvarianten mit geteilter Bearbeitungsstrategie zeigte sich in der hohen Schlagkraft für die seitliche Bearbeitung. So konnte man hier ohne größeren Aufwand auch zusätzliche Bearbeitungsgänge "dazwischen schieben", wodurch die Unkrautregulierung in diesen Baumstreifenbereichen insgesamt ausgewogener war. Außerdem konnten diese Baumstreifenbereiche auch noch ohne weiteres kurz vor bzw. während Erntezeit bearbeitet werden, da hierbei nicht die Gefahr bestand, durch Anschlagen der Werkzeuge an die Bäume einen unerwünschten Fruchtfall zu verursachen. Das war bei den "konventionellen" Baumstreifengeräten nicht möglich, so dass es hier bei günstiger Witterung in diesem Zeitraum (August bis September) durchaus zu einem unerwünscht starken Unkrautwuchs kommen konnte.

2003 lag der Aufwand bei den beiden Ganzflächenbehandlungen (Standardvariante und Variante "neues Gerät TOURNESOL") im Versuch A bei insgesamt 6 Durchfahrten und 1 Handhacke. Die Varianten mit dem Versuchsgerät wurden 8x bearbeitet, davon (in den jeweiligen Varianten) 4x zusätzlich mit Mulchen bzw. Hacken in der Baumstreifenmitte. Dazu kamen noch 1 bis 3 Handarbeitsgänge am Stammgrund bzw. zur selektiven Entfernung von Problemunkräutern zur Anwendung. Der Handarbeitsaufwand war hierbei allerdings im Vergleich zur Standardvariante deutlich geringer. Die Abflammsvariante lag hinsichtlich des Verfahrensaufwands schon in diesem recht trockenen Jahr mit insgesamt 9 Durchfahrten, davon 6 mit eingeschaltetem Stabbrenner, über der Standardvariante (siehe auch Abschnitt 5.7.).

Da die Anlage für den Versuch B erst im März 2003 gepflanzt wurde, lag hier der Bearbeitungsaufwand in diesem Jahr noch entsprechend niedriger. Die Standardvariante wurde 3x, die Variante "neues Gerät TOURNESOL" 4x und die Varianten mit dem Versuchsgerät jeweils 6x bearbeitet.

2004 war ein recht feuchtes Jahr, wodurch gute Bedingungen für das Unkrautwachstum herrschten. In Versuch A und B wurden in den beiden Varianten mit Ganzflächenbehandlung ("Standard" bzw. "neues Gerät TOURNESOL") jeweils 7 Bearbeitungsdurchgänge durchgeführt. In den Varianten mit dem Versuchsgerät erfolgten in beiden Versuchen insgesamt 10 Durchfahrten, davon (in den jeweiligen Varianten) 4 mit Mulchen bzw. 5 mit Hacken in der Baumstreifenmitte. Die Handarbeitsgänge waren analog zum Jahr 2003. Die Variante mit dem Abflammen in der Baumstreifenmitte zeigte gerade in diesem recht feuchten Jahr ihre Grenzen. Es wurden hier insgesamt 12 Durchfahrten durchgeführt, davon 8 mit dem Stabbrenner.

5.3. Technische Beurteilung der eingesetzten Geräte, Unkrautwirkung

5.3.1. Handhabung der eingesetzten Hack- und Mulchgeräte

Der Maßstab im Versuch hinsichtlich Bedienung und Handhabung war der LADURNER-Kreiselkrümmer. In einem vorangegangenen Gerätevergleich an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft konnte das Gerät in dieser Hinsicht mit sehr gut bewertet werden [7].

Wichtige Kriterien hierfür sind der Aufwand zum An- und Abbau des Gerätes am Schlepper, Anbauvorrichtungen am Schlepper, die Anbaulage, Sichtverhältnisse bei der Bearbeitung, notwendiger Bedienungs- und Wartungsaufwand während der Arbeit, Belastung des Fahrers während der Arbeit, Transportstellung, Aufwand für die Werkzeugeinstellungen auf dem Feld und Beibehaltung der optimalen Bearbeitungsstellung während der Durchfahrten. Die Bewertung der eingesetzten Geräte ist in Tabelle 8 zusammengefasst.

Als vorteilhaft gegenüber dem Standardgerät LADURNER-Kreiselkrümmer wird bei dem neuen Gerät TOURNESOL der Zwischenachs-anbau und die wesentlich kompaktere Bauform eingeschätzt, wobei die Konstruktion trotzdem sehr robust erscheint. Der Zwischenachs-anbau ermöglicht bei diesem Gerät den gleichzeitigen Einsatz eines Heckmulchers, was zu einer weiteren Verfahrenseinsparung führen kann. Die Bedienbarkeit und Werkzeugeinstellung ist vergleichbar mit dem Standardgerät. Die notwendigen Hydraulikanschlüsse dürften auch an den meisten Schleppern vorhanden sein.

Auch das neue Gerät RADIUS NG (NG = "Neue Generation") ist sehr kompakt und wird im Zwischenachsbetrieb gefahren. Ein besonderer Vorteil dieses Gerätes ist der modulartige Aufbau. An einem, am Schlepper fest montierten, Grundgerät lassen sich über Schnellverschlüsse verschiedene Werkzeugbaugruppen anschließen (z. B. Unterscheidmesser, Hack- und Mulchköpfe, Stammputzvorrichtungen). 2003 gab es zunächst einige konstruktionsbedingte Schwierigkeiten, da der RADIUS NG primär für die zumeist sehr schmalen Weinbaukulturen konzipiert wurde. U. a. war der Abstand zwischen Schlepper und ausgefahrenem Werkzeugkopf für den Einsatz unter Obstbäumen zu gering. Außerdem gab es einige Hydraulikprobleme am Ausschwenkmechanismus. Nach entsprechenden Anpassungen in Zusammenarbeit mit der Fa. Grimm (Bad Sassendorf) funktionierte es dann 2004 zumeist problemlos. Auch hier ist die Bedienbarkeit und Werkzeugeinstellung vergleichbar mit dem Standardgerät. Die Arbeitsweise der zwei verschiedenen Werkzeugköpfe zeigten hinsichtlich Handhabung und Bedienbarkeit keine relevanten Unterschiede. Die Geräteoptimierung ist allerdings noch nicht abgeschlossen.

Das in der Werkstatt des Fachbereichs Gartenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft konstruierte Versuchsgerät erwies sich im Praxiseinsatz als sehr robust und zuverlässig. Die Einstellung der mechanischen Werkzeuge (Bearbeitungstiefe beim Gänsefußschar und den nachlaufenden Sternrollhacken) ging nach der Anpassungsphase 2003 relativ schnell und braucht im Prinzip nur einmal im Jahr zu Beginn der Bearbeitung ausgeführt werden. Diese Einstellung kann dann für alle Arbeitsgänge beibehalten werden. Der Bedienungsaufwand ist von allen im Versuch eingesetzten Geräten am geringsten. Der Frontanbau ermöglicht eine sehr gute Sicht auf den Arbeitsvorgang. Zusätzlich ist auch die Kombination mit einem Heckmulcher zur Pflege der Fahrgasse möglich. Die Zuordnung der Baugruppen bei der kombinierten mechanischen Bearbeitung (Versuchsgerät für die Seitenstreifen, RADIUS NG mit Scheibenkreisel bzw. Scheibenmulcher für den Mittelstreifen) bedarf noch einer gewissen Optimierung. In der Kombination Versuchsgerät + Stabbrenner konnte bereits eine optimale Zuordnung der Baugruppen erzielt werden.

Interessant erscheint auch noch die Möglichkeit, den "Solobetrieb" des Versuchsgerätes (d. h. nur die seitliche Bearbeitung der Baumstreifen), auf Grund der dabei erzielbaren recht hohen Fahrgeschwindigkeiten, mit Pflanzenschutz- und/oder Blattdüngungsmaßnahmen zu koppeln. Das konnte im Rah-

men dieses Projektes nicht erprobt werden, sollte jedoch in nachfolgenden Versuchen mit getestet werden.

Die Handhabung der eingesetzten Geräte wird in einem nachfolgenden BÖL-Projekt unter Praxisbedingungen in einem Öko-Obstbaubetrieb weiter bewertet und, soweit erforderlich, in entsprechend geeigneten Kombinationsvarianten weiter optimiert werden (betrifft hauptsächlich RADIUS NG und das Pillnitzer Versuchsgerät).

Tabelle 8: Bewertung der Handhabung und Bedienung der im Versuch eingesetzten Baumstreifenbearbeitungsgeräte, bisherige Erfahrungen (nach Boniturnoten¹⁾)

Gerät Merkmal	LADURNER-Kreiselkrümler	TOURNESOL	RADIUS NG	Versuchsgerät
Aufwand für An- und Abbau	1-2	1	1	1
Anbauvoraussetzungen (Hydraulik, Elektro, Zapfwelle, Befestigung)	1	1	2	1
Anbaulage	2	1	1	1
Sichtverhältnisse	2	2	2	1
Bedienungsaufwand während der Fahrt	1-2	1	1-2	1
Belastung des Fahrers	1-2	1-2	1-2	1-2 (Kombination) 2-3 (Solobetrieb)
Transportstellung (Lastverteilung, Bodenfreiheit, absteigende Teile)	2	1	1	3
Werkzeugeinstellung	1	1	1	2
Beibehaltung der optimalen Arbeitsstellung	1	1	1	2
Kopplung mit anderen Bearbeitungsmaßnahmen	4	1	1	1 (Solobetrieb) 2-3 (Kombination)

¹⁾ 1 – sehr gut bzw. sehr einfach bzw. sehr gering; 2 – gut bzw. einfach bzw. gering; 3 – befriedigend;
4 – schlecht bzw. schwierig bzw. hoch; 5 – sehr schlecht bzw. sehr schwierig bzw. sehr hoch

5.3.2. Fahrgeschwindigkeit

Die bisherigen Erfahrungen bei der Erprobung der unterschiedlichsten Baumstreifengeräte mit Ausschwenkmechanismus (entspricht der Ganzflächenbehandlung) haben gezeigt, dass eine befriedigende Bearbeitungsqualität in der Regel nur bei relativ langsamer Fahrweise möglich ist. Zu hohe Geschwindigkeiten können sich bei diesen Geräten ungünstig auf die Bodenstruktur auswirken (Schmiereffekte, Klumpen- und Dammbildung u. ä.). Die Unkräuter werden dann auch häufig nur noch ungenügend aus dem Boden gezogen und zerkleinert, so dass sie oft relativ schnell wieder anwachsen. Weiterhin verschlechtert sich bei zu hohen Geschwindigkeiten auch die Unkrautregulierung in Stammnähe (Vergrößerung der unbearbeiteten Restfläche am Stammgrund). Die Gefahr von ernsthaften Wurzel- und Stammbeschädigungen erhöht sich ebenfalls. Die Anpassung der Arbeitsgeschwindigkeit ist natürlich auch wesentlich vom Unkrautbesatz und dem Zustand der angepflanzten Bäume abhängig (Baumgröße, Stärke der verwendeten Unterlage, Pflanzabstand).

In den im Rahmen des Projektes durchgeführten Versuchen war unter den Standortbedingungen im Versuchsfeld Dresden-Pillnitz für alle 3 eingesetzten Hackgeräte (LADURNER-Kreiselkrümmer, TOURNESOL und RADIUS NG mit Scheibenkreisel) sowie das eingesetzte Mulchgerät (RADIUS NG mit Scheibenmulchkopf) eine Fahrgeschwindigkeit von ca. 2,5 km/h optimal.

In den Varianten mit getrennten Pflegemaßnahmen seitlich bzw. zwischen den Bäumen wurden je nach Arbeitsgang unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten erprobt. Bei nur seitlicher Bearbeitung mit dem Versuchsgerät konnte mit ca. 8-9 km/h relativ schnell gefahren werden, ohne dass eine Beeinträchtigung der Bearbeitungsqualität festzustellen war. Die kombinierte Bearbeitung mit Versuchsgerät seitlich + mechanisches Zusatzgerät für den Mittelstreifen erfolgte mit 2,5 km/h. Bei der Kombination Versuchsgerät + Stabbrenner im Mittelstreifen war nur eine Arbeitsgeschwindigkeit von 1,5 km/h möglich bzw. sinnvoll.

Die hohe Geschwindigkeit für die seitliche Bearbeitung konnte realisiert werden, da kein Ein- und Ausschwenken der Werkzeuge notwendig war. Die normalerweise im Acker- und Gemüsebau verwendeten Werkzeugbaugruppen (Gänsefußschar und Sternrollhacken) sind zudem so konzipiert, dass die Unkrautwirkung gerade bei höheren Geschwindigkeiten optimal ist. Daraus ergab sich allerdings auch eine relativ schlechte Unkrautwirkung bei der kombinierten Bearbeitung mit Versuchsgerät + Stabbrenner. Bei den möglichen 2,5 km/h in den anderen Kombinationen (mit RADIUS NG) war die Unkrautwirkung hingegen noch befriedigend bis recht gut.

In Tabelle 6 ist der Zusammenhang von der Anzahl Bearbeitungsgänge (nur Geräteeinsatz) und der dabei erzielbaren Geschwindigkeit hinsichtlich des Gesamtzeitaufwandes für diese Pflegemaßnahmen im 2. Versuchsjahr dargestellt (Versuch A und B identisch, da gleiche Anzahl Bearbeitungsmaßnahmen). Daraus wird ersichtlich, dass in den Varianten mit dem Versuchsgerät auf Grund der hohen Schlagkraft für die seitliche Bearbeitung trotz höherer Anzahl an Bearbeitungsgängen eine Reduzierung des Gesamtarbeitsaufwandes möglich war (ausgenommen die Abflammevariante in der Baumstreifenmitte).

Tabelle 9: Anzahl Bearbeitungen, erzielte Fahrgeschwindigkeiten und daraus berechneter Gesamtarbeitszeitaufwand pro ha und Jahr (ohne Handhacke), 2. Versuchsjahr 2004 (in beiden Versuchen identisch, zugrunde liegende Fahrstrecke pro ha: 6250 m)

Variante	Anzahl Durchfahrten pro Jahr				Gesamt-arbeitszeit-aufwand pro ha und Jahr in h
	nur Hauptgerät ¹⁾	km/h	mit Zusatzgerät zur Mittelstreifenpflege ²⁾	km/h	
Standard (LADURNER)	7	2,5	-	-	19,6
neues Gerät (TOURNESOL)	7	2,5	-	-	19,6
Versuchsgerät; Mitte abgedeckt	10	9	-	-	9,9
Versuchsgerät; Mitte gezielt begrünt	10	9	-	-	9,9
Versuchsgerät; Mitte gemulcht	6	9	4	2,5	16
Versuchsgerät; Mitte gehackt	5	9	5	2,5	17,5
Versuchsgerät; Mitte abgeflammt	4	9	8	1,5	39,7

¹⁾ LADURNER-Kreiselkrümmer, TOURNESOL, Versuchsgerät

²⁾ RADIUS NG mit Scheibenkreisel bzw. Scheibenmulcher, Abflammeinrichtung

5.3.3. Qualität der Bearbeitungstreifen (ohne Restverunkrautung am Stammgrund)

Es wurden die verschiedenen Hackvarianten mit der Bearbeitungsqualität in der Standardvariante verglichen. Parameter waren Arbeitsbreite, präzise Einstellung und Einhaltung der Arbeitstiefe, Bodenstruktur, Bodenbewegung im Bearbeitungstreifen und die unmittelbare Unkrautwirkung während der Bearbeitung (ohne Berücksichtigung der unbearbeiteten Restflächen am Stammgrund). Weiterhin wurde die Unkrautwirkung bei der Mulch- und Abflammvariante in der Baumstreifenmitte bewertet.

Der als Standardgerät eingesetzte LADURNER-Kreiselkrümmer erzeugte mit 130 cm einen relativ breiten, sehr feinkrümeligen und ebenen Bearbeitungstreifen. Bodenaustrag aus dem Baumstreifenbereich war nicht festzustellen. Die Bearbeitungskanten waren gerade. Die Unkrautwirkung war sehr effektiv, auch bei etwas feuchteren Bodenbedingungen. Die Unkräuter wurden durch die beiden Werkzeugköpfe (rotierende Unterschneidescheibe für den inneren Baumstreifenbereich zwischen den Bäumen, 3 rotierende Hackschare seitlich im äußeren Bereich) nahezu 100%ig erfasst und zerkleinert. Die Bearbeitungstiefe konnte relativ konstant bei 3-6 cm zwischen den Bäumen und 5-8 cm seitlich neben der Baumzeile gehalten werden (Messung von der Bodensole bis auf die Unterkante der Grasnarbe).

Das neue Baumstreifengerät TOURNESOL zeigte einen vergleichbaren sehr feinkrümeligen und zumindest seitlich neben den Bäumen recht ebenen Bearbeitungstreifen. Zwischen den Bäumen konnte es vor allem bei sehr trockenem Boden zu einer leichten Dammbildung kommen, was allerdings auf die Bearbeitungsqualität keinen Einfluss hatte. Ein Bodenaustrag konnte auch bei diesem Gerät nicht festgestellt werden. Der Bearbeitungstreifen war mit ca. 100 cm etwas schmaler. Die Unkrautwirkung zum Bearbeitungszeitpunkt war vergleichbar zum LADURNER-Kreiselkrümmer. Die Bearbeitungstiefe lag relativ konstant in einem Bereich von 5-10 cm.

Wie die Bearbeitungsqualität dieser beiden Hackgeräte bei stärkerer Verunkrautung ist, konnte im Rahmen des Projektes nicht bewertet werden. Aber in anderen bisherigen Untersuchungen erwies sich das Standardgerät LADURNER_Kreiselkrümmer auch bei hoher Unkrautdichte als sehr wirksam. Das TOURNESOL zeigte in solchen Fällen gewisse Schwächen (u. a. Verstopfungen unter der Werkzeugglocke, "Wegdrehen" des Werkzeugkopfes bei starken Unkrauthorsten).

In den Versuchsvarianten, welche dem "Sandwichsystem" angelehnt waren, kamen zwei verschiedene Methoden zur Offenhaltung des Bodens zum Einsatz. Mit dem Versuchsgerät (Gänsefußschar und Sternrollhacken) konnte bei hoher Bearbeitungsgeschwindigkeit ein ebener und gerade zur Grasnarbe abgesetzter, feinkrümeliger Bearbeitungstreifen von ca. 45 cm Breite erzeugt werden. Bodenaustrag war auch hier nicht festzustellen. Die Unkrautwirkung war bei mäßigem Unkrautbesatz vergleichbar zum LADURNER-Kreiselkrümmer. Die Pflanzen wurden durch das Unterschneidemesser im Wurzelbereich sauber abgetrennt und durch die Sternrollhacken locker auf die Bodenoberfläche gelegt. Das Unterschneidemesser konnte mit Hilfe des Kombi-Parallelogramms sehr präzise in der eingestellten Bearbeitungstiefe von 2-3 cm gehalten werden. Etwas Feinfühligkeit bedurfte bei der im Projekt erprobten Konstruktionsvariante die Einstellung der Bearbeitungstiefe für die Sternrollhacken. Bei zu tiefer Stellung (> 5 cm) kam es zur Grasnarbe hin zu einer Rillenbildung. Einige Schwierigkeiten ergaben sich auch bei etwas stärkerem Unkrautbesatz in Form von Verstopfungen bei den Sternrollhacken. Das lässt sich aber umgehen durch etwas kürzere Bearbeitungsintervalle. Durch die hohe Schlagkraft und das einfache An- und Abbauen des Gerätes in dieser Variante ist das ohne zusätzlichen Mehraufwand beim Gesamtverfahren durchaus möglich und sinnvoll (siehe auch Abschnitt 5.7.). Hinsichtlich Konstruktion und Werkzeuganordnung wird noch Optimierungspotential gesehen, so dass hier die Erprobung bzw. Anpassung noch nicht ganz abgeschlossen ist.

In den "Sandwich"-Varianten lag der Schwerpunkt bei einer unterschiedlich intensiven Bewuchsregulierung seitlich und zwischen den Bäumen. Die Überlegung war hier, dass in diesen Varianten nur die seitlichen Bearbeitungstreifen für die Nährstoff- und Wasserversorgung von Bedeutung sind und demzufolge möglichst kontinuierlich von konkurrierenden Bodenunkräutern frei zu halten sind. In dem dafür weniger bedeutsamen schmalen Mittelstreifen zwischen den Bäumen konnte somit durchaus auch ein etwas stärkerer Bewuchs toleriert werden. Das Ziel war, in diesem wesentlich schwieriger zu bearbeitenden Bereich den Pflegeaufwand im Vergleich zur Ganzflächenbearbeitung zu reduzieren.

Eine Variante dafür war das Aufbrechen (Hacken) des Bewuchses in bestimmten Zeitabschnitten. Dafür kam das noch relativ neue Gerät RADIUS NG mit Scheibenkreisel im Zwischenachsanaufbau zum Einsatz. Der relativ kleine Werkzeugkopf (Ø 30 cm) bewirkte nur einen relativ schmalen Bearbeitungstreifen zwischen den Bäumen. Dieser ergänzte sich aber sehr gut mit der seitlichen Bearbeitung

durch das Versuchsgerät. Das Werkzeug hinterließ eine kleine Rinne im Bearbeitungstreifen. Diese wurde aber bei nachfolgenden Solobearbeitungen mit dem Versuchsgerät von außen weitgehend wieder zugeschüttet. Die Unkrautwirkung war vergleichbar mit der des Standardgerätes. Probleme gab es in dieser Variante durch die deutliche Zunahme von hoch wachsenden Unkräutern, insbesondere der Acker-Kratzdistel, wodurch diese Variante im Rahmen der angestrebten Bearbeitungsstrategie ("siehe Sandwichsystem") wenig geeignet erscheint.

In einer weiteren Versuchsvariante wurde am RADIUS NG ein Scheibenmulcher eingesetzt, mit dem der Bewuchs im Mittelstreifen zwischen den Bäumen nur abgemäht wurde. Diese Variante lief weitgehend problemlos. Durch die spezielle Konstruktionsweise mit einer über den Boden gleitenden ca. 25 cm breiten Metallscheibe unter den Mulchmessern passte sich der Werkzeugkopf auch weitgehend jeder Bodenunebenheit an, so dass es nicht zu einem Aufreißen des Bewuchses kam. Mit Hilfe zusätzlicher manueller Hackmaßnahmen zur selektiven Entfernung von Problemunkräutern (vor allem Acker-Kratzdistel, Gänsefuß, und Löwenzahn) konnte sich bereits im zweiten Versuchsjahr ein zunehmend geschlossener Bewuchstreifen mit wenig problematischen Kräutern und Gräsern entwickeln. Es ist zu erwarten, dass der manuelle Handarbeitsaufwand ab dem 3. Standjahr dann deutlich zurückgehen kann.

Die Variante mit Abflammen in der Baumstreifenmitte ergab an sich eine sehr gute Bekämpfungswirkung. Allerdings funktionierte das nur bei sehr niedrigem Bewuchs und sehr trockener Witterung. Vorteilhaft erschien hier (wie auch in der Mulchvariante), dass der Boden nicht ständig wieder aufgerissen wurde, wodurch die obere Schicht allmählich eine feste Kruste bildete. Das erschwerte offensichtlich die Wiederbesiedlung von außen. Allerdings trieben die etablierten Unkräuter, insbesondere tief wurzelnde Arten (Disteln, Löwenzahn, Gänsefuß), relativ schnell wieder aus. Eine ausreichende Wirkung erforderte daher relativ enge Bearbeitungsintervalle (siehe auch Abschnitt 5.2.).

Die einzelnen Boniturergebnisse zur Unkrautwirkung sind im Anhang dargestellt.

5.3.4. Restverunkrautung am Stammgrund und Arbeitsaufwand für manuelle Hackarbeiten

Diese Problematik war eine der wichtigsten Versuchsfragen im Projektverlauf. Bereits im Verlaufe der ersten beiden Versuchsjahre zeigten sich schon zum Teil recht deutliche Unterschiede.

Wie bei allen bisherigen Baumstreifengeräten mit Tastarmsteuerung entwickelten sich beim Standardgerät LADURNER-Kreiselkrümmer bereits im ersten Jahr mehr oder weniger auffällige Unkrauthorste am Stammgrund. Trotz manueller Unkrauthacke nahmen diese im zweiten Versuchsjahr weiter zu.

Bei den beiden neuen Geräten TOURNESOL und RADIUS NG (in Kombination mit dem Versuchsgerät) konnten nach den beiden Versuchsjahren eine signifikant geringere Restverunkrautung festgestellt werden. Eine wesentliche Ursache dafür liegt offenbar in der Konstruktionsweise:

LADURNER-Kreiselkrümmer

- Offen liegender relativ großer Werkzeugkopf (rotierende Scheibe bzw. rotierende Hackschare) der über Tastarmsteuerung aktiv ein- und ausgeschwenkt wird
- der Tastarm muss mit einem gewissen Puffer zum Werkzeug eingestellt werden, um Wurzel- und Stammverletzungen zu vermeiden, d. h. der Werkzeugkopf schwenkt oft vorzeitig aus und es entsteht eine mehr oder weniger große unbearbeitete Restfläche

TOURNESOL

- Der Werkzeugkopf besteht aus einer großen Kunststoffglocke, unter der sich rotierende Hackmesser befinden; das Gerät arbeitet ohne Tastarmsteuerung
- der Werkzeugkopf wird direkt am Stamm durch den Baumwiderstand um diesen herumgeführt, d. h. er kommt maximal an den Stammgrund heran, ohne dass die Gefahr von Stammbeschädigungen durch überstehende Hackmesser besteht
- die unbearbeitete Restfläche besteht im Idealfall nur aus der Differenz des Glockenrandes zu den darunter befindlichen Hackmessern

RADIUS NG mit Scheibenkreisel

- relativ kleiner Werkzeugkopf mit passiv drehenden Metallscheiben (Drehung erfolgt durch die Bewegung im Boden)
- an diesem befindet sich ein Abstandsring, so dass auch hier das Werkzeug nur so nahe an den Baum herankommen kann, bis dieser Abstandsring den Baum berührt
- der kleine Werkzeugkopf ist sehr beweglich und lässt sich durch sorgfältige Justierung des tastarmgesteuerten Ausschwenkmechanismus sehr nahe an den Baum heranführen
- Vorteile im Vergleich zum LADURNER-Kreiselkrümmer werden besonders auch in relativ dicht gepflanzten Beständen gesehen, da hier der kleine Werkzeugkopf für die engeren Baumzwischenräumen wesentlich besser geeignet ist

RADIUS NG mit Scheibenmulcher

- Der Mulchkopf besitzt eine überstehende Schutzhaube, die auch hier eine maximale Annäherung des Werkzeuges an den Baum ermöglicht
- der Abstand zwischen den Messerspitzen und der überstehenden Schutzhaube ist relativ gering, so dass die unbearbeitete Restfläche im Idealfall sehr klein ist
- ein wichtiger Fakt bei dieser Variante ist die Herausbildung eines möglichst geschlossenen Bewuchsstreifens zwischen den Bäumen, der nur durch das Mulchen kurz gehalten wird
- durch selektive Handhacke unterstützt, können dadurch Problemunkräuter am Stammgrund zunehmend zurückgedrängt werden, was die Verfahrensaufwand nach einigen Jahren deutlich reduzieren könnte

Analog zu den Unterschieden in der Restverunkrautung ergaben sich bei diesen Pflegevarianten bereits während der zweijährigen Projektlaufzeit deutliche Unterschiede hinsichtlich des Handarbeitsaufwandes für die manuelle Unkrautregulierung am Stammgrund. So ist der auf den Hektar hochgerechnete Arbeitsaufwand (einschließlich Pausen) bei der Standardvariante im 2. Versuchsjahr mit 40 Arbeitskraftstunden doppelt bis vierfach so hoch wie in den anderen Varianten anzusetzen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Berechneter Aufwand an Arbeitskraftstunden pro ha für die manuelle Handhacke (Erfahrungswerte aus den Versuchen am Standort Dresden-Pillnitz)

Standard (LADURNER)	TOURNESOL	Versuchsgerät seitlich; Mittelstreifen gesondert behandelt mit:				
		Xylit- Abdeckung	gezielte Begrünung	RADIUS NG Scheibenmulcher	RADIUS NG Scheibenkreisel	Stab- brenner
2003						
30	20	6	20	10	20	-
2004						
40	20	10	15	15	20	-

Die beiden Versuchsvarianten ohne jeglichen Geräteeinsatz im Mittelstreifen ergaben unter Berücksichtigung eines gewissen, in den ersten Standjahren noch notwendigen, Handarbeitsaufwandes zur selektiven Beseitigung von Problemunkräutern eine gute bis sehr gute Regulierung am Stammgrund.

Während in der Parzelle mit Xylit-Abdeckung nach dem 2. Versuchsjahr der Bewuchs in diesem Bereich bei 0% lag, war in der Variante mit gezielter Begrünung und Einsaat einer niedrig wachsenden Kräuterart (Gundelrebe, *Glechoma hederacea*) der Anteil an Problemunkräutern am Stammgrund kontinuierlich zurückgegangen. Die Wuchshöhe und -dichte des Bewuchses lag hier 2004 signifikant niedriger gegenüber der Standardvariante.

In Anbetracht des relativ niedrigen Aufwandes für die manuelle Handhacke sind diese beiden Baumstreifenpflegevarianten durch den zusätzlichen Verzicht auf speziellen Geräteeinsatz in der Baumstreifenmitte besonders interessant (Tabelle 10, siehe auch Abschnitt 5.7.).

Allerdings scheint die Übertragung dieser beiden Baumstreifenpflegesysteme auf andere Standorte sehr vom standorttypischen Unkrautbesatz abhängig zu sein. Erste Erfahrungen aus einer Praxisanlage zeigen hier große Probleme auf Flächen mit dominanter Vorherrschaft von Quecke und Acker-Kratzdistel.

In der Abflammvariante konnte durch den Einsatz des Stabbrenners eine sehr gute Erfassung des Bewuchses am Stammgrund erreicht werden. Eine manuelle Unkrautregulierung war hier nicht mehr notwendig. Allerdings relativiert sich die Ersparnis an Handarbeitsaufwand durch den sehr hohen Zeitbedarf für die Unkrautregulierung mittels Abflammentechnik (siehe auch Abschnitt 5.2.2. und 5.7.)

Die einzelnen Boniturergebnisse zur Restverunkrautung am Stammgrund sind im Anhang dargestellt.



Abb. 8:
Standardvariante im 2. Versuchsjahr. Deutlich sind die Unkrauthorste am Stammgrund erkennbar. Hier ist mindestens eine Unkrauthacke pro Jahr anzuraten.



Abb. 9:
Variante Versuchsgerät seitlich, Xylit-Abdeckung in der Baumstreifenmitte. Ein gewisser Handarbeitsaufwand ist auch hier notwendig (gegen tief wurzelnde Unkräuter). Dieser betrug aber im 2. Versuchsjahr nur ein Viertel gegenüber der Standardvariante



Abb. 10:
Variante Versuchsgerät seitlich, gezielte Begrünung mit zusätzlicher Einsaat einer niedrig wachsenden Kräuterart (Gundelrebe) in der Baumstreifenmitte im Winter nach dem 2. Versuchsjahr. Die Etablierung ist schon weit fortgeschritten. Der dichte "Filz" verhindert relativ gut das Durchdringen von Problemunkräutern, wie Disteln, Löwenzahn u. ä.



Abb. 11:
Variante Versuchsgerät seitlich, Abflammen in der Baumstreifenmitte. Sehr gute Wirkung auch am Stammgrund aber hinsichtlich Verfahrenstechnik zu hoher Aufwand notwendig.



Abb. 12:
Variante Versuchsgerät seitlich, Mulchen in Baumstreifenmitte. Die Etablierung eines tolerierbaren Bewuchses in der Baumstreifenmitte bedarf zumindest in den Anfangsjahren noch eines gewissen Handarbeitsaufwandes zur selektiven Entfernung von Problemunkräutern.



Abb. 13:
Neues Gerät TOURNESOL. Der Umfang der Restverunkrautung am Stammgrund kann bei diesem Gerät deutlich gesenkt werden (allerdings nur bei relativ langsamer Fahrweise). Sichtbar ist die leichte Dammbildung in Baumstreifenmitte.

5.3.5. Relevante Baum- und Wurzelbeschädigungen

In der Standardvariante (LADURNER-Kreiselkrümmer) kam es nur im ersten Versuchsjahr nur zu einem Baumausfall, welcher aber mehr auf einen Fahrfehler zurück zuführen war (beide Versuchen zusammen = insgesamt 63 Bäume = 1,6% Ausfall).

Beim TOURNESOL-Gerät ist vor allem in Junganlagen etwas Vorsicht geboten. Der Werkzeugkopf ist relativ schwer und wird nur durch den Widerstand des Baumes um diesen herumgeführt. Vor allem Jungbäume können durch den Druck des auftreffenden Werkzeugkopfes zur Seite gedrückt werden, wodurch es zu ernsteren Verletzungen am Stamm und im Hauptwurzelbereich kommen kann. Auf diese Weise kam es im ersten Versuchsjahr zu 2 Baumausfällen (beide Versuche zusammen = 3,2%).

Der RADIUS NG mit angebautem Scheibenkreisel verursachte in der Anpassungsphase im ersten Versuchsjahr bei 2 Bäumen etwas größere Stamm- bzw. Wurzelbeschädigungen, wobei es aber zu keinem Baumausfall kam. Die hydraulische Steuerung des Tastarmes war noch nicht ausreichend optimiert. 2004 funktionierte das Ein- und Ausschwenken ohne Probleme.

Bei Hackgeräten muss generell davon ausgegangen werden, dass durch die Arbeitsweise der Werkzeuge eine gewisse Schädigung im oberen Wurzelbereich der Obstbäume nicht zu vermeiden ist. Das trifft besonders auf aktiv angetriebene Hackwerkzeuge zu. Je flacher dabei gearbeitet wird, umso geringer ist dieser schädigende Einfluss. Wichtige Voraussetzung dafür ist eine präzise Einstellmöglichkeit für die Bearbeitungstiefe und deren konstante Beibehaltung während des Arbeitsvorganges. Alle drei getesteten Hackgeräten waren in dieser Hinsicht sehr gut handhabbar.

Mit dem Scheibenmulcher am RADIUS NG gab es keinerlei Beschädigungen. Der Werkzeugkopf besitzt eine überstehende und mit einem gummierten Rand versehene Schutzhaube, so dass auch bei direktem Kontakt am Baum (wenn der Tastarm z. B. zu spät reagiert) die Messer noch eine gewisse Distanz zum Stamm haben. Ein großer Vorteil dieser Variante ist auch die generelle Schonung des Wurzelbereiches, da die Messer kurz über der Bodenoberfläche arbeiten.

Mit dem eigenen Versuchsgerät gab es ebenfalls keine Probleme hinsichtlich Stamm- und Wurzelverletzungen.

In der Variante mit Abflammen des Unkrautbewuchses in der Baumstreifenmitte waren nach den beiden Versuchsjahren keine sichtbaren Schädigungen im Stammbereich zu erkennen. Besonders wichtig war hierbei allerdings die genaue Einstellung des Stabbrenners auf den Stammgrund. Das wurde erst

nach einigem Probieren erreicht. Auch hier wird der Wurzelbereich besonders geschont, da keine Werkzeuge den Boden bearbeiten. Im Sommer kam es allerdings an den unteren Ästen zu sichtbaren Verbrennungen an Blättern und tief hängenden Früchten. Neben dem hohen Bearbeitungsaufwand ist auch dies ein offenkundiges Problem, wodurch diese Variante für die Praxis wenig geeignet erscheint.

Mäuseschäden wurden während der gesamten Projektlaufzeit in keiner Versuchsvariante festgestellt.



**Abb. 14 (links):
Baumschaden durch
Hackmesser (RADIUS NG
mit Scheibenkreisel in der
Anpassungsphase)**



**Abb.15 (rechts):
Stammgrund nach Ab-
flammen in der Baum-
streifenmitte**

5.4. Unkrautentwicklung

5.4.1. Unkrautarten auf der Versuchsfläche

Im Rahmen der Unkrautbonituren konnten in der Versuchsanlage über 20 Unkrautarten festgestellt werden, welche in Tabelle 11 einschließlich ihrer Häufigkeit aufgeführt sind (einige Gräser wurden nicht näher bestimmt). Zu erwähnen ist, dass während der Projektlaufzeit die Gemeine Quecke (*Agropyron repens*), als eines der problematischsten Unkräuter im Obstbau, in der Versuchsanlage nicht auftrat. Daraus ergeben sich gewisse Einschränkungen bei der Interpretation der Versuchsergebnisse hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Praxisanlagen.

Tabelle 11: Auf der Versuchsfläche ermittelte Unkrautarten (Versuch A und B zusammen)

deutscher Name	wissenschaftl. Name	1)	deutscher Name	wissenschaftl. Name	1)
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	1	Hühnerhirse	<i>Echinochloa crus-galli</i>	3
Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i>	1	Vogelknöterich	<i>Polygonum aviculare</i>	3
Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	1	Wilde Malve	<i>Malva sylvestris</i>	3
Vogelmiere	<i>Stellaria media</i>	1	Schw. Nachtschatten	<i>Solanum nigrum</i>	3
Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i>	1	einige weitere Gräser	(nicht näher bestimmt)	3
Hirtentäschel	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2	Ackerhornkraut	<i>Cerastium arvense</i>	4
Weidelgras	<i>Lolium perenne</i>	2	Echter Erdrauch	<i>Fumaria officinalis</i>	4
Gem. Kreuzkraut	<i>Senecio vulgaris</i>	2	Ackerschachtelhalm	<i>Equisetum arvense</i>	4
Rote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	2	Ackerwinde	<i>Convolvulus arvensis</i>	4
Einjährige Rispel	<i>Poa annua</i>	2	Stumpfbblätteriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>	4
Rauhe Gänsedistel	<i>Sonchus asper</i>	3	Ackerhellerkraut	<i>Thlaspi arvense</i>	4

1) Präsenz im Gesamtbewuchs: 1 – häufig; 2 – mittel; 3 – wenig; 4 – partiell (einzelne Pflanzen)

5.4.2. Entwicklung der Unkrautflora nach zwei Versuchsjahren

Der Versuchszeitraum zeichnete sich durch zwei völlig gegensätzliche Vegetationsperioden aus. Während das Jahr 2003 ungewöhnlich trocken und dazu in den Monaten Mai bis August überdurchschnittlich warm war, zeichnete sich das Jahr 2004 durch hohe Niederschlagsmengen und recht kühles Wetter in den Sommermonaten aus (Abb. 16 und 17). So ergaben sich auch sehr unterschiedliche Entwicklungsbedingungen für die Unkrautpflanzen.

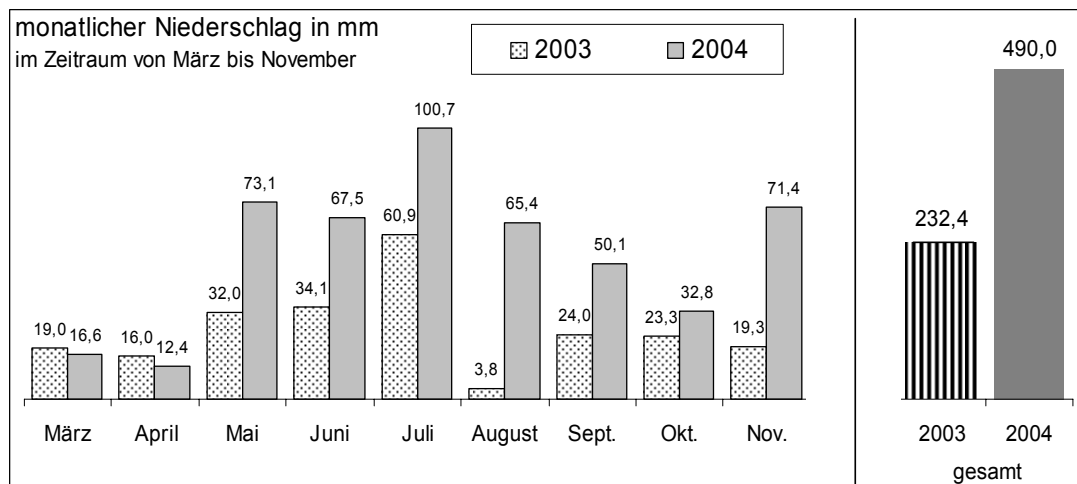


Abb. 16: Niederschlagsmenge am Versuchsstandort Dresden-Pillnitz 2003/2004

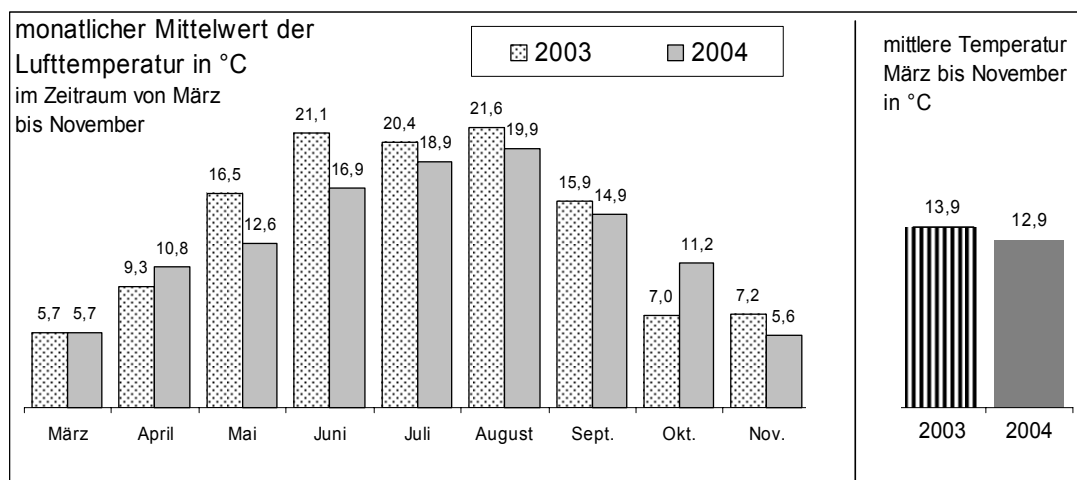


Abb. 17: Temperaturverlauf am Versuchstandort Dresden-Pillnitz 2003/2004

2003 kam es ab Mai nur sehr zögerlich zu einer entsprechenden Entwicklung der Bodenvegetation. Tiefwurzelnende Unkräuter, wie Acker-Kratzdistel, Löwenzahn und auch Weißer Gänsefuß konnten sich allerdings bereits recht gut etablieren. Schwieriger war es in diesem Jahr, flach wachsende Kräuter zu fördern. So kam es auch praktisch zu keiner Ausbreitung der gezielt eingesäten Gundelrebe.

Das Vorkommen und die Anteile der verschiedenen Unkrautarten im Baumstreifenbewuchs waren im ersten Versuchsjahr noch recht ausgeglichen. Löwenzahn, Acker-Kratzdistel, Weißer Gänsefuß und Weißklee kamen mehr oder weniger stark in allen Versuchsvarianten vor, wobei die ersten beiden

Arten etwas stärker im Versuch B in Erscheinung traten. Die Vogelmiere war besonders im Versuch A verbreitet.

Im Verlauf des zweiten Versuchsjahres kam es in einigen Bearbeitungsvarianten zu teilweise deutlichen Verschiebungen in der Bodenflora. Besonders auffallend war hierbei die Entwicklung der so genannten Problemunkräuter, wie Acker-Kratzdistel, Löwenzahn und Weißer Gänsefuß. In den Varianten mit gezielter Begrünung zwischen den Bäumen verringerte sich ihre Präsenz in beiden Teilversuchen zum Teil recht deutlich gegenüber den Varianten mit weitgehender Offenhaltung des gesamten Baumstreifens (Abb. 18 und 19). In den Parzellen mit Xylit-Abdeckung waren die vorkommenden Unkrautarten und deren prozentuale Anteile zwar vergleichbar mit den ganzflächig offen gehaltenen Varianten, allerdings war hier die Gesamtverunkrautung, zumindest in dem abgedeckten Streifen zwischen den Bäumen deutlich niedriger (bis zu ca. 93%). Beide Lösungsansätze zeigten also in dieser Hinsicht unter den Standortbedingungen im Versuchsfeld Dresden-Pillnitz gewisse Vorteile gegenüber der mehr oder weniger ständigen Offenhaltung des gesamten Baumstreifens.

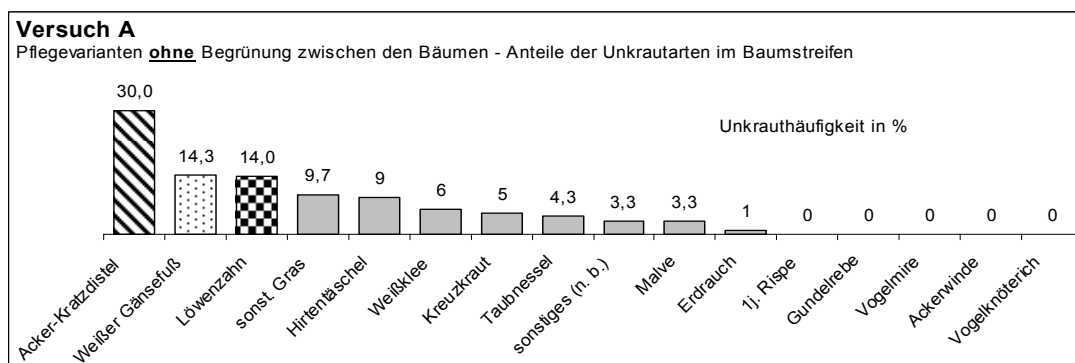
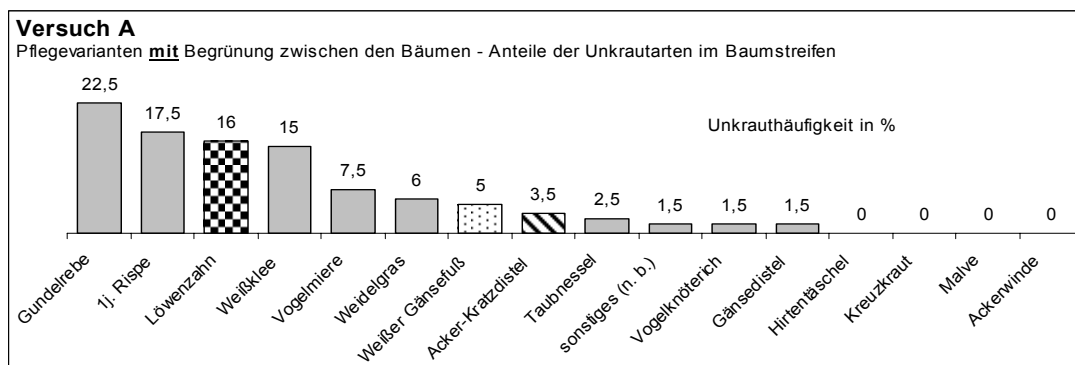
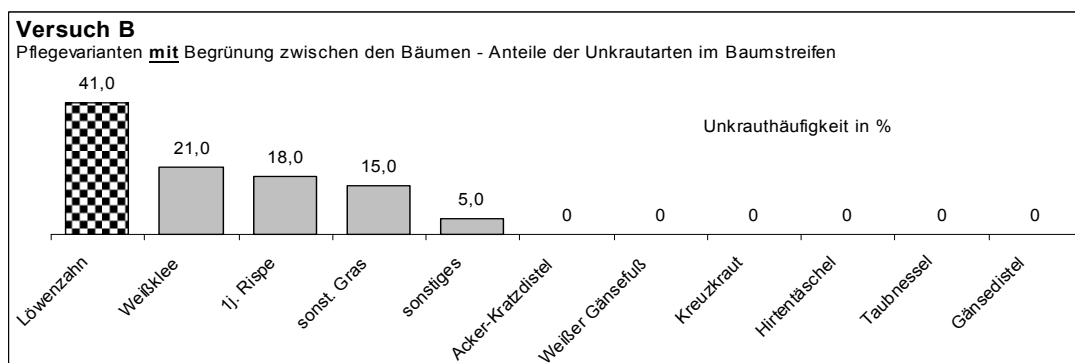


Abb. 18 und 19: Entwicklung des Unkrautbesatzes im Versuch A (August 2004)



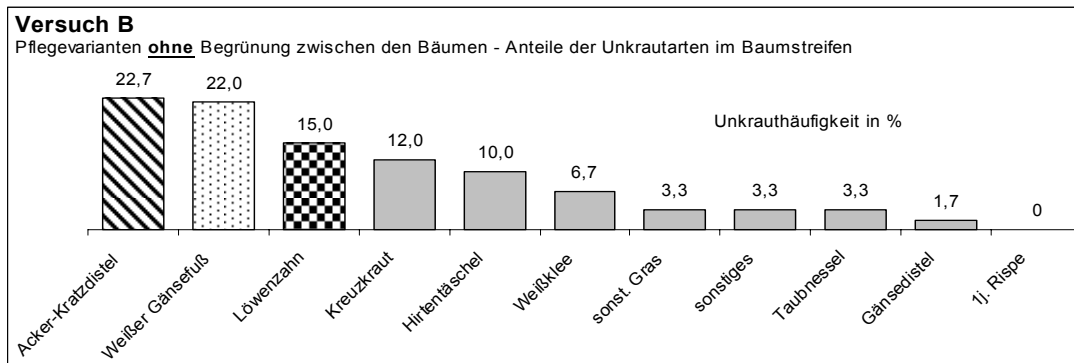


Abb. 20 und 21: Entwicklung des Unkrautbesatzes im Versuch B (August 2004)

m

5.5. Parameter zur Ertrags- und Baumentwicklung

5.5.1. Blütenansatz

Sowohl im Versuch A als auch im Versuch B gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsvarianten. Die einzelnen Ergebnisse sind im Anhang dargestellt.

5.5.2. Ertragsentwicklung

Die Ertragsleistung wurde 2003 nur im Versuch A und 2004 in beiden Versuchen erhoben. In den zwei Versuchsjahren konnten dabei keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Tendenziell war 2004 in beiden Versuchen ein geringfügig höherer Anteil beim Fallobst in der Standardvariante (LADURNER-Kreiselkrümmer) und der Variante mit dem neuen Gerät TOURNESOL zu beobachten. Dies ist durchaus ein Hinweis auf die Problematik des Einsatzes dieser "Ganzflächen"-Bearbeitungsgeräte ab Ende Juli/Anfang August (Zeit der Fruchtreife bis Ernte), da hier durch den unmittelbaren Kontakt der Werkzeugköpfe bzw. Tastarme am Baum die Gefahr eines unerwünschten Fruchtfalles zunimmt. Die einzelnen Ergebnisse zur Ertragsentwicklung sind im Anhang dargestellt.

5.5.3. Fruchtqualität

Bei der Fruchtqualität können nur gewisse Tendenzen festgestellt werden. Bei der Größenkalibrierung im Versuch B (Exaktversuch mit 4 Wiederholungen, Sorte 'Pinova') war keine Bearbeitungsvariante schlechter wie die Standardvariante. Die Varianten mit Mulchabdeckung und separater Hacke in der Baumstreifenmitte (RADIUS NG mit Scheibenkreisel) hatten sogar tendenziell mehr Handelsware über 65 mm Frucht Durchmesser. Im Versuch A (Reihenparzellen ohne Wiederholungen) gab es in dieser Hinsicht bei den Sorten 'Topaz' und 'Reanda' keine Unterschiede. Die Sorte 'Renora' hatte 2004 in den Varianten "Mittelstreifen abgeflammt" und "Mittelstreifen gemulcht" tendenziell einen etwas höheren Anteil an Tafelware über 65 mm Frucht Durchmesser.

Bei der Fruchtausfärbung zeigten in beiden Versuchen alle alternativen Baumstreifenbearbeitungsvarianten keine relevanten Unterschiede gegenüber der Standardvariante.

Die einzelnen Ergebnisse zur Fruchtqualität sind im Anhang dargestellt.

5.5.4. Baumentwicklung

Unter dem Gesichtspunkt der Baumentwicklung wurden das Wachstum des Kronenvolumens und die Zunahme des Stammdurchmessers ermittelt.

Bei beiden Wuchsmerkmalen ergaben sich gegenüber der Standardvariante in Versuch A und B keine signifikanten Unterschiede. Im Exaktversuch B zeigte sich aber tendenziell ein etwas stärkerer Zuwachs sowohl beim Kronenvolumen als auch beim Stammdurchmesser in den Varianten "Mittelstreifen mit Xylit-Abdeckung" und "Mittelstreifen gemulcht". Zumindest für die Entwicklung des Stammdurchmessers deckt sich das auch mit Versuchsergebnissen aus dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Frick [13]. Die einzelnen Ergebnisse zur Baumentwicklung sind im Anhang dargestellt.

5.6. Bodenuntersuchungen

Die Bodenuntersuchungen erfolgten in allen Versuchsvarianten getrennt nach Außenbereich (seitlich neben den Bäumen) und Innenbereich (Mittelstreifen zwischen den Bäumen).

Auf Grund der Parzellenanordnung im Versuch A (1 Baumreihe pro Variante ohne Wiederholung) sind die Ergebnisse der Bodenproben nur eingeschränkt vergleichbar. Zu Versuchsbeginn 2003 wurden vor der ersten Pflegemaßnahme im April sowie zum Triebabschluss im Juli der $N_{\min}$ -Gehalt und der pH-Wert ermittelt. Bei der Herbstuntersuchung nach Abschluss aller Pflegemaßnahmen erfolgte dann noch zusätzlich die Untersuchung auf Phosphor-, Kalium- und Humusgehalt.

In den für die Nährstoffversorgung als wichtig angesehenen Baumstreifenbereichen (siehe Seite 9, Abb.2) waren 2003 keine relevanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten festzustellen. Innerhalb der Variante zeigten tendenziell die Parzellen mit einem Begrünungsstreifen zwischen den Bäumen einen etwas geringeren $N_{\min}$ -Gehalt in diesem Bereich (verglichen mit den Seitenbereichen), was aber keine Auswirkungen auf die Baumentwicklung hatte.

Im Exaktversuch B erfolgte 2003 nur eine Bodenuntersuchung im April auf den $N_{\min}$ -Gehalt. Hier ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Varianten.

Im zweiten Versuchsjahr erfolgten in beiden Versuchen Bodenuntersuchungen vor der ersten Pflegemaßnahme im April, zum Triebabschluss im Juli und im November zum Abschluss der Vegetationsperiode.

Im Jahresverlauf ergaben sich sowohl im Versuch A als auch im Versuch B keine auffallenden Unterschiede zwischen den Varianten. Die Ergebnisse waren in beiden Versuchen recht ähnlich, so dass man davon ausgehen kann, dass die unterschiedlichen Bearbeitungsstrategien keinen bzw. nur einen unbedeutenden Einfluss auf die untersuchten Merkmale in den für die Baumentwicklung relevanten Bodenbereichen haben.

Innerhalb der einzelnen Varianten zeigte sich im Verlauf des zweiten Versuchsjahres in den Parzellen mit Begrünungsstreifen zwischen den Bäumen ("Mitte gemulcht" bzw. "Mitte begrünt mit zusätzlicher Einsaat") ein zunehmender Unterschied beim $N_{\min}$ -Gehalt. Im begrünten Mittelstreifen war er insgesamt niedriger als in den Seitenbereichen. Dies hatte jedoch keine nachweisbaren Auswirkungen auf die Baumentwicklung sowie den Ertrag und die Fruchtqualität.

In der Xylit-Variante war im abgedeckten Mittelstreifen in beiden Versuchen der pH-Wert tendenziell höher im Vergleich zu den Seitenbereichen. Auch dies hatte aber bisher keinen nachweisbaren Effekt auf die Obstgehölze.

Die einzelnen Ergebnisse zu den Bodenuntersuchungen sind im Anhang dargestellt.

5.7. Vergleich der Gesamtkosten für die Pflegeverfahren

Gegenüber der Standardvariante konnte in allen Versuchsvarianten außer der Variante mit Abflammen in der Baumstreifenmitte eine Verringerung des Verfahrensaufwandes und damit auch der Verfahrenskosten erzielt werden. In den Varianten mit dem Versuchsgerät und dem getrennten Pflegemanagement seitlich bzw. zwischen den Bäumen war dies sogar trotz einer höheren Anzahl an Bearbeitungsgängen möglich (Tabelle 12 und 13). Ein Hauptfaktor war hierbei die deutlich höhere Arbeitsgeschwindigkeit bei der seitlichen Bearbeitung, (ohne Kombination mit einer Mittelstreifenbehandlung).

Der größte Effekt wurde im zweiten Versuchsjahr in der Variante "Versuchsgerät + gezielte Begrünung mit Einsaat im Mittelstreifen" erreicht. Hier ergab sich unter den Standortbedingungen im Versuchsfeld Dresden-Pillnitz eine Einsparung von bis zu 45%. Bei der schon im Herbst 2002 eingesäten Gundelrebe kam es allerdings erst 2004 zu einer deutlichen Ausbreitung. Der notwendige Handarbeitsaufwand zur selektiven Entfernung von Problemunkräutern (hauptsächlich Acker-Kratzdistel, Weißer Gänsefuß und Löwenzahn) konnte gegenüber 2003 von 20 auf ca. 15 Arbeitskraftstunden pro ha gesenkt werden. Sofern die langfristige Etablierung der Gundelrebe gelingt, kann durchaus mit einer weiteren Senkung des Arbeitsaufwandes für die selektive Handhacke gerechnet werden. Der Unterdrückungseffekt durch den zunehmend dichteren Bewuchs mit Gundelrebe war besonders ab Sommer 2004 gut sichtbar.

In den Varianten mit Xylit-Abdeckung bzw. einfacher natürlicher Begrünung mit Mulchregulierung im Mittelstreifen konnten in beiden Versuchsjahren eine Senkung der Verfahrenskosten um über ein Drittel erreicht werden (38% bzw. 37%).

Bei der Xylit-Abdeckung wird davon ausgegangen, dass die Lebensdauer (und damit auch die Wirkungsdauer) länger ist als bei einer vergleichbaren Abdeckung mit Rindenmulch. Zur Bestätigung dieser Vermutung reichte allerdings die Laufzeit des Projektes nicht aus. Langjährige Erfahrungen aus anderen Versuchsanstellungen liegen ebenfalls noch nicht vor. In den folgenden Jahren soll das neue Abdeckmaterial in dieser Hinsicht sowohl in der vorhandenen Versuchsanlage in Dresden-Pillnitz als auch in einem Praxisbetrieb weiter getestet und bewertet werden. Die unkrautunterdrückende Wirkung ist hierbei auch stark von der am Standort etablierten Bodenflora sowie dem Ausgangszustand hinsichtlich des Bewuchses im Baumstreifen abhängig. Je sorgfältiger der Boden vorher von der Bodenvegetation freigemacht wurde, umso wirkungsvoller ist die Abdeckung hinterher.

Bei der Variante mit natürlicher Begrünung und Mulchregulierung im Mittelstreifen muss, wie auch in der Variante mit gezielter Einsaat, über mehrere Jahre mit einem gewissen Aufwand an manueller Handarbeit zur selektiven Regulierung von Problemunkräutern gerechnet werden. Dieser kann, nach den im Projekt gemachten Erfahrungen, allerdings deutlich niedriger gehalten werden gegenüber dem normalerweise notwendigen Aufwand bei herkömmlichen Ganzflächenbehandlungen (siehe Tabelle 12 und 13). Nach der Ausbildung eines weitgehend geschlossenen Bewuchsstreifens aus tolerierbaren bzw. durch Mulchen leicht zu regulierenden Arten (z. B. Weißklee, verschiedene Gräser, Vogelmiere, Ackerhornkraut u. ä.) wird mit einer weiteren Senkung des Handarbeitsaufwandes gerechnet.

Alle drei aufgeführten Baumstreifenpflegevarianten können unter geeigneten Bedingungen (noch wenig Unkrautbesatz, geringes Vorkommen von Problemunkräutern, hier insbesondere Quecke, Acker-Kratzdistel, Löwenzahn u. ä.) als kostensparende Alternativen zur bisherigen Ganzflächenbehandlung zur Erprobung in Praxisbetrieben empfohlen werden. Über die jeweils geeignete Variante muss allerdings unter Berücksichtigung der konkret vorherrschenden Standortbedingungen (etablierte Bodenflora, Pflanzsystem usw.) vor Ort entschieden werden.

Bei sehr starkem Unkrautbesatz bzw. dem Vorherrschen von sehr problematischen Unkräutern ist nach wie vor die Ganzflächenbehandlung zu empfehlen. Beim Einsatz des neuen Gerätes TOURNESOL konnte hierbei durch Verringerung des Handarbeitsaufwandes eine Reduzierung beim Verfahrensaufwand um ca. 20% gegenüber der Standardvariante mit dem LADURNER-Kreiselkrümmer erzielt werden. Dies bezieht sich allerdings nur auf Erfahrungen in einer Neuanlage mit relativ geringer Anfangsverunkrautung. Bei starker Verunkrautung ist der LADURNER-Kreiselkrümmer nach den bisherigen Erfahrungen momentan immer noch das wirkungsvollste mechanische Baumstreifenbearbeitungsgerät.

Die Abflammentechnik erwies sich gerade in dem schwierigen Bereich am Stammgrund als sehr wirkungsvoll. Allerdings ist dieses Verfahren extrem witterungsabhängig und der Verfahrensaufwand muss im Vergleich zu allen anderen Versuchsvarianten insgesamt deutlich höher angesetzt werden.

Tabelle 12: Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten, 1. Versuchsjahr 2003 (berechnet für eine 15 ha große Apfelanlage)

Ausgangsdaten	Abk.	Maß- einheit	Ladurner, einseitig (Referenz)	Pellenc, einseitig	Versuchsgerät, einseitig							Bemerkungen
					ohne Abflammsystem						mit Abflamm- system; Mitte abgeflammt	
					Mitte abgedeckt	Mitte mit gesteuertem Bewuchs	mit RADIUS NG					
							Scheibenmulcher		Scheibenkreisel			
						Versuchs- gerät	RADIUS NG	Versuchs- gerät	RADIUS NG			
Neuwert	A	€	11000	6150	2000	2000	2000	3000	2000	3000	2990	Listenpreise
Reparaturkostenfaktor	RF		0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	lt. Fachlit. u. Hersteller
Nutzungsdauer	N	Jahre	10	10	10	10	10	10	10	10	10	nach KTBL
Arbeitsgeschw.		km/h	2,5	2,5	9	9	9	2,5	9	2,5	9 / 1,5	eigene Erfahrungen
Anzahl der Durchfahrten/Jahr			6	6	8	8	8 (4 mit RADIUS NG- Scheibenmulcher)		8 (4 mit RADIUS NG- Scheibenkreisel)		9 (6 mit Brenner)	eigene Erfahrungen
Maschinenzeit- bedarf/ha und Jahr*	n(ha)	h	16,8	16,8	8,0	8,0	4,0	10,0	4,0	10,0	29,8	Reihenabst. 3,2 m; Fahrstr. 6250 m/ha
Einsatzstunden/Jahr	n(J)	h	252	252	119	119	60	150	60	150	447	= 15 ha [n(ha) x 15]
Kostenberechnung für Maschineneinsatz (Abschreibung, Zinsen, Reperaturkosten, zzgl. Traktorkosten, Lohnkosten für Fahrer)												
Kostensumme/Std.	K(h)	€/h	35,83	31,98	30,28	30,28	33,47	30,90	33,47	30,90	28,37	
Kostensumme/ha	K(ha)	€/ha	601,95	537,28	240,93	240,93	133,13	309,00	133,13	309,00	845,00	K(h) x n(ha)
Zusatzaufwendungen für die einzelnen Baumstreifenpflegevarianten												
Handhacke/ha		Akh	30	20	6	20	10		20		-	eigene Erfahrungen
Abdeckmaterial	AM	m³/ha	-	-	185	-	-		-		-	ca. 0,4 m x 0,15 m
Einsaat	ES	kg/ha	-	-	-	1,9	-		-		-	für ca. 1200 m²
Ausbring. AM, ES/ha	A(AM)	Akh	-	-	60	5	-		-		-	auf 3125 m/ha
Gasverbrauch		kg/ha	-	-	-	-	-		-		15	pro Durchfahrt
Kostenberechnung für Zusatzaufwendungen (Material- und Lohnkosten)												
Lohnkost. Handhacke		€/ha	200	133	40	133	67		133		-	6,65 €/h/AK
Kosten Abdeckung gesamt/10 Jahre		€/ha	-	-	225	-	-		-		-	6,65 €/h/AK; 10,00 €/m³ für AM
Einsaatkosten/10 Jahre		€/ha	-	-	-	117	-		-		-	600,00 €/kg Saatgut
Gaskosten/ha		€/ha	-	-	-	-	-		-		83	1 kg =0,92 Euro
Gesamtkosten/ha		€/ha	801	670	506	495	509		575		928	
Vergl. zu Referenzgerät		%	100	84	63	62	63		72		116	

* Hauptzeit (eigentlicher Arbeitsvorgang) einschließlich Nebenzeiten (An-/Abfahrt, An-/Abbau, Wendezeiten, Reinigung/Wartung)

** Bei dem Abdeckmaterial Xylit wird mit einer relativ langen Lebensdauer gerechnet

Tabelle 13: Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten, 2. Versuchsjahr 2004 (berechnet für eine 15 ha große Apfelanlage)

Ausgangsdaten	Abk.	Maß- einheit	Ladurner, einseitig (Referenz)	Pellenc, einseitig	Versuchsgerät, einseitig							Bemerkungen
					ohne Abflammsystem						mit Abflamm- system; Mitte abgeflammt	
					Mitte abgedeckt	Mitte mit gesteuertem Bewuchs	mit RADIUS NG					
							Scheibenmulcher		Scheibenkreisel			
						Versuchs- gerät	RADIUS NG	Versuchs- gerät	RADIUS NG			
Neuwert	A	€	11000	6150	2000	2000	2000	3000	2000	3000	2990	Listenpreise
Reparaturkostenfaktor	RF		0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	lt. Fachlit. u. Hersteller
Nutzungsdauer	N	Jahre	10	10	10	10	10	10	10	10	10	nach KTBL
Arbeitsgeschw.		km/h	2,5	2,5	9	9	9	2,5	9	2,5	9 / 1,5	eigene Erfahrungen
Anzahl der Durchfahrten/Jahr			7	7	10	10	10 (4 mit RADIUS NG- Scheibenmulcher)		10 (5 mit RADIUS NG- Scheibenkreisel)		12 (8 mit Brenner)	eigene Erfahrungen
Maschinenzeit- bedarf/ha und Jahr*	n(ha)	h	19,6	19,6	9,9	9,9	6,0	10,0	5,0	12,5	39,7	Reihenabst. 3,2 m; Fahrstr. 6250 m/ha
Einsatzstunden/Jahr	n(J)	h	294	294	149	149	90	150	75	188	596	= 15 ha [n(ha) x 15]
Kostenberechnung für Maschineneinsatz (Abschreibung, Zinsen, Reperaturkosten, Schlepperkosten, Lohnkosten für Fahrer)												
Kostensumme/Std.	K(h)	€/h	34,58	31,28	29,65	29,65	31,35	30,90	32,19	30,14	28,05	
Kostensumme/ha	K(ha)	€/ha	677,83	613,16	294,83	294,83	187,03	309,00	160,08	376,75	1114,04	K(h) x n(ha)
Zusatzaufwendungen für die einzelnen Baumstreifenpflegevarianten												
Handhacke/ha		Akh	40	20	10	15	15		20		-	eigene Erfahrungen
Abdeckmaterial	AM	m³/ha	-	-	185	-	-		-		-	ca. 0,4 m x 0,15 m
Einsaat	ES	kg/ha	-	-	-	1,9	-		-		-	für ca. 1250 m²
Ausbring. AM, ES/ha	A(AM)	Akh	-	-	60	5	-		-		-	auf 3125 m/ha
Gasverbrauch		kg/ha	-	-	-	-	-		-		15	pro Durchfahrt
Kostenberechnung für Zusatzaufwendungen (Material- und Lohnkosten)												
Lohnkost. Handhacke		€/ha	266	133	67	100	100		133		-	6,65 €/h/AK
Kosten Abdeckung gesamt/10 Jahre		€/ha	-	-	225	-	-		-		-	6,65 €/h/AK; 10,00 €/m³ für AM
Einsaatkosten/10 J.		€/ha	-	-	-	117	-		-		-	600,00 €/kg Saatgut
Gaskosten/ha		€/ha	-	-	-	-	-		-		110	1 kg =0,92 Euro
Gesamtkosten/ha		€/ha	944	746	586	515	596		670		1224	
Vergl. zu Referenzgerät		%	100	79	62	55	63		71		130	

* Hauptzeit (eigentlicher Arbeitsvorgang) einschließlich Nebenzeiten (An-/Abfahrt, An-/Abbau, Wendezeiten, Reinigung/Wartung)

** Bei dem Abdeckmaterial Xylit wird mit einer relativ langen Lebensdauer gerechnet

6. Zusammenfassung

Die Strategie der Offenhaltung des Baumstreifens nur bis Ende Juli (zum Triebabschluss der Bäume) und die anschließende Tolerierung einer natürlichen Begrünung bis in den Winter kann nicht so ohne weiteres empfohlen werden. Zumindest in Regionen, welche ähnliche Boden- und Witterungsbedingungen sowie eine ähnliche Unkrautflora wie am Versuchsstandort Dresden-Pillnitz aufweisen, ist auch im Sommer und Herbst mit einem starken Unkrautwuchs im Baumstreifen zu rechnen. Dieser kann dann schnell außer Kontrolle geraten und erschwert nicht nur die Baumstreifenbearbeitung im Folgejahr. Er verschlechtert auch deutlich die Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit für die Bäume und erhöht erheblich das Risiko für Mäusebefall. Die momentan auch im ökologischen Apfelanbau vorherrschenden schwach wachsenden Unterlagen sind in dieser Hinsicht besonders empfindlich.

In Anlagen mit relativ hohem Besatz an ausdauernden Problemunkräutern (besonders Quecke und Disteln), ist weiterhin die Ganzflächenbehandlung mit einem wirksamen Hackgerät zu empfehlen. Der LADURNER-Kreiselkrümmler ist hierbei nach wie vor das robusteste Gerät, was am wenigsten von der Witterung, den Bodenverhältnissen und der Stärke des Unkrautbesatzes abhängig ist.

Das neue Gerät TOURNESOL (Fa. Pellenc, Frankreich) hat ein sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis und ist auch von weniger geübten Personen problemlos zu bedienen. Zudem gibt es noch eine Geräteausführung für den zweiseitigen Einsatz. Die Arbeit am Stammgrund erscheint besser wie beim LADURNER-Kreiselkrümmler. In Anlagen mit noch geringem Bewuchs am Stammgrund könnte damit langfristig die manuelle Handhacke spürbar verringert werden. Allerdings zeigten sich bisher noch gewisse Schwierigkeiten bei feuchter Witterung, schweren Böden und zu starker Verunkrautung ab.

Als alternative Möglichkeit gegenüber der Ganzflächenbehandlung wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Varianten eines getrennten Pflegemanagements seitlich und zwischen den Bäumen erprobt. Diese beruhen auf dem so genannten "Sandwichsystem" (FiBL, Schweiz). Mit hoher Schlagkraft kann hierbei die seitliche Bearbeitung erfolgen, während im Mittelstreifen zwischen den Bäumen versucht wird, den Bearbeitungsaufwand durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren.

Sehr interessant ist hierbei die Variante mit Xylit-Abdeckung im Mittelstreifen. Das neue Abdeckmaterial erwies sich bis jetzt als relativ stabil. Die Verrottung ist offenbar deutlich langsamer als bei Rindenmulch, wodurch mit einer längeren Wirksamkeit des Abdeckmaterials gerechnet werden kann. Bisher sind nur vereinzelt problematische Unkräuter (Disteln, Weißer Gänsefuß, Löwenzahn) durchgewachsen, die aber mit relativ geringem Aufwand entfernt werden können. Andere Bodenpflanzen etablieren sich zwar allmählich auch, dies blieb aber im Versuch bis jetzt in einem absolut tolerierbaren Bereich.

Unter bestimmten Bedingungen ist auch die Etablierung eines aus niedrig wachsenden Kräutern bestehenden geschlossenen Mittelstreifens möglich. Dies kann durch natürliche Begrünung bzw. auch mit Hilfe einer gezielten Einsaat von speziellen ausdauernden und flach wachsenden Kräutern (z. B. Gundelrebe) erfolgen. Die Höhe des Bewuchsstreifens kann durch 3-4maliges Mulchen pro Jahr angepasst werden.

Die günstigsten Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Etablierung dieser Verfahren bieten allerdings nur gut gepflegte Anlagen mit allgemein wenig Besatz an ausdauernden und stark wüchsigen Problemunkräutern. Die Integration scheint besonders wirkungsvoll, wenn sie möglichst schon kurz nach der Pflanzung in Junganlagen erfolgt, da hier naturgemäß der Unkrautbesatz noch sehr gering ist.

Bei den zwei dargestellten Begrünungsvarianten muss in den ersten 2 bis 3 Jahren noch mit einem gewissen Handarbeitsaufwand gerechnet werden um Problemunkräuter durch selektive Handhacken zu beseitigen. Nach der Ausbildung eines weitgehend geschlossenen Teppichs an Gräsern und/oder niedrig wachsender Kräuter zwischen den Bäumen kann diese Handarbeit dann zunehmend entfallen. In den späteren Standjahren ist damit eine Reduzierung des Gesamtverfahrensaufwandes um bis zu 50 % gegenüber der bisher üblichen Verfahrensweise (siehe Standardvariante) durchaus denkbar.

Die an sich gute Bekämpfungswirkung der Abflammentechnik (besonders auch am Stammgrund) ist durch den sehr hohen technologischen Aufwand momentan für die Praxis nicht relevant. Mit den derzeit zur Verfügung stehenden Geräten ist eine ausreichende Bekämpfungswirkung nur bei sehr kleinen Pflanzen und bei sehr geringer Fahrgeschwindigkeit (1 bis max. 2 km/h) zu erwarten. In feuchten Jahren, wie z. B. 2004, muss daher auf Grund der günstigen Wuchsbedingungen sehr oft behandelt werden. Durch zu feuchte Bodenvegetation wird der Wirkungsgrad der Abflammentechnik dabei noch zusätzlich verringert.

7. Ergebnistransfer

Veröffentlichungen im INFODIENST der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und in der Fachzeitschrift ÖKO-OBSTBAU (Mitteilungen des Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e. V.).

Vortrag der Ergebnisse im Rahmen des Arbeitskreises Ökologischer Obstbau an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, verbunden mit Feldbegehungen am Versuchsstandort Dresden-Pillnitz.

Begleitung der Erprobung von im Projekt untersuchten Baumstreifenpflegevarianten unter Praxisbedingungen in einem Bio-Obstbaubetriebe (Helene-Meyer-Stiftung, Theisewitz).

8. Literatur

- [1] Koch, W., Kunisch, M.: Möglichkeiten des Einsatzes von Mikrowellen im Pflanzenschutz. Forschungsprojekt Nr. FOHA 144510830001 (ZADI), Universität Hohenheim 1977-1991
- [2] Anwendung von Laserlicht zur Vernichtung unerwünschter Wildkräuter in Baumobstanlagen ohne Schaden für Baum und Wurzel. Schlußbericht des Fraunhofer Institutes für Werkstoff- und Strahlentechnik zum FuE-Vorhaben im Auftrage des SMUL, 1999
- [3] Prospekt zum „Weedkleaner“ der Firma Görgens, Alte Forststrasse 33-35, 51107 Köln
- [4] Kurfess, W.; Gutberlett, B.; Kleisinger, S.: Heißwasser auf Unkrautpflanzen. Landtechnik, Band 54, Heft 3, 1999, S. 148 – 149
- [5] Kleisinger, Prof. Dr. S.: Information zum Einsatz von Heißschaum zur Unkraut- und Wildwuchsregulierung (unveröffentl. Informationsmaterial für Lehrzwecke). Universität Hohenheim, 2002
- [6] Matthäus, D., Freund, M.: Neue Verfahren zur Unkrautbekämpfung. Monatsschrift 5/01, S. 358 – 360
- [7] Rank, H., Görne, W.: Herbizidfreie Unkrautbekämpfung im Apfelanbau. Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 12/2001, S. 99-107
- [8] Schmid, A., Weibel, F.: Das Sandwichsystem – ein Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenbewirtschaftung. Obstbau 4/2000, S. 214 – 217
- [9] Noack, M. (Vattenfall Europe Mining AG), mündliche Information
- [10] Wartenberg, S.: Faserxylit aus Braunkohle - ein neuer Substratrohstoff. Gärtnerbörse 5 / 2004, S. 16 – 17
- [11] Volkemer, Ch.: Xylithaltige Bodenverbesserer. Vortrag zum 87. Kolloquium der „Technologieinitiative Lausitz“ am 02.03.2005 in Hoyerswerda
- [12] Müller, S., Gollnest, D.: Beikrautregulierung im Ökologischen Kernobstanbau durch biotopaufwertende Einsaaten (*Tagetes patula* L., *Calendula officinalis* L.). BHGL, Tagungsband 24/2005, S.96
- [13] Schmid, A., Weibel, F., Allemann, P., Santini, D.: Sandwich-System – die Sache wird konkret. Vortrag zur FiBL-Obstbautagung Januar 2004

9. Anhang

Inhaltsverzeichnis

1.	Standortbedingungen	36
2.	Boniturergebnisse zur Unkrautentwicklung 2003	39
3.	Boniturergebnisse zur Unkrautentwicklung 2004	44
4.	Entwicklung der Anteile der einzelnen Unkrautarten nach 2 Jahren	51
5.	Blütenbonitur 2003/2004	53
6.	Ertrag, Kronenvolumen und Zuwachs Stammdurchmesser 2003	54
7.	Ertrag, Kronenvolumen und Zuwachs Stammdurchmesser 2004	55
8.	Fruchtgrößenkalibrierung 2004	57
9.	Anteil Ware über 65 mm Fruchtdurchmesser	58
10.	mittlere Fruchtmasse 2004	59
11.	Fruchtausfärbung 2004	60
12.	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen 2003	61
13.	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen 2004	62

1. Standortbedingungen

Versuchsfeld des Fachbereich Gartenbau der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

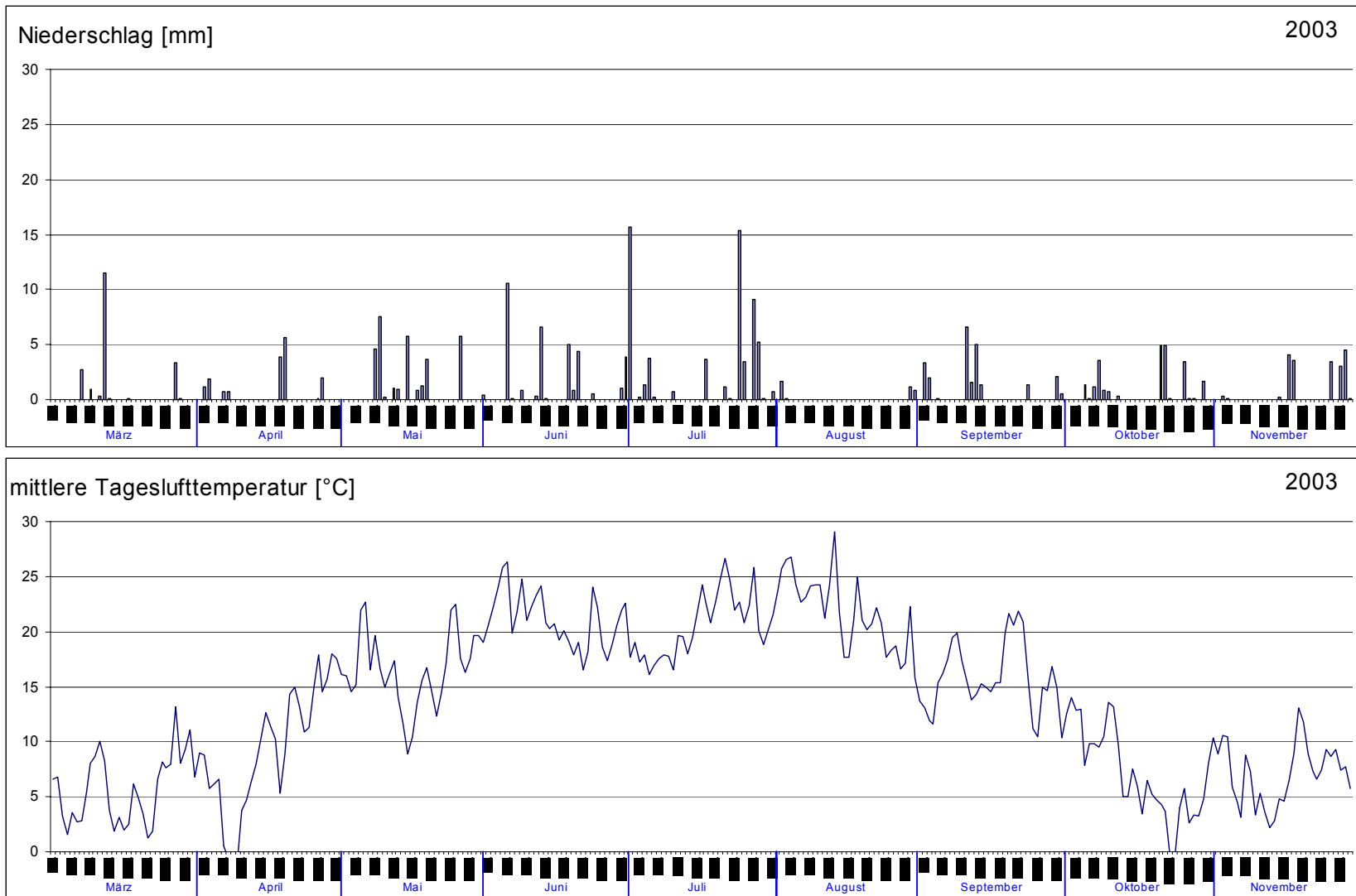
Höhenlage: 120 m über NN

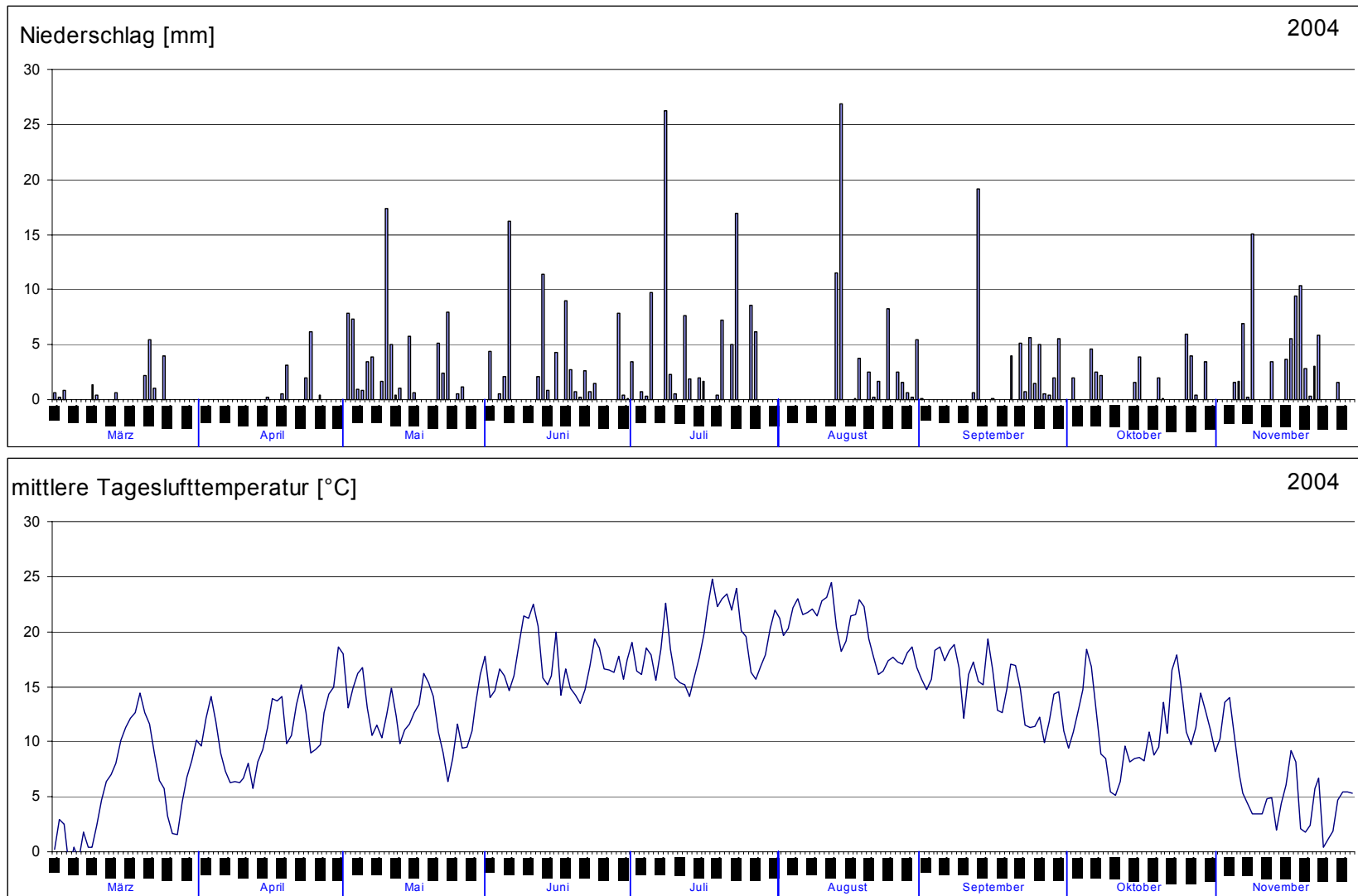
Boden: Parabraunerde, sandiger Lehm, Bodenwertzahl 65

Klima: mittlere Jahrestemperatur 9,1 °C

Jahresniederschlag 668 mm

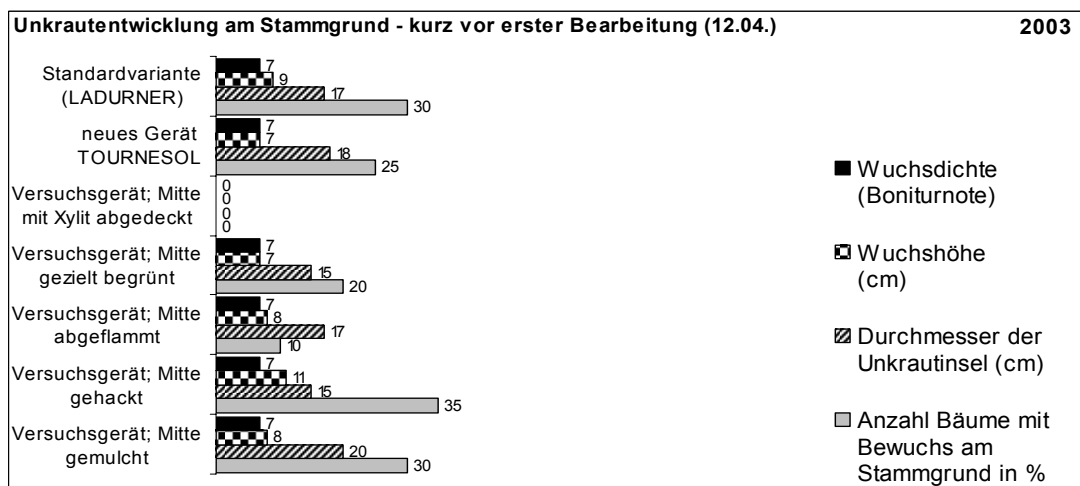
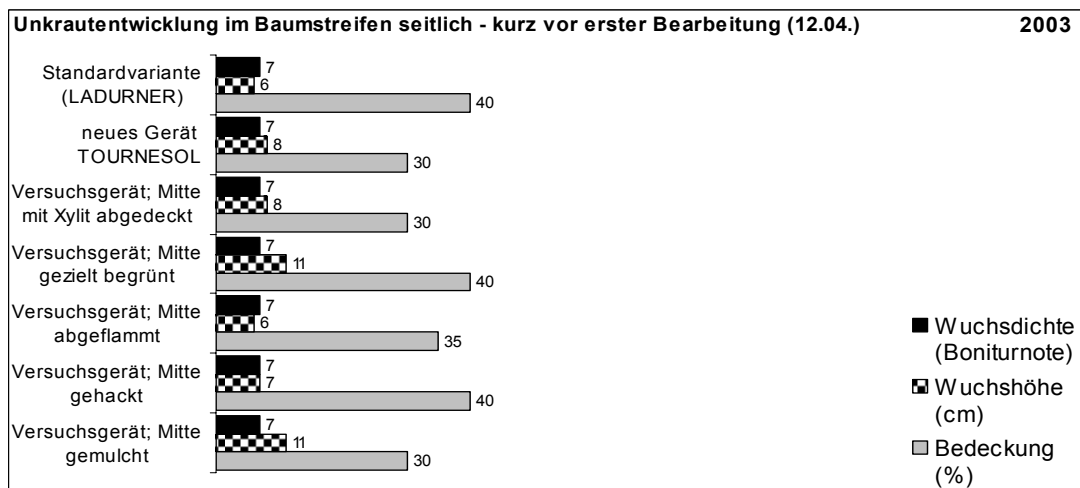
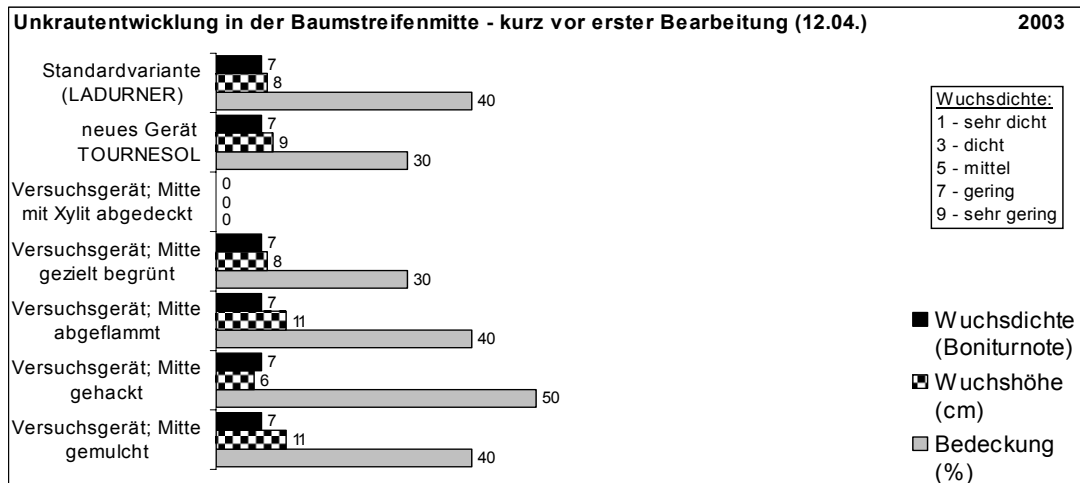
Sonnenscheindauer 1 640 Stunden pro Jahr



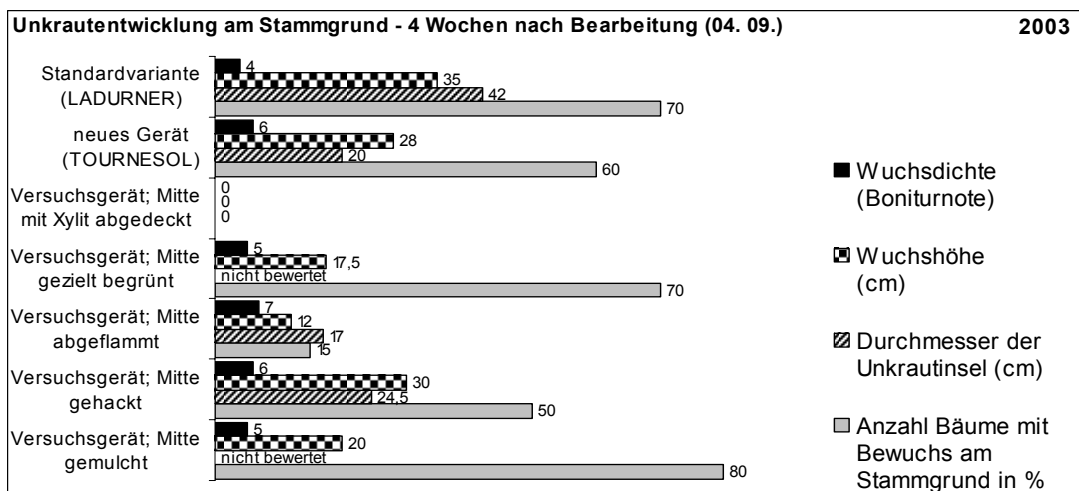
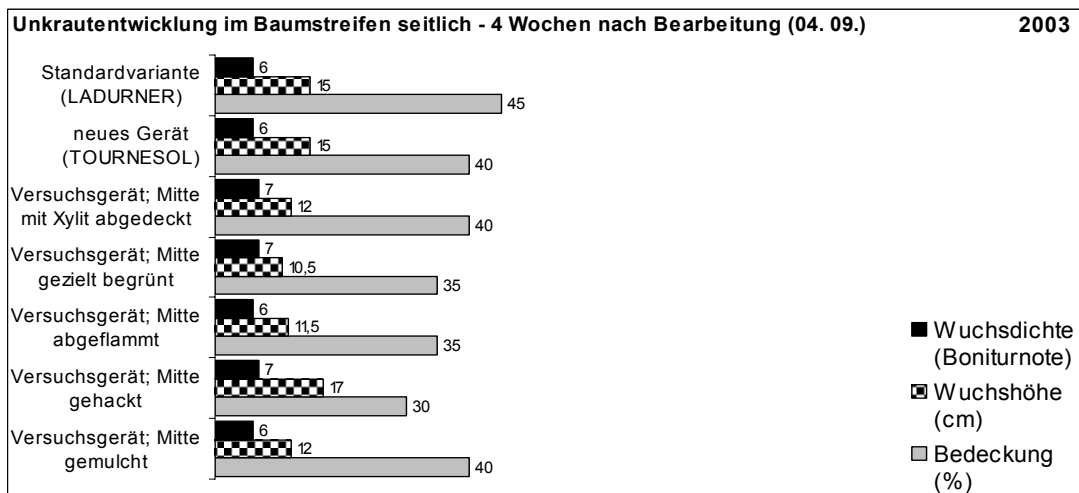
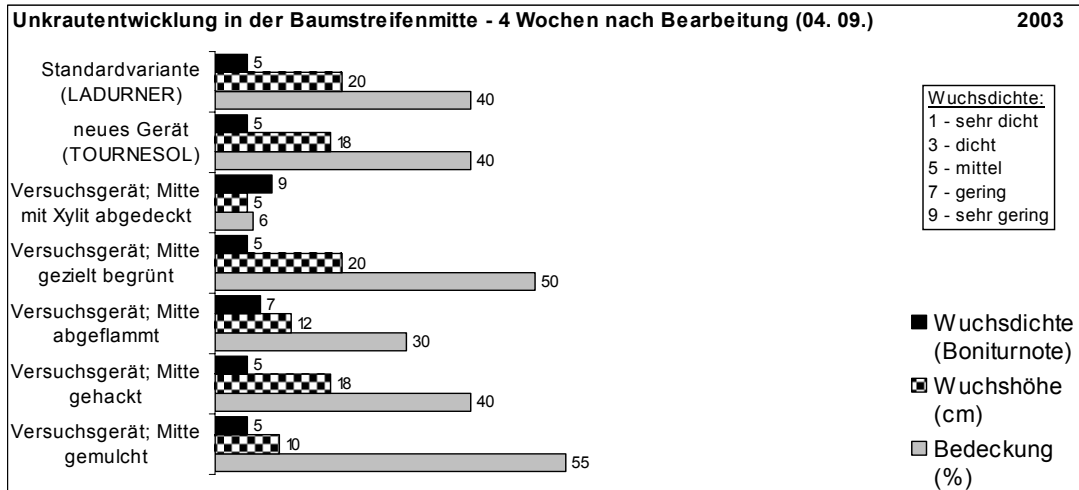


2. Boniturergebnisse zur Unkrautentwicklung 2003

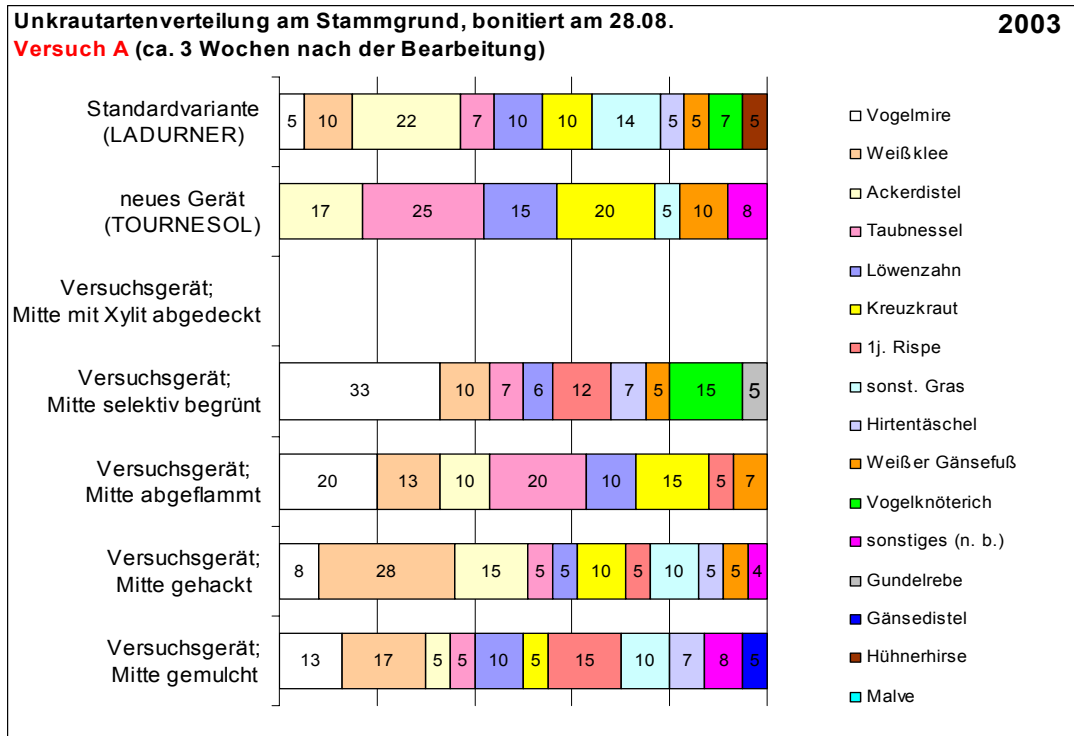
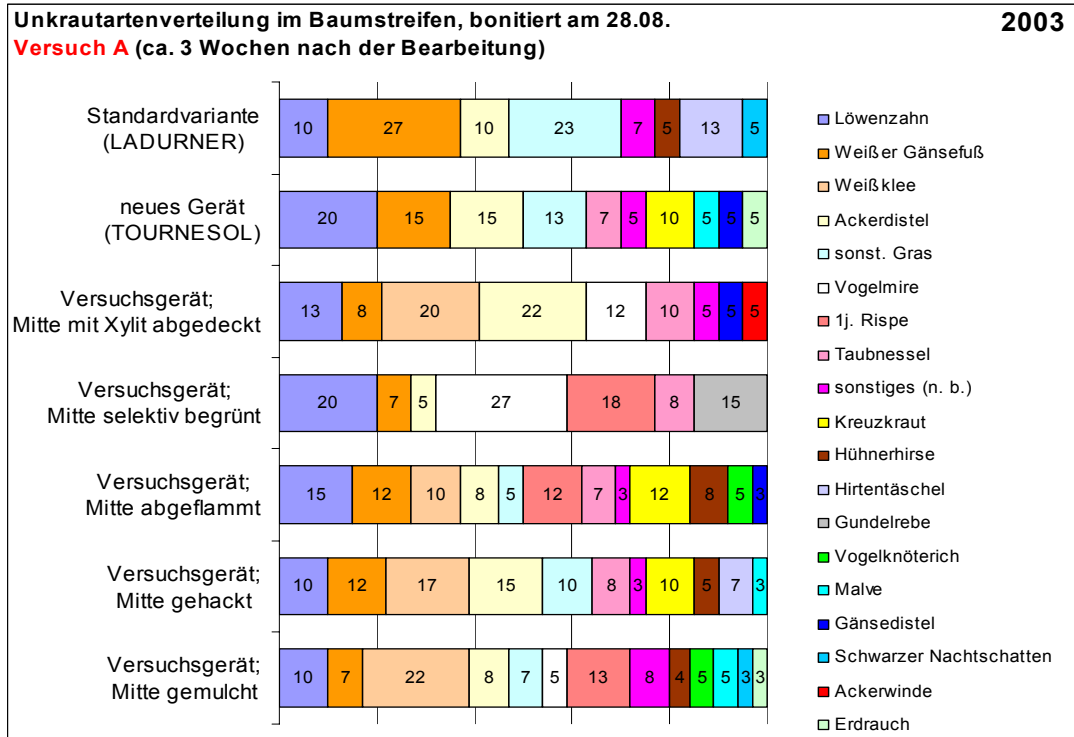
Versuch A, Bonitur vor der ersten Bearbeitungsmaßnahme (vor Versuchsbeginn) – 12. 04. 2003



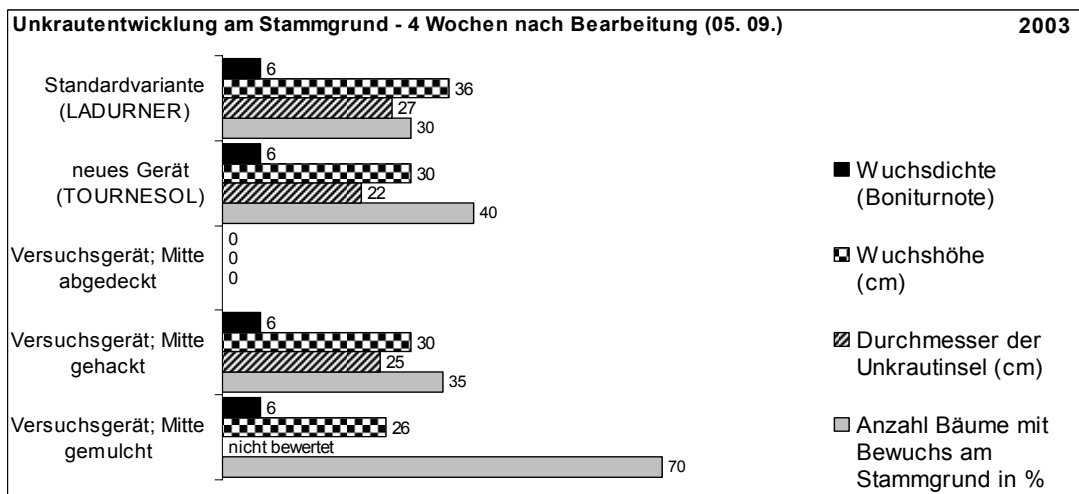
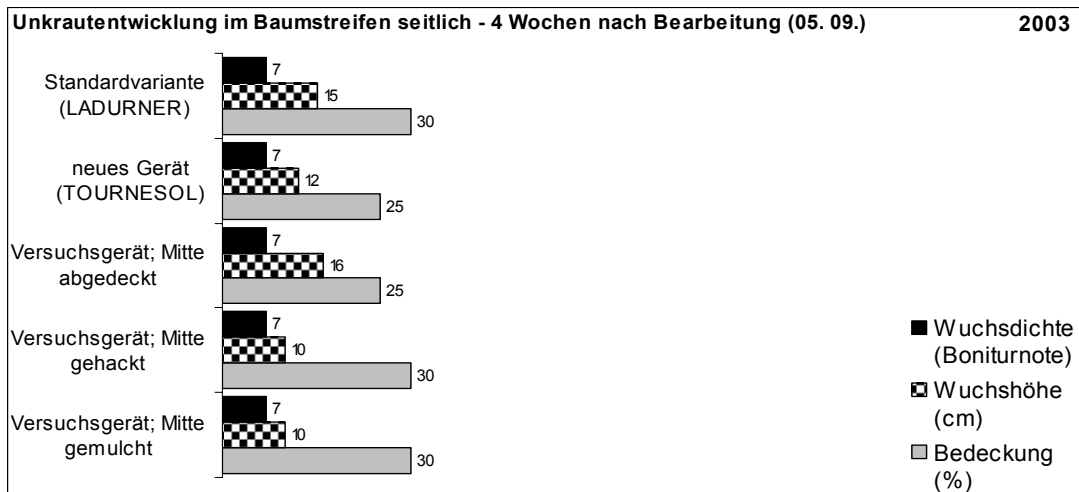
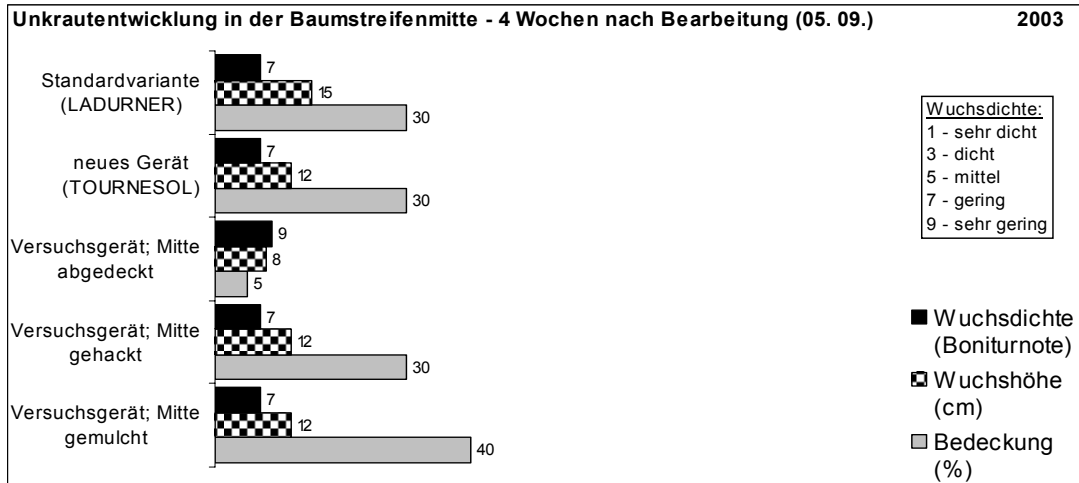
Versuch A, Bonitur kurz vor dem Erntebeginn – 04. 09. 2003



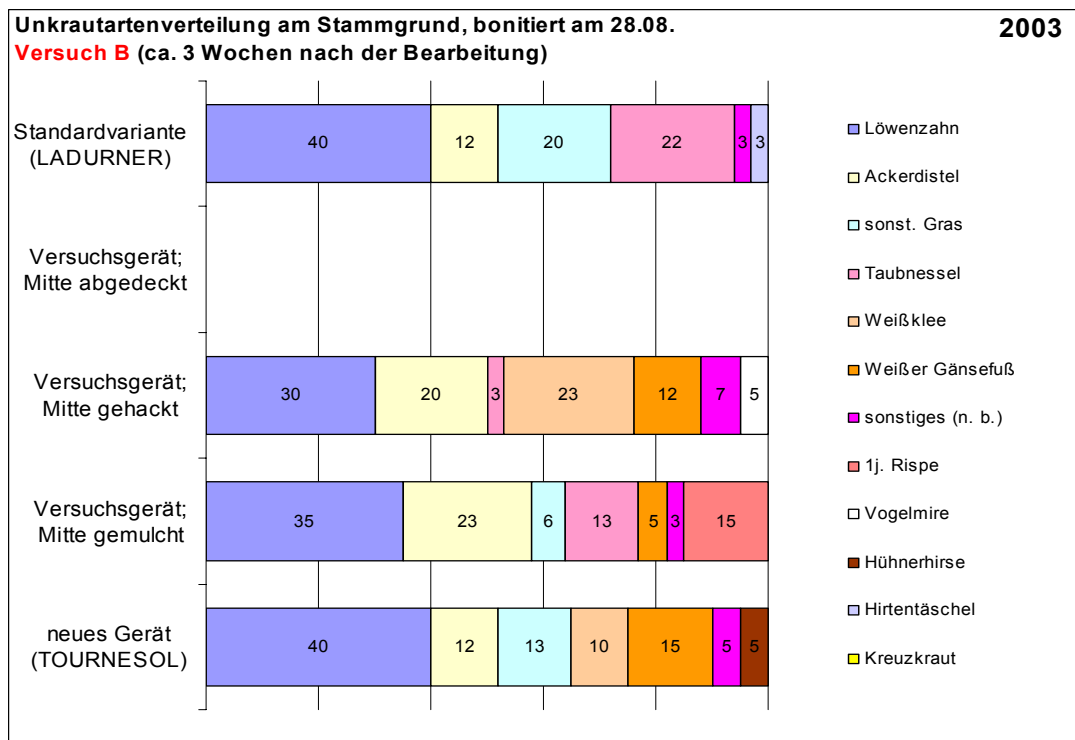
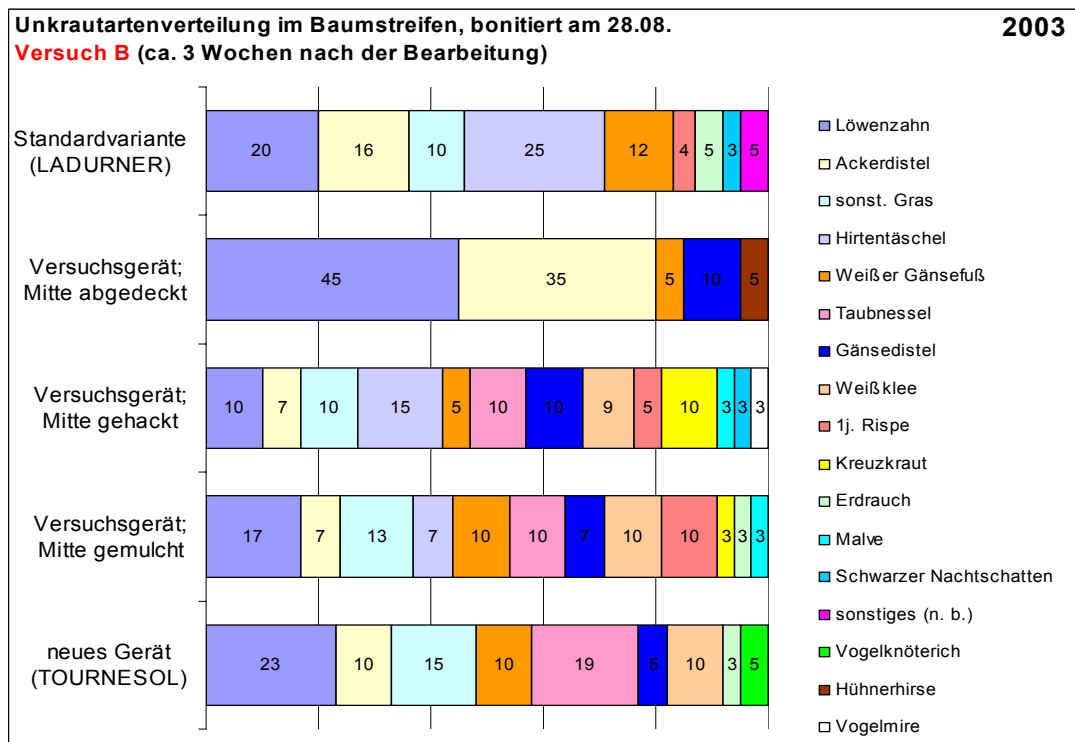
Versuch A, Unkrautartenzusammensetzung; Bonitur Ende August – 28. 08. 2003



Versuch B, Bonitur kurz vor dem Erntebeginn – 04. 09. 2003

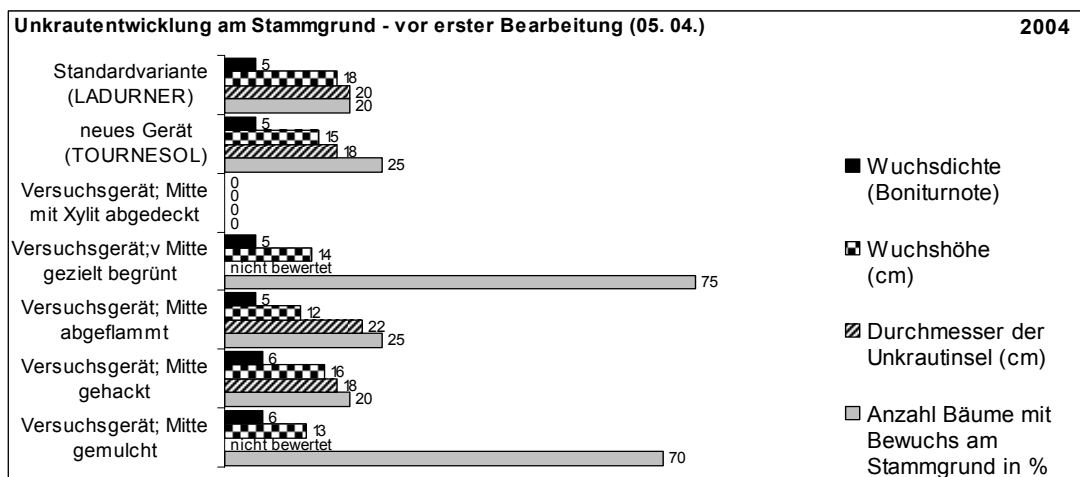
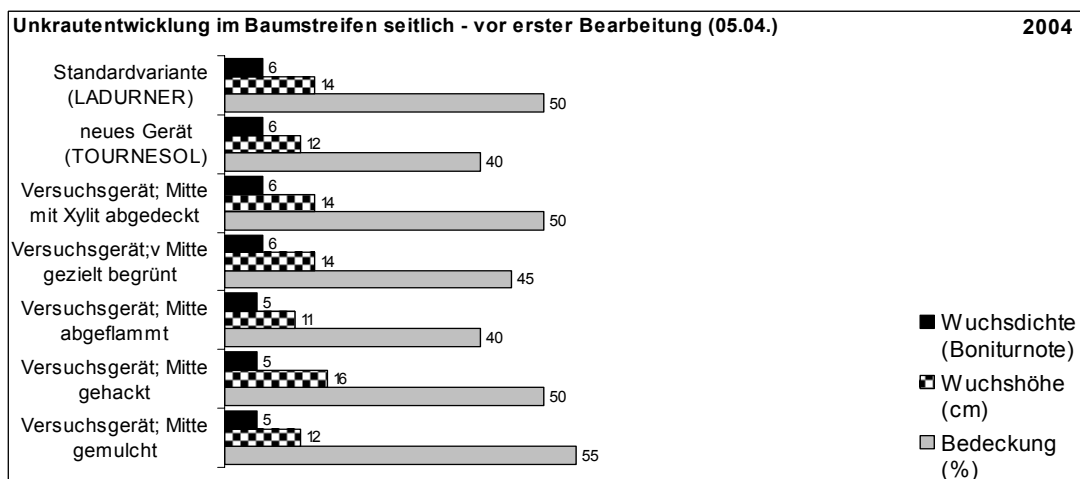
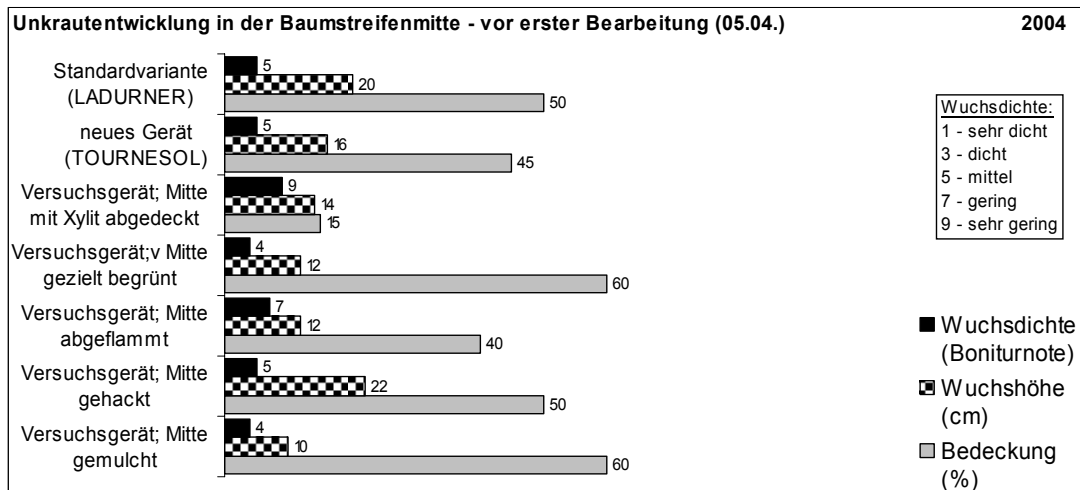


Versuch B, Unkrautartenzusammensetzung; Bonitur Ende August – 28. 08. 2003

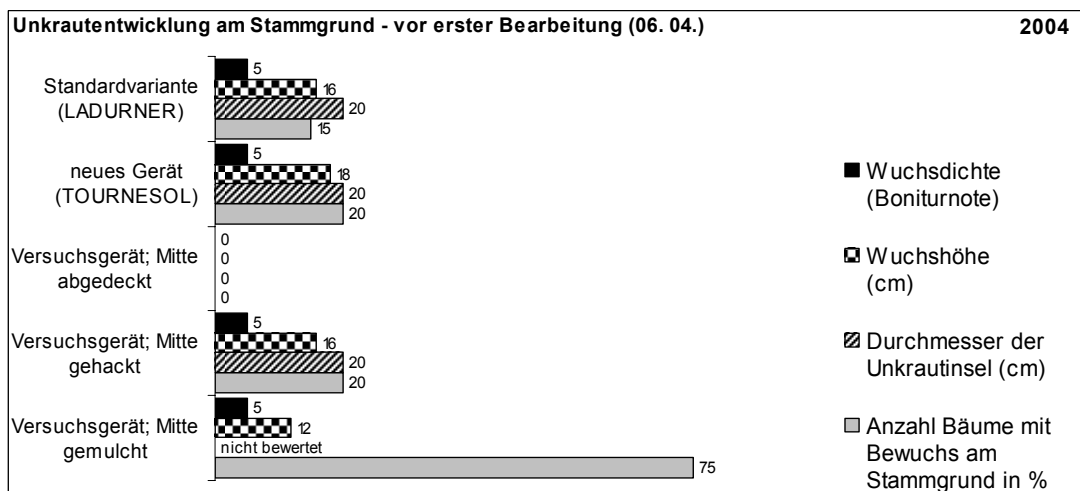
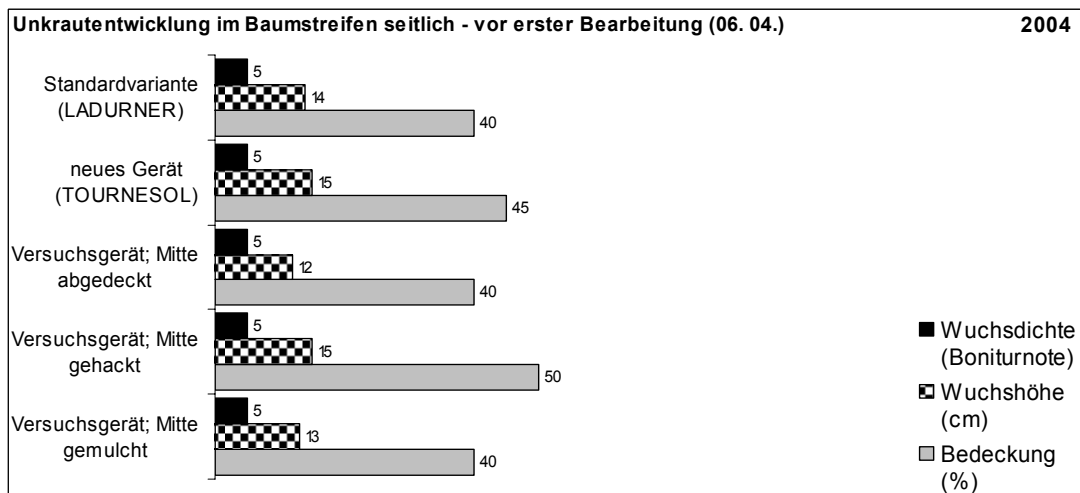
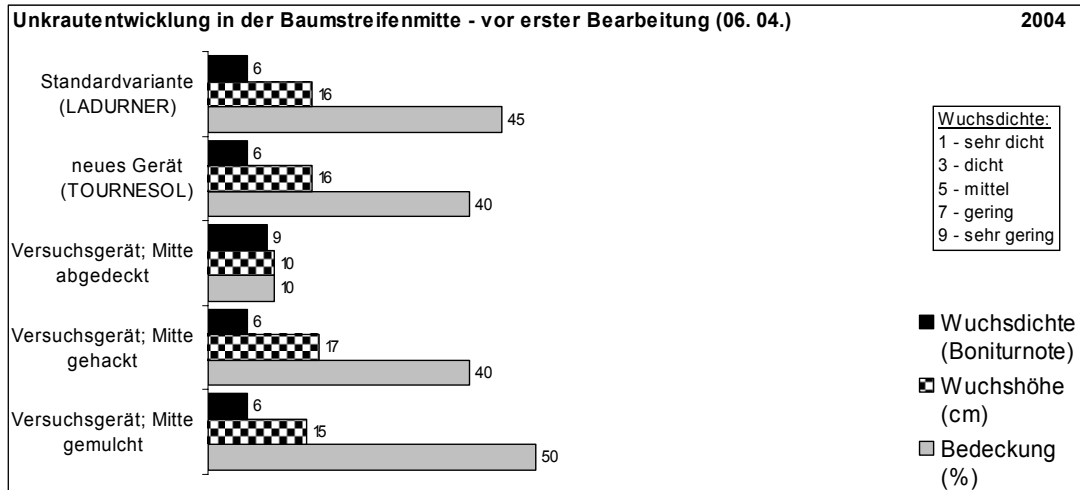


3. Boniturergebnisse zur Unkrautentwicklung 2004

Versuch A, Bonitur vor der ersten Bearbeitungsmaßnahme – 05. 04. 2004

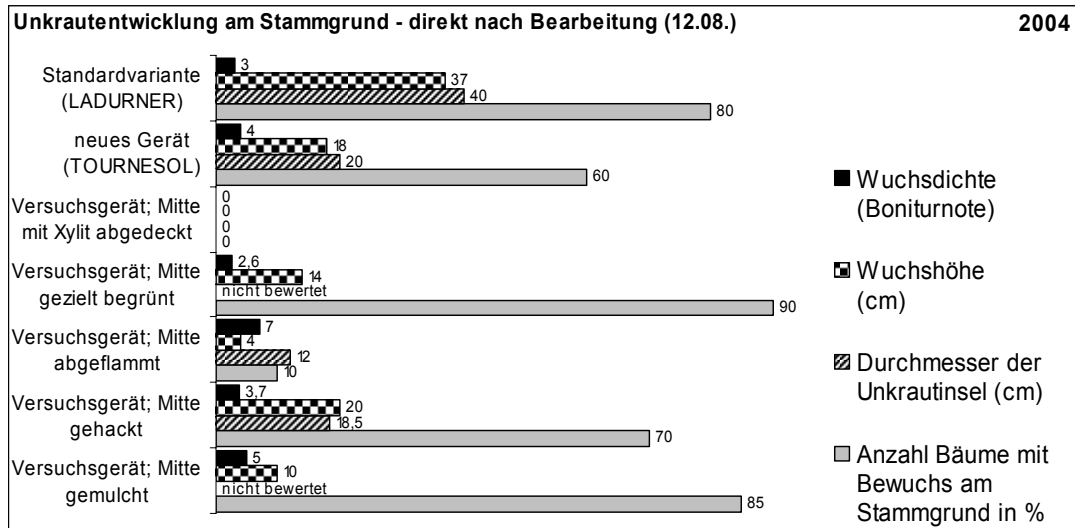


Versuch B, Bonitur vor der ersten Bearbeitungsmaßnahme – 06. 04. 2004



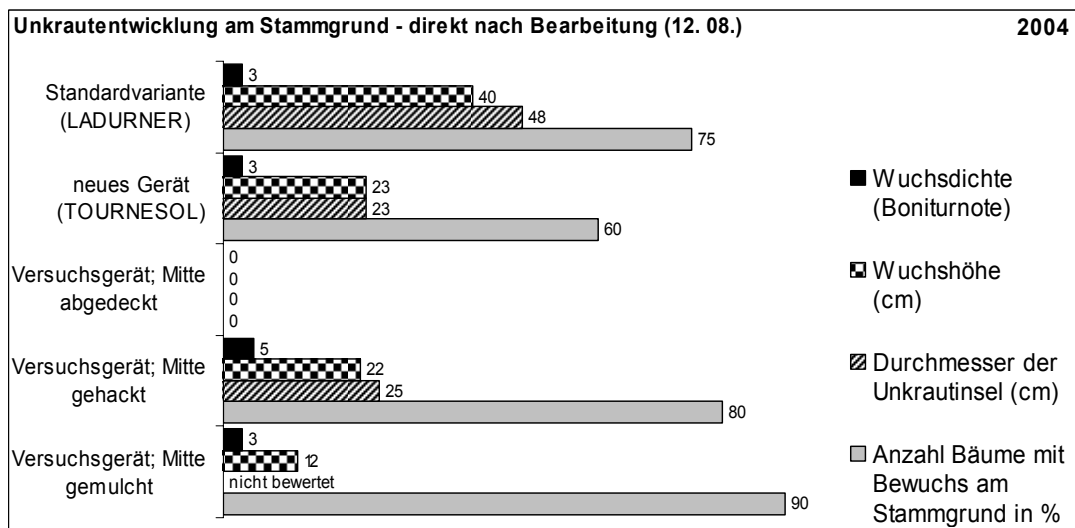
Versuch A, Bonitur direkt nach der Bearbeitung – 12. 08. 2004

In der Baumstreifenmitte und im Baumstreifen seitlich bei allen Versuchsvarianten nahezu gleich guter Wirkungsgrad - d. h. nur ca. 0-5 % Bedeckung durch angewurzelte Unkräuter

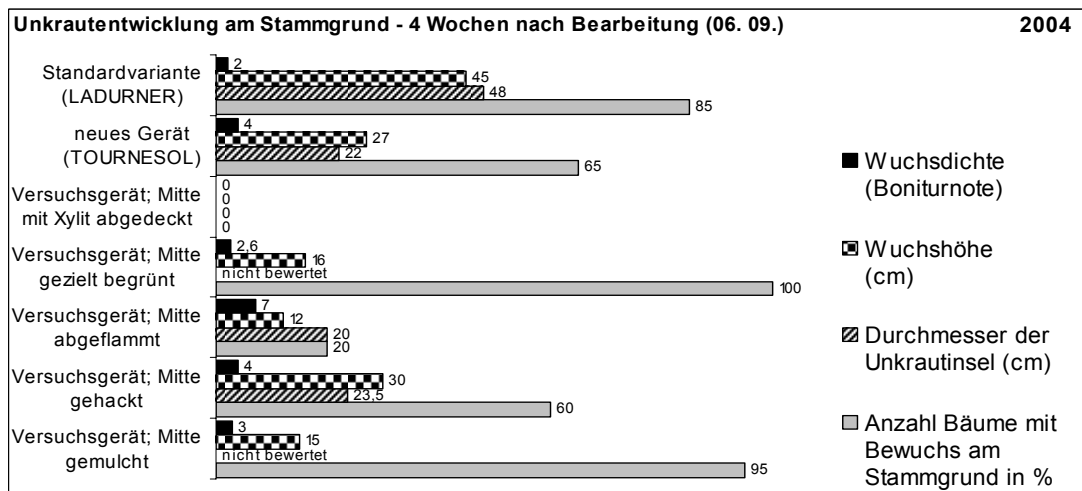
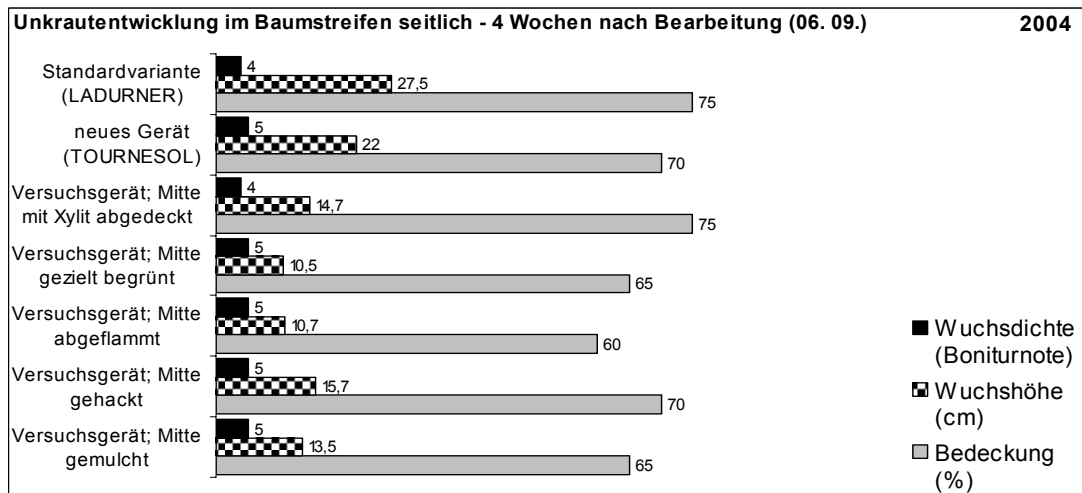
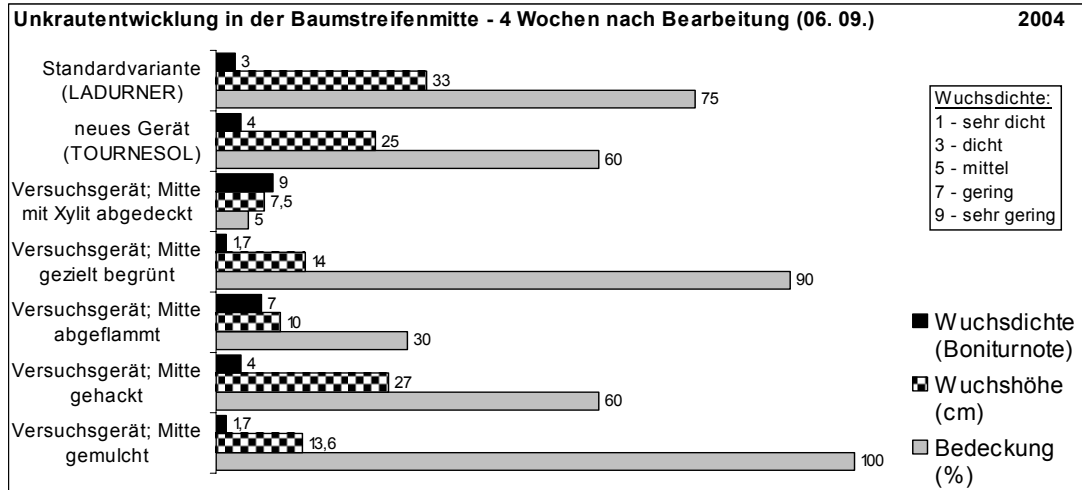


Versuch B, Bonitur direkt nach der Bearbeitung – 12. 08. 2004

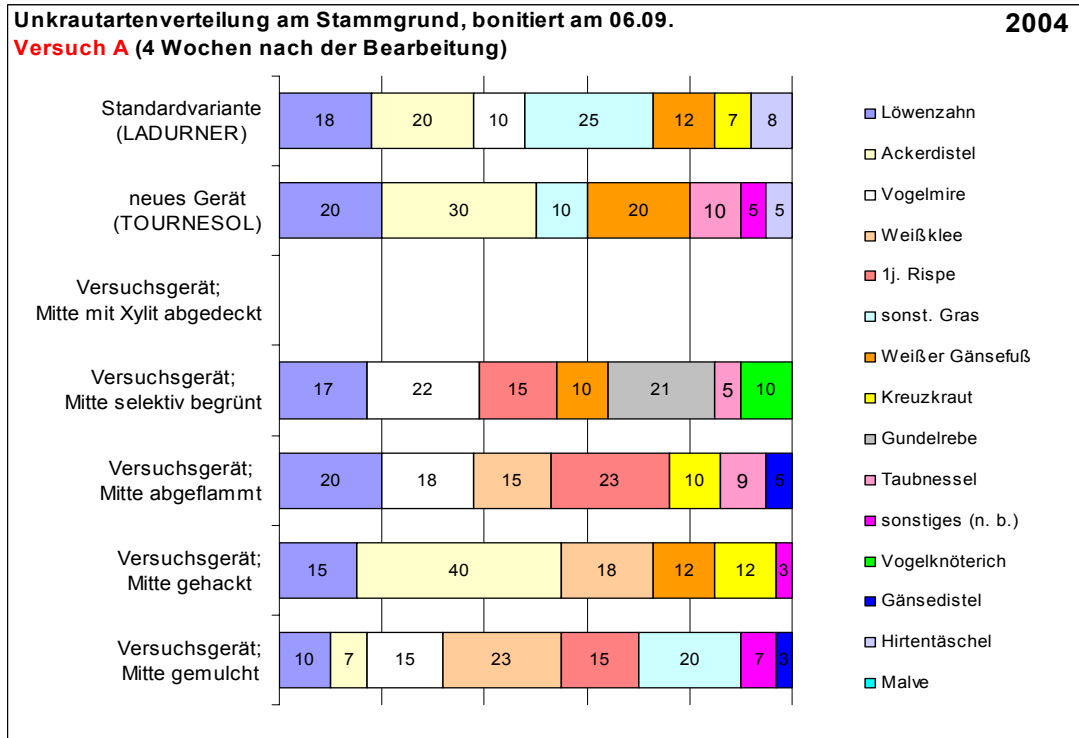
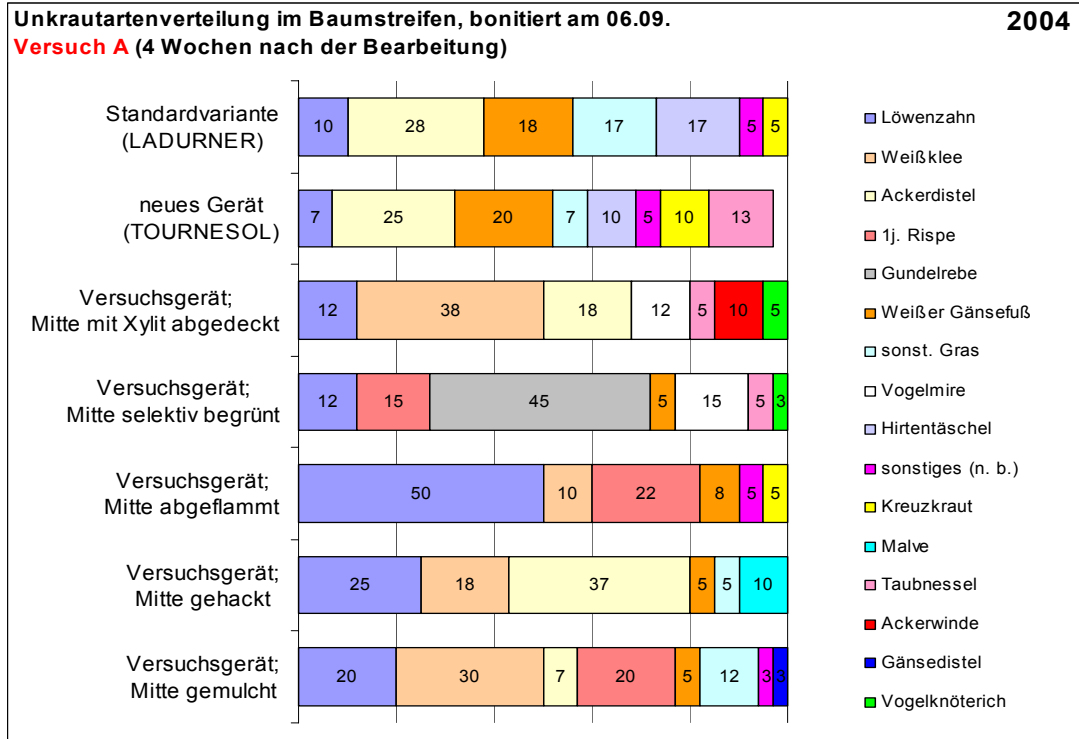
In der Baumstreifenmitte und im Baumstreifen seitlich bei allen Versuchsvarianten nahezu gleich guter Wirkungsgrad - d. h. nur ca. 0-5 % Bedeckung durch angewurzelte Unkräuter



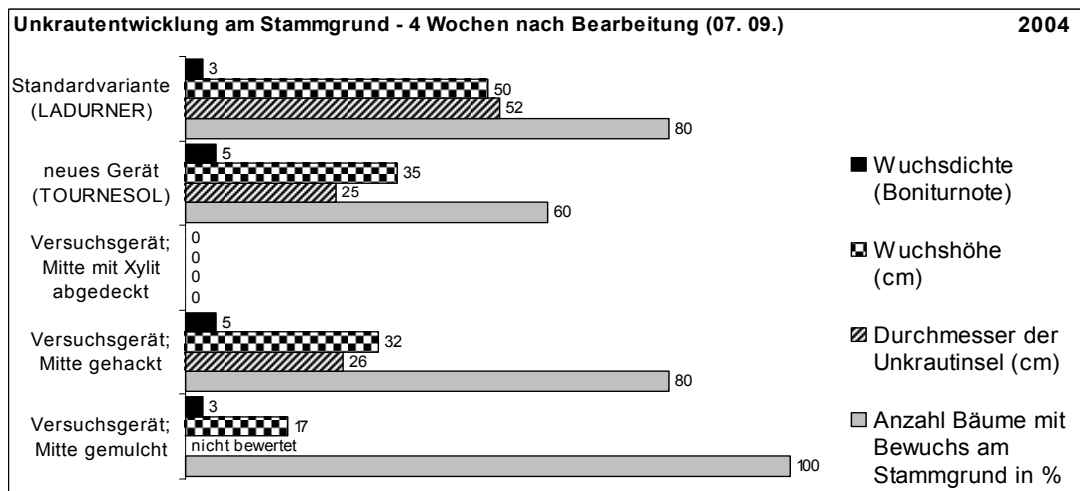
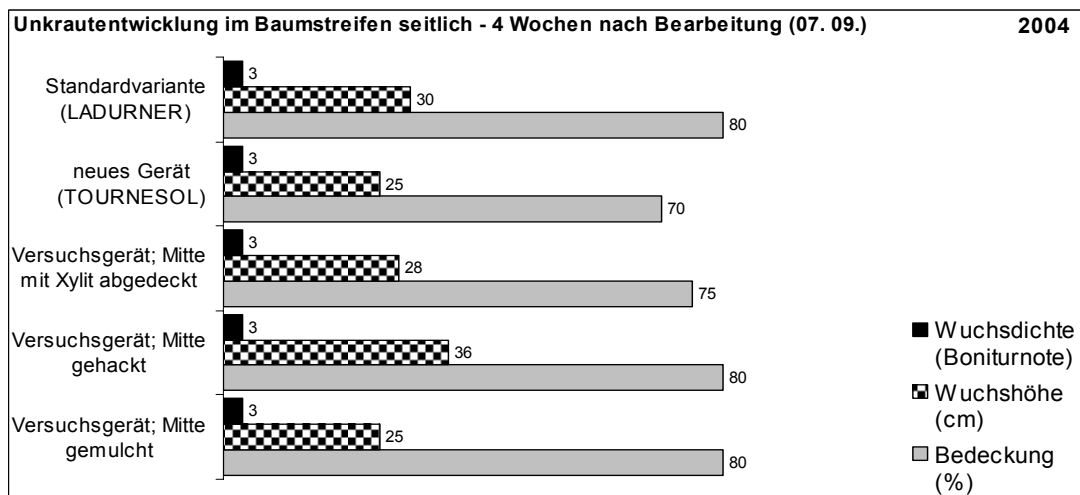
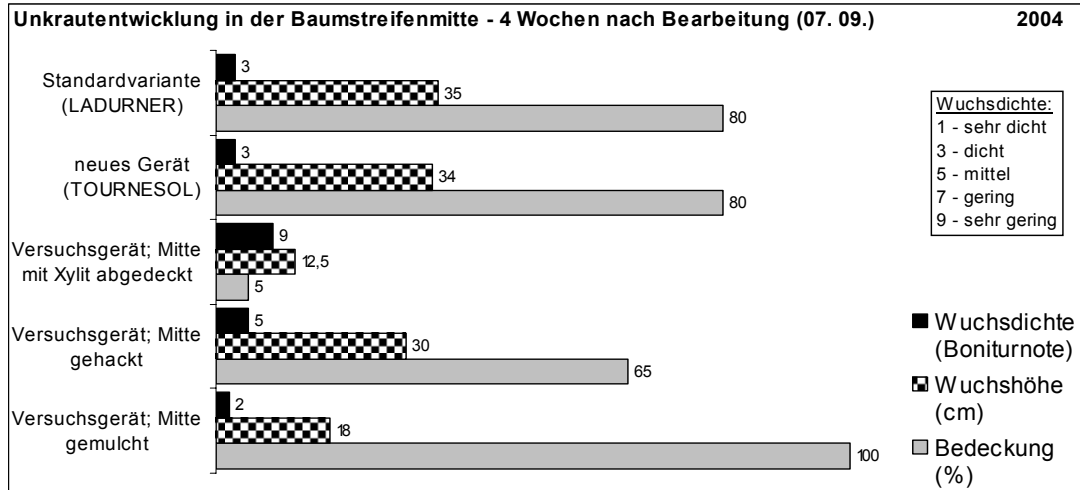
Versuch A, Bonitur kurz vor dem Erntebeginn – 06. 09. 2004



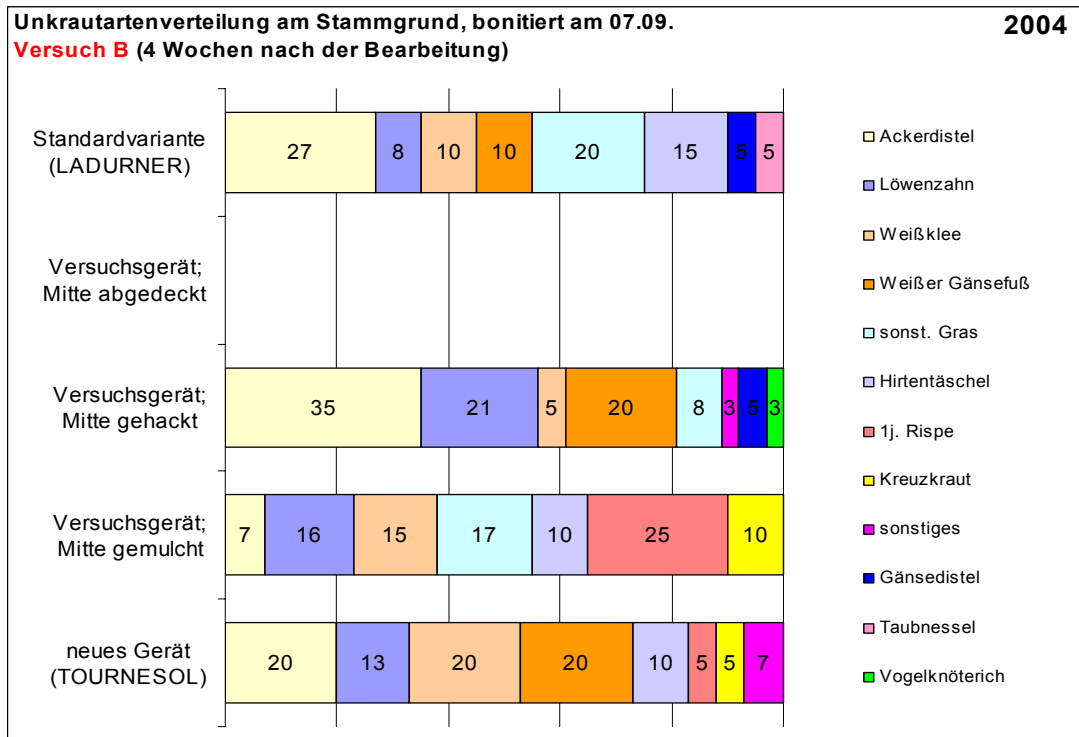
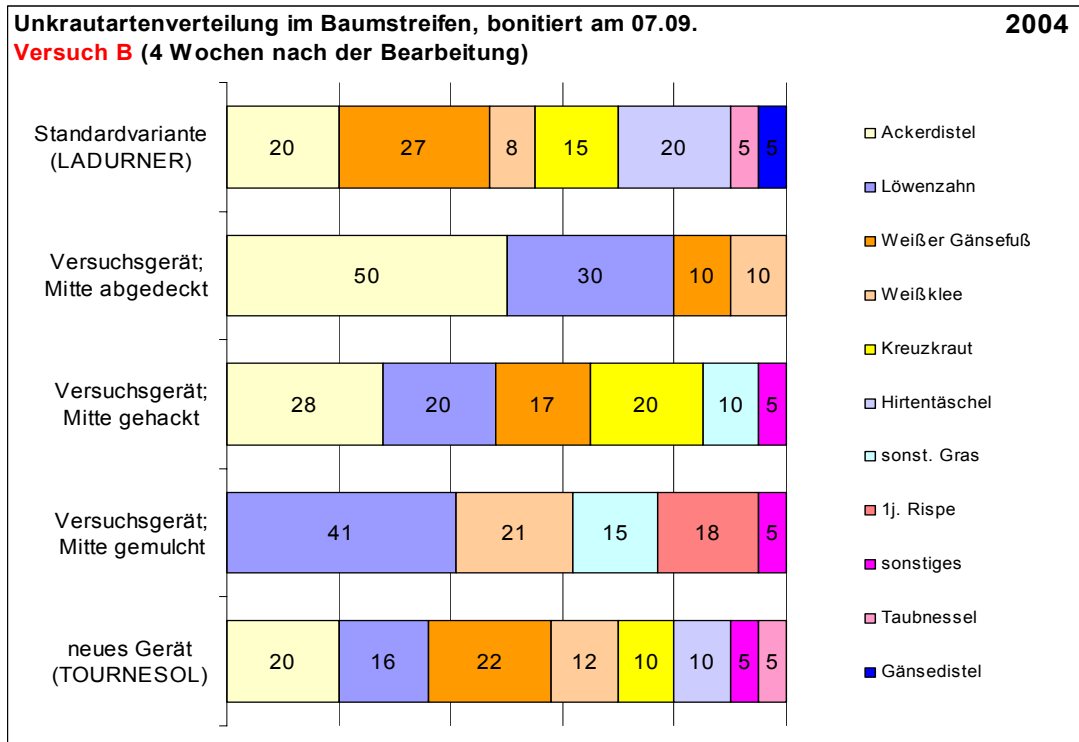
Versuch A, Unkrautartenzusammensetzung; Bonitur kurz vor Erntebeginn – 06. 09. 2004



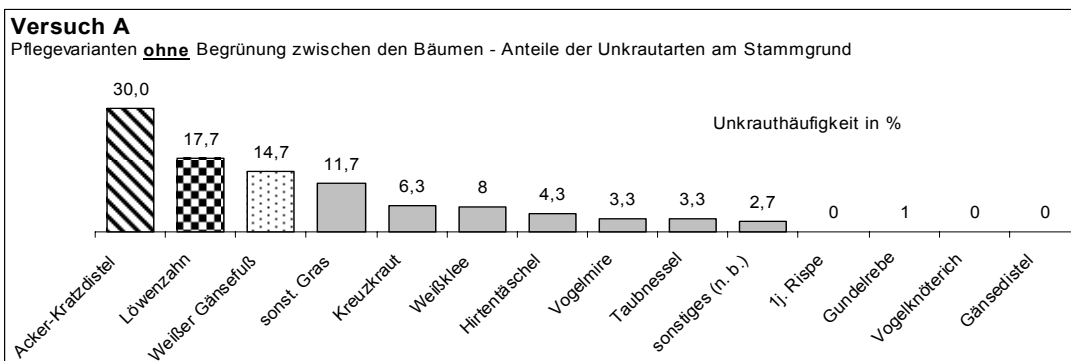
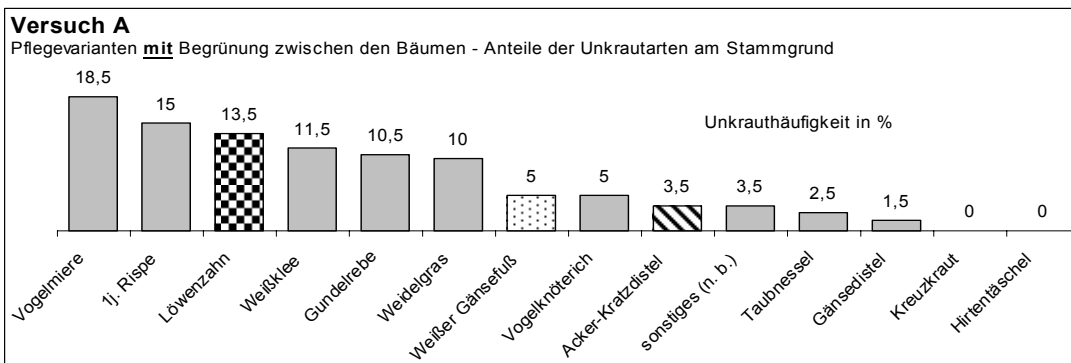
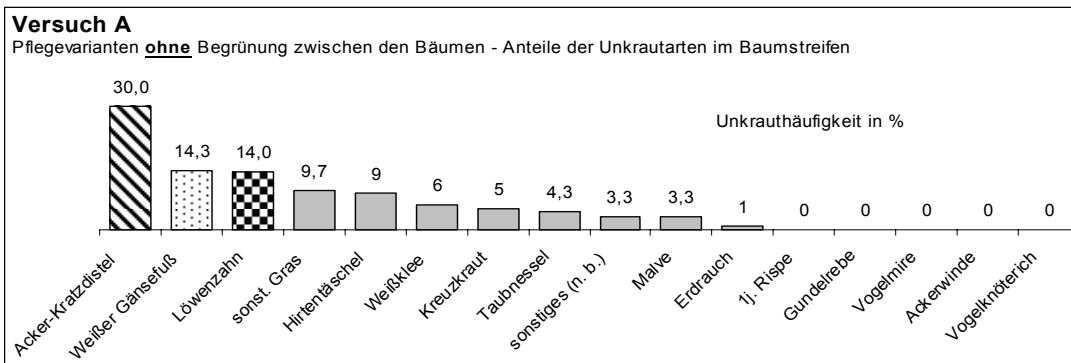
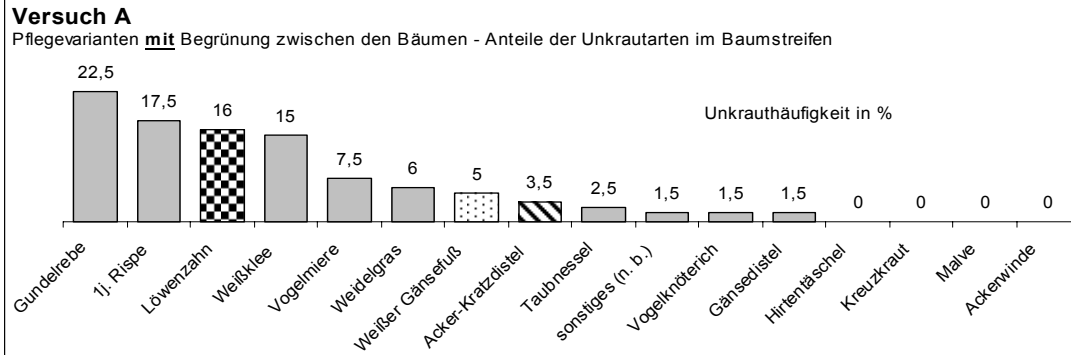
Versuch B, Bonitur kurz vor dem Erntebeginn – 07. 09. 2004



Versuch B, Unkrautartenzusammensetzung; Bonitur kurz vor Erntebeginn – 07. 09. 2004

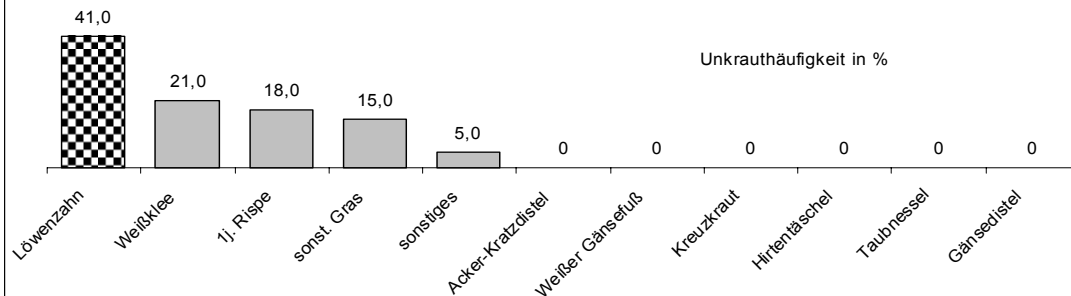


4. Entwicklung der Anteile der einzelnen Unkrautarten nach 2 Versuchsjahren



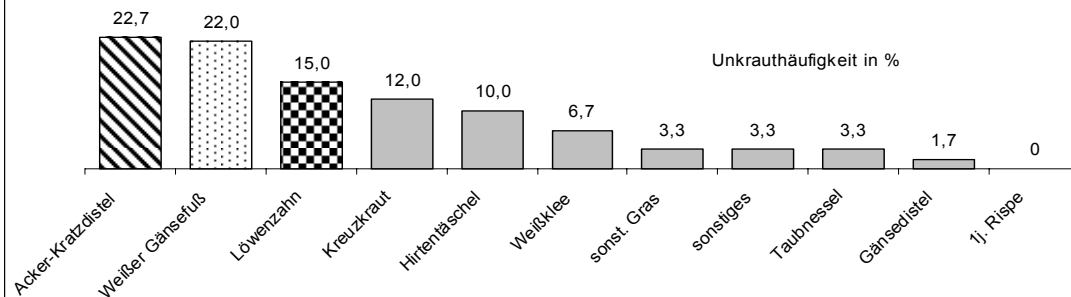
Versuch B

Pflegevarianten mit Begrünung zwischen den Bäumen - Anteile der Unkrautarten im Baumstreifen



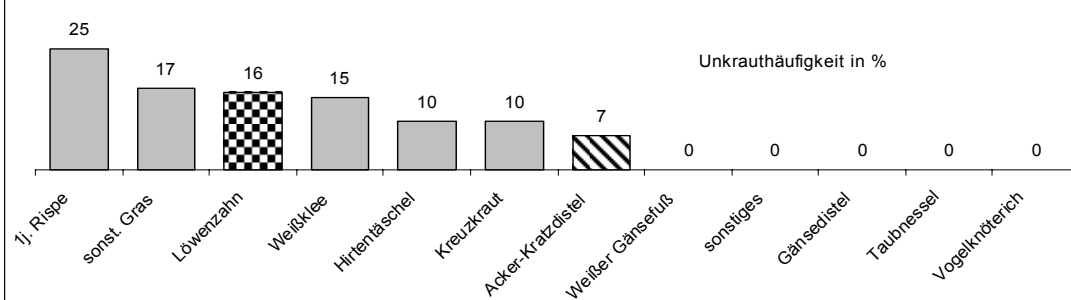
Versuch B

Pflegevarianten ohne Begrünung zwischen den Bäumen - Anteile der Unkrautarten im Baumstreifen



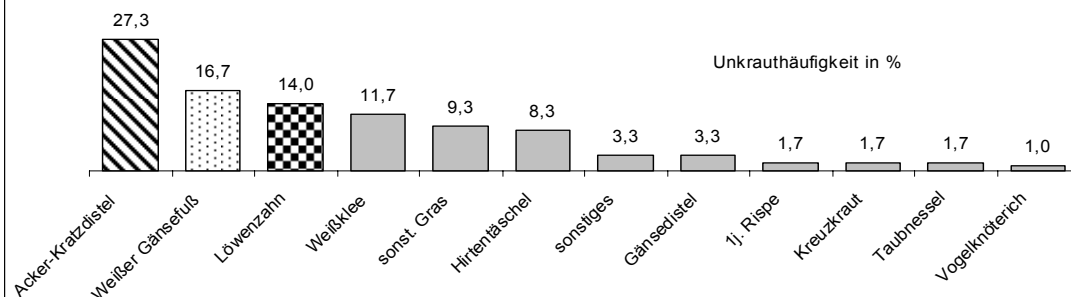
Versuch B

Pflegevarianten mit Begrünung zwischen den Bäumen - Anteile der Unkrautarten am Stammgrund



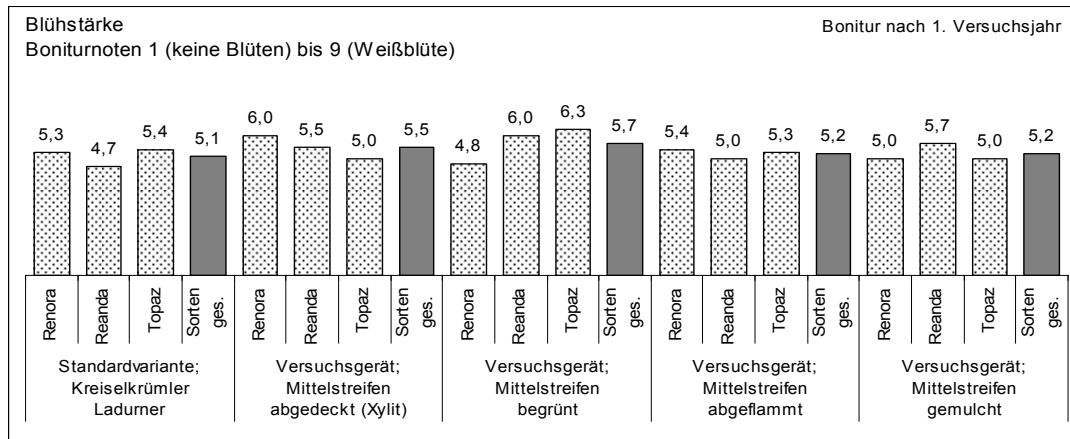
Versuch B

Pflegevarianten ohne Begrünung zwischen den Bäumen - Anteile der Unkrautarten am Stammgrund

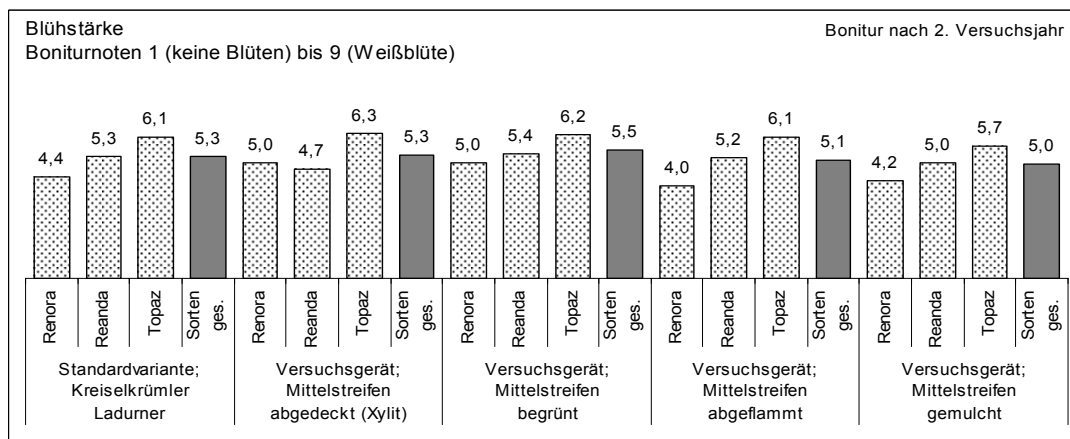


5. Blütenbonitur 2003/2004

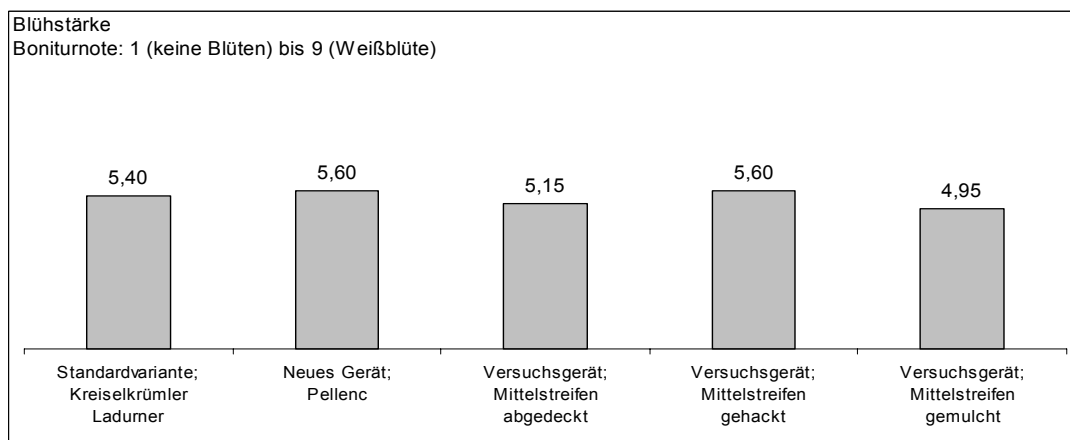
2003 - Versuch A



2004 – Versuch A

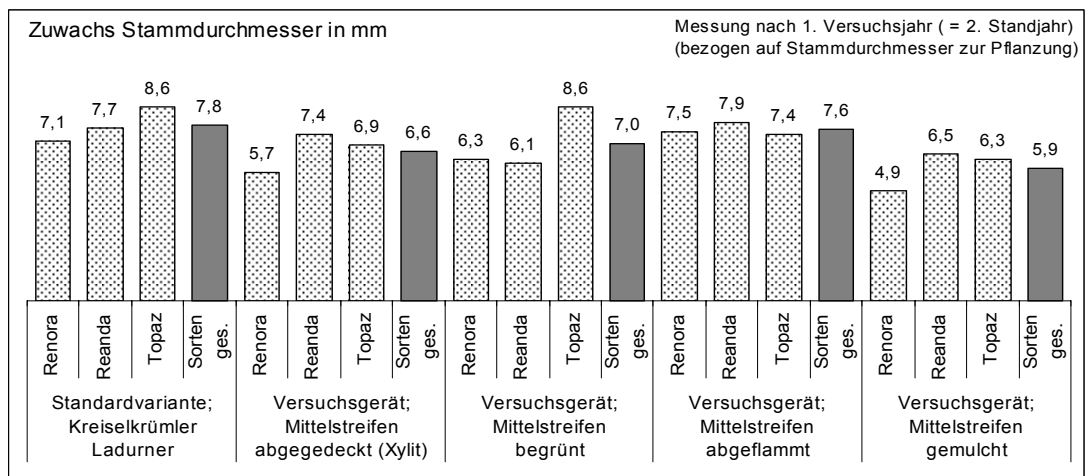
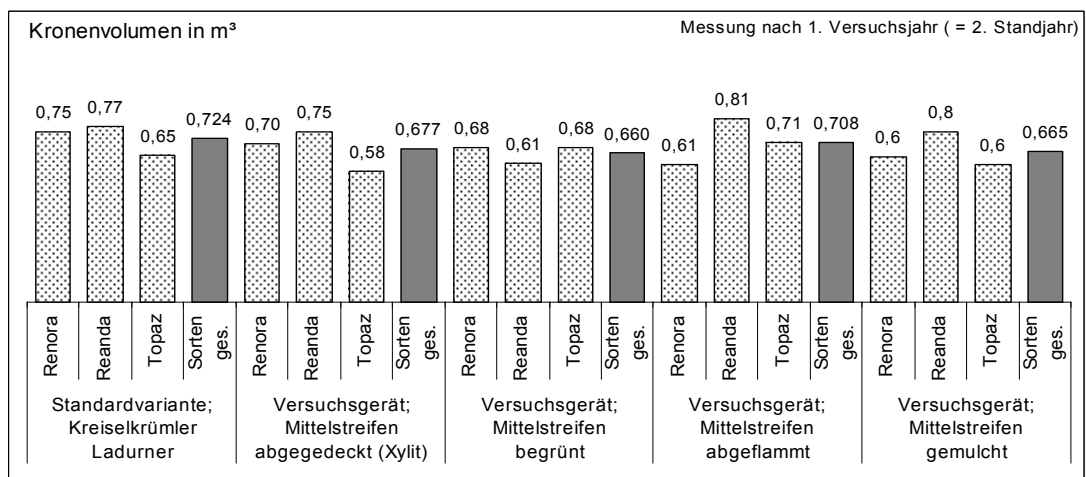
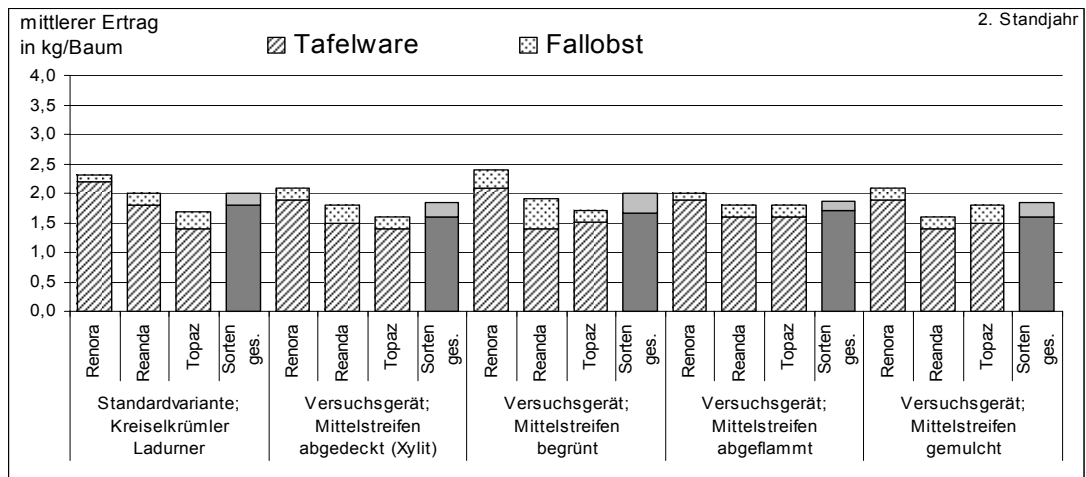


2004 – Versuch B



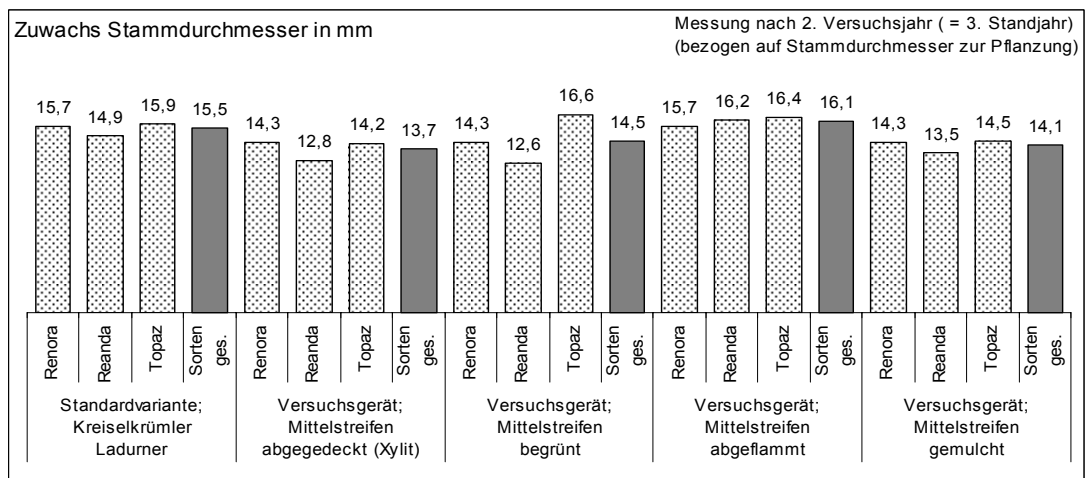
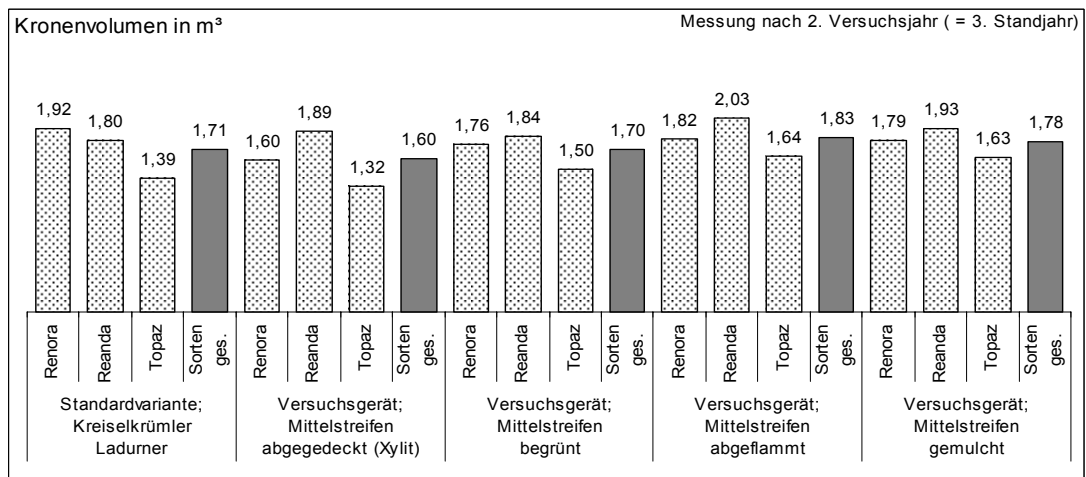
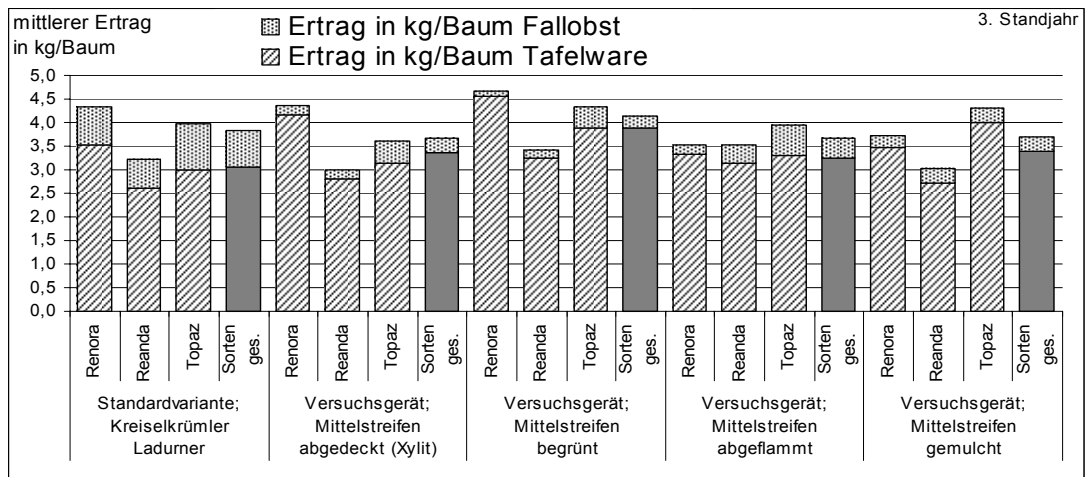
6. Ertrag, Kronenvolumen und Zuwachs Stammdurchmesser 2003

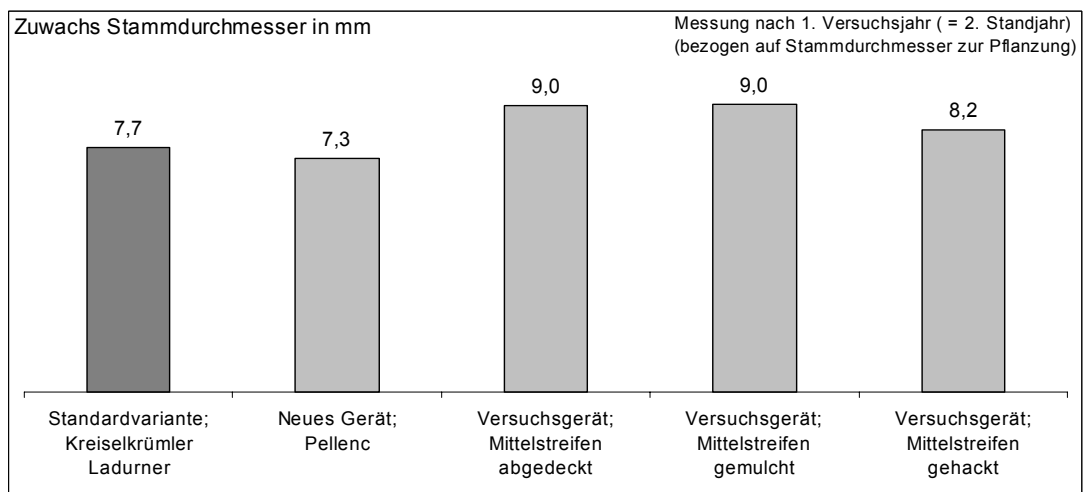
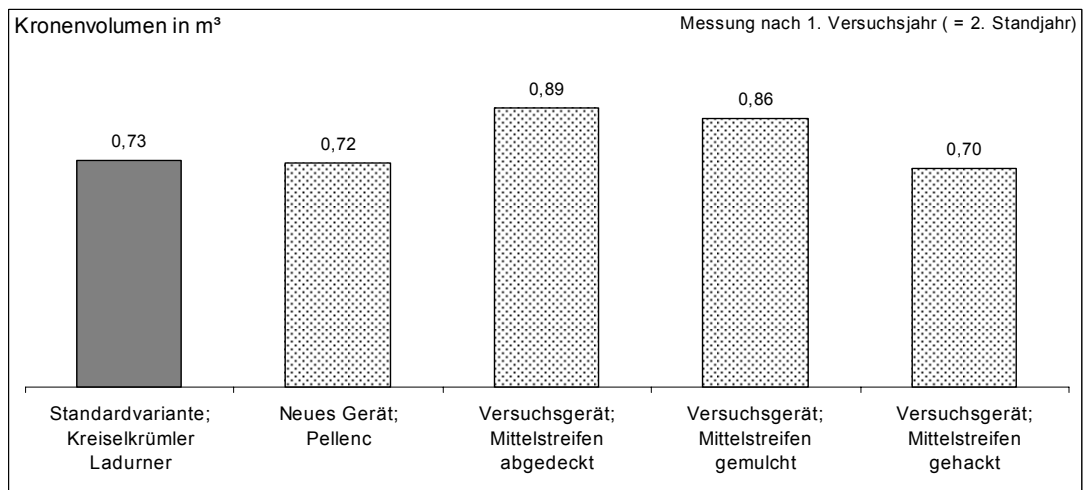
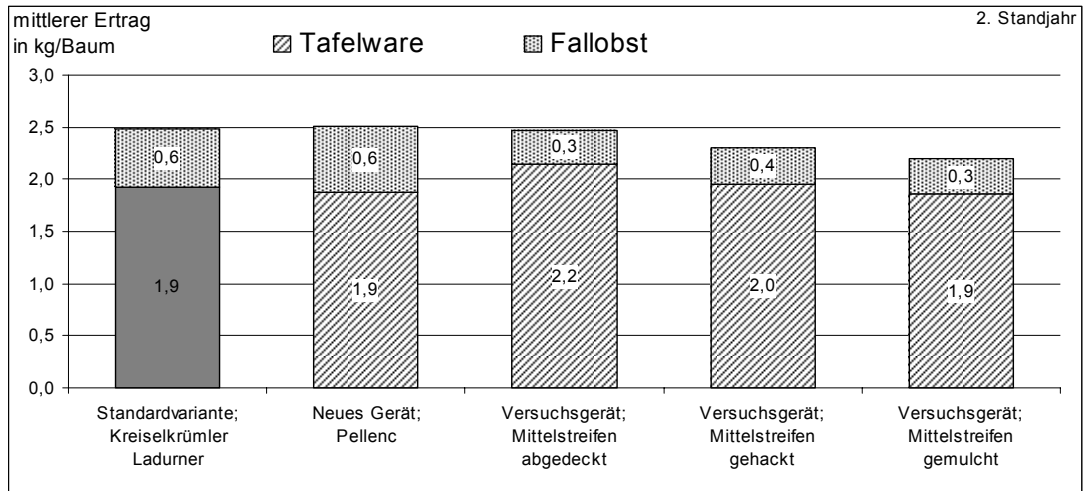
Versuch A



7. Ertrag, Kronenvolumen und Zuwachs Stammdurchmesser 2004

Versuch A

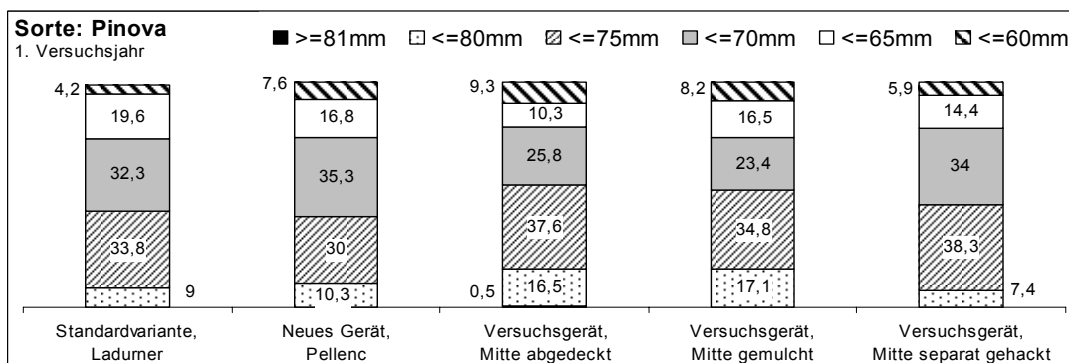
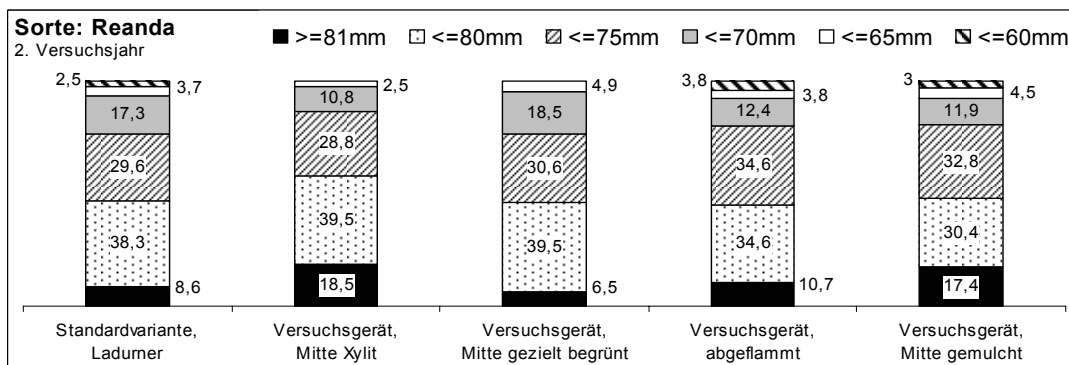
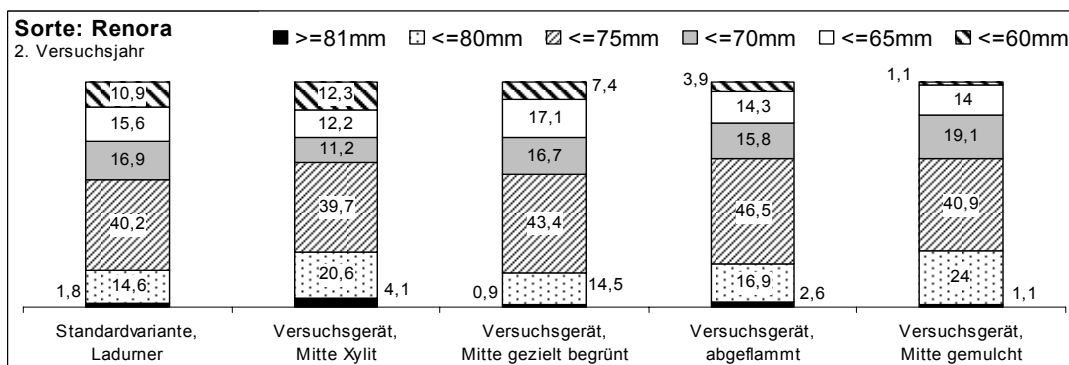
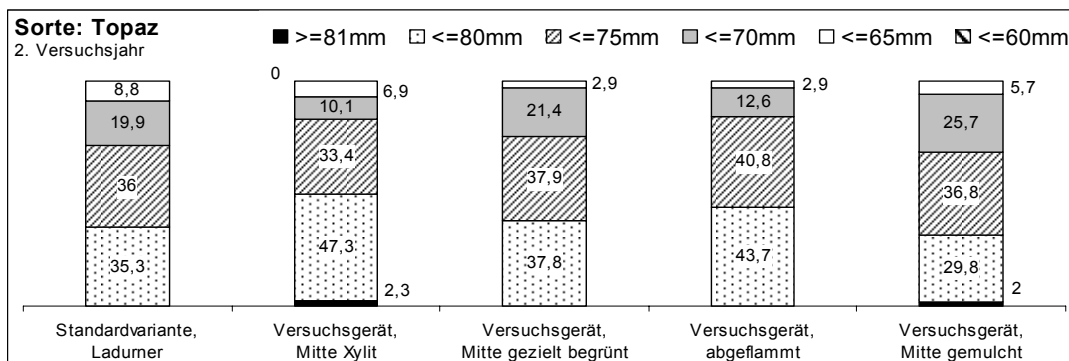




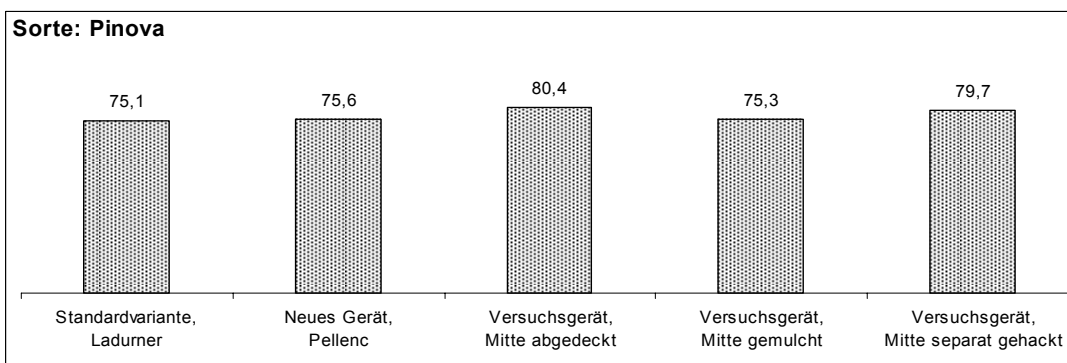
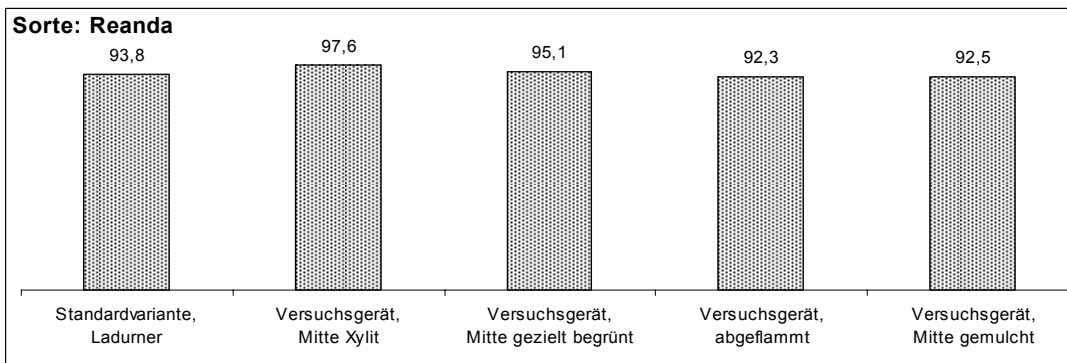
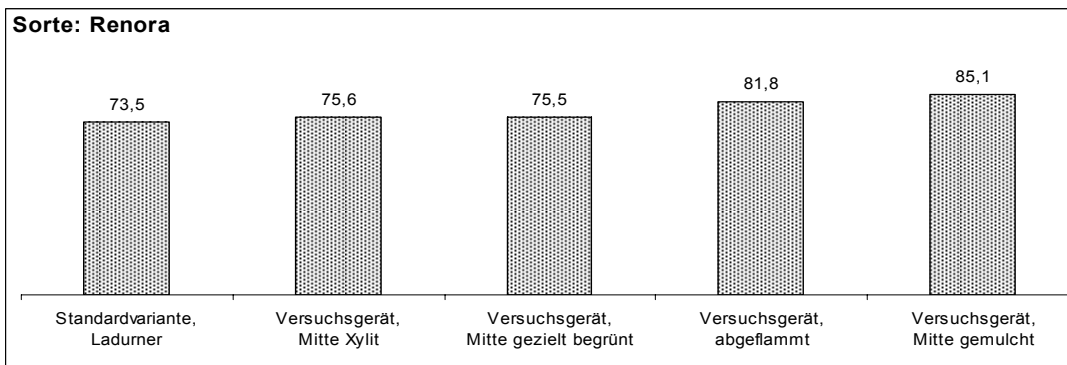
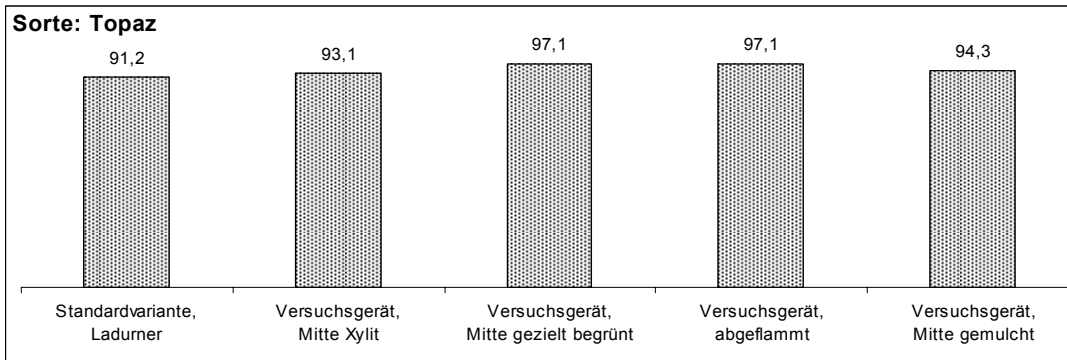
8. Fruchtgrößenkalibrierung, 2. Versuchsjahr 2004

Versuch A: 'Topaz', 'Renora', 'Reanda'

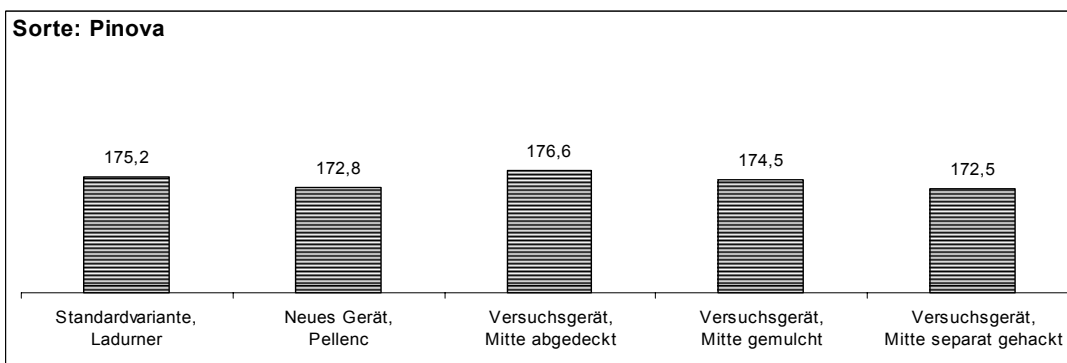
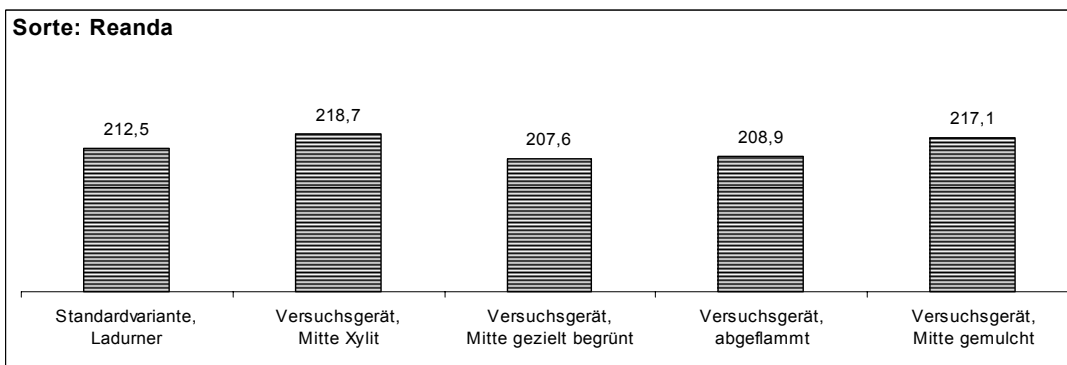
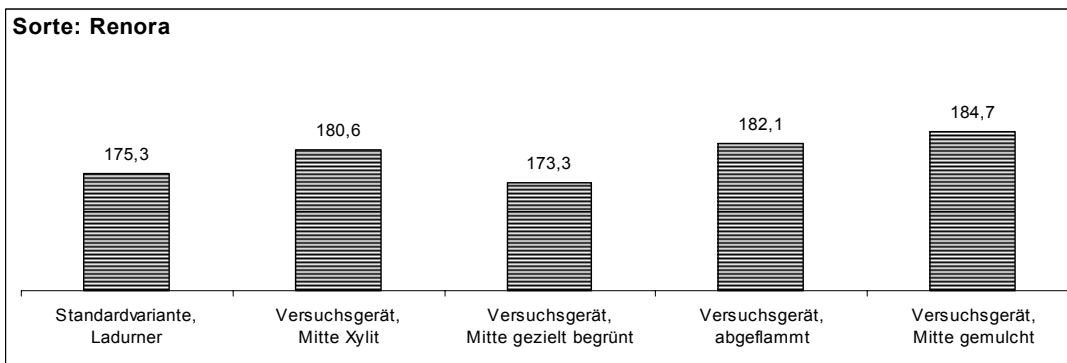
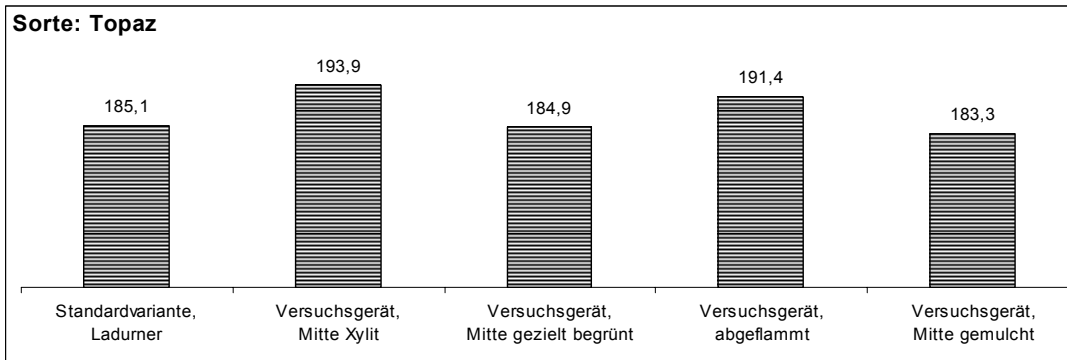
Versuch B: 'Pinova'



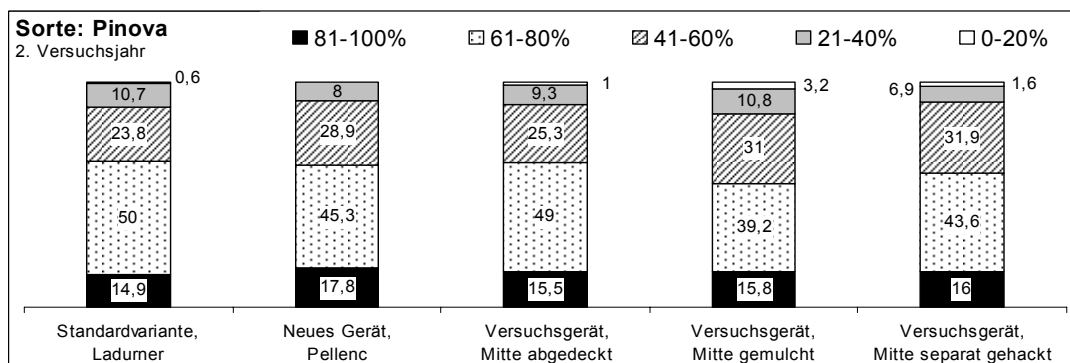
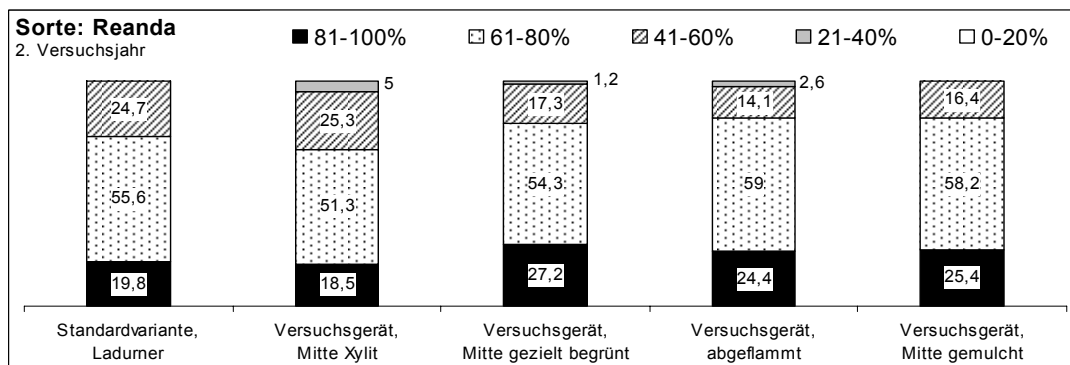
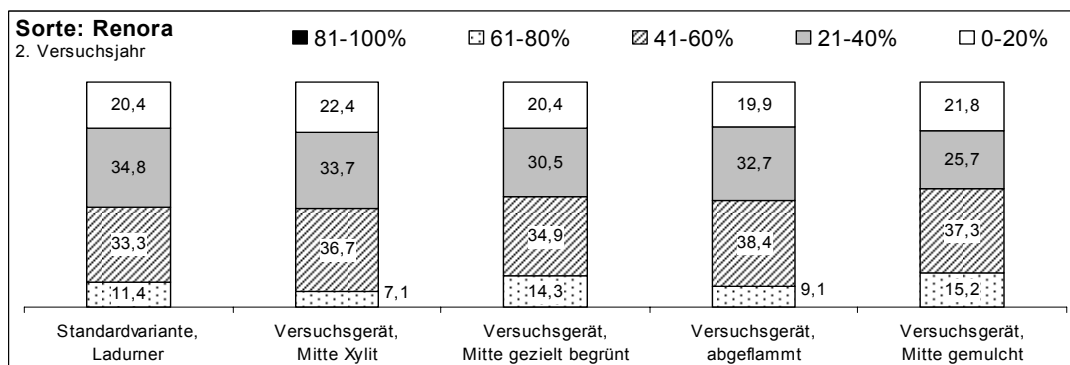
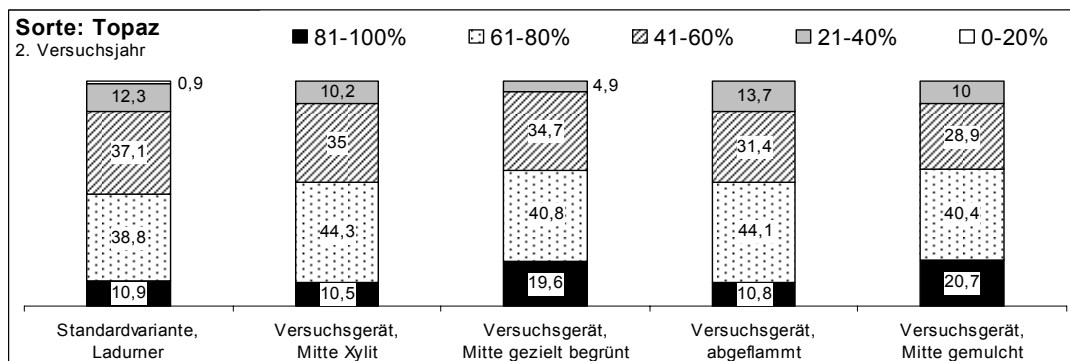
9. Anteil Ware über 65 mm Fruchtdurchmesser, 2. Versuchsjahr 2004



10. mittlere Fruchtmasse in g, 2. Versuchsjahr 2004



11. Fruchtausfärbung, 2. Versuchsjahr 2004 (Anteil sortentypische Deckfarbe in %)



12. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen 2003

Versuch A

Variante	N _{min} (kg/ha)		P (mg/100 g)		K (mg/100 g)		Mg (mg/100 g)		pH-Wert		Humusgehalt (%)	
	Baumstreifenbereich											
	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen
20. April 2003												
Standardvariante (LDURNER)	22,8	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neues Gerät (TOURNESOL)	16,6	20,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	19,7	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	27,0	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	17,5	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	20,0	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23. Juli 2003												
Standardvariante (LDURNER)	60,6	56,8	-	-	-	-	-	-	5,7	5,7	-	-
neues Gerät (TOURNESOL)	52,2	48,2	-	-	-	-	-	-	5,6	5,5	-	-
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	56,0	50,2	-	-	-	-	-	-	6,4	5,8	-	-
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	49,0	58,4	-	-	-	-	-	-	5,5	5,8	-	-
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	59,0	50,0	-	-	-	-	-	-	5,5	5,5	-	-
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	50,0	55,5	-	-	-	-	-	-	5,8	6,0	-	-
28. November 2003												
Standardvariante (LDURNER)	89,3	81,2	7,1	6,6	16,0	14,2	-	-	5,9	5,8	1,7	1,9
neues Gerät (TOURNESOL)	70,8	75,0	7,0	8,8	14,8	18,0	-	-	5,7	5,7	2,0	2,2
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	79,2	77,7	9,3	10,3	14,5	17,5	-	-	6,5	5,9	2,2	2,1
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	73,2	84,3	6,8	6,8	15,5	15,0	-	-	5,8	5,6	2,1	1,9
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	80,3	83,7	6,1	7,4	19,2	16,8	-	-	5,6	5,7	1,7	1,8
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	85,7	90,4	7,0	6,6	16,0	14,3	-	-	5,8	5,9	2,0	1,9

Versuch B

20. April 2003												
Standardvariante (LDURNER)	15,3	21,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neues Gerät (TOURNESOL)	10,8	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte mit Abdeckung	14,0	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	20,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Versuchsgerät, Mitte separat gehackt	13,8	10,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

13. Ergebnisse der Bodenuntersuchungen 2004

Versuch A

Variante	N _{min} (kg/ha)		P (mg/100 g)		K (mg/100 g)		Mg (mg/100 g)		pH-Wert		Humusgehalt (%)	
	Baumstreifenbereich											
	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen
28. April 2004												
Standardvariante (LDURNER)	20,7	25,5	6,9	6,7	18,4	18,3	-	-	5,9	5,7	1,9	1,8
neues Gerät (TOURNESOL)	18,0	22,0	7,8	7,0	17,9	19,5	-	-	5,7	5,6	1,7	2,0
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	32,5	27,0	10,1	9,8	17,3	17,1	-	-	6,2	5,8	2,0	1,8
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	21,0	27,0	6,5	7,4	15,4	15,2	-	-	5,5	5,5	1,8	1,4
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	37,7	37,4	6,4	6,1	20,7	17,5	-	-	5,4	5,4	1,6	1,8
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	29,2	24,6	7,8	8,4	18,4	16,9	-	-	6,1	6,0	1,8	2,0
21. Juli 2004												
Standardvariante (LDURNER)	41,8	38,6	7,8	8,6	15,8	15,0	-	-	5,6	5,6	1,8	1,9
neues Gerät (TOURNESOL)	38,2	39,0	8,2	7,0	16,9	17,3	-	-	5,7	5,5	2,0	1,8
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	34,7	43,8	10,1	10,3	12,9	18,6	-	-	6,2	5,8	2,1	2,0
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	18,6	38,1	6,7	6,8	11,0	13,0	-	-	5,4	5,4	1,7	1,7
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	37,2	39,4	7,7	6,7	17,9	15,9	-	-	5,4	5,3	1,9	1,9
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	25,4	40,6	8,6	8,5	15,2	16,2	-	-	6,0	5,9	2,0	1,9
05. November 2004												
Standardvariante (LDURNER)	47,0	45,2	6,4	7,0	15,7	14,0	8,2	8,6	5,6	5,5	1,9	1,9
neues Gerät (TOURNESOL)	50,0	55,0	7,0	6,8	17,0	16,9	7,7	8,0	5,6	5,6	1,8	2,0
Versuchsgerät, Mitte mit Xylit-Abdeckung	53,0	65,1	9,4	10,5	12,3	17,5	10,0	9,7	6,3	5,8	2,1	2,1
Versuchsgerät, Mitte gezielt begrünt	41,0	65,8	5,1	5,9	13,0	13,3	7,5	7,0	5,4	5,5	1,7	1,8
Versuchsgerät, Mitte abgeflammt	59,6	63,8	6,2	6,8	19,0	14,3	8,1	7,1	5,4	5,3	2,0	1,9
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	38,1	55,6	7,1	7,5	14,9	13,0	7,7	7,7	5,9	6,0	2,0	1,8

Versuch B

Variante	N _{min} (kg/ha)		P (mg/100 g)		K (mg/100 g)		Mg (mg/100 g)		pH-Wert		Humusgehalt (%)	
	Baumstreifenbereich											
	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen	innen	außen
28. April 2004												
Standardvariante (LDURNER)	35,7	30,2	6,2	7,0	18,0	20,2	-	-	5,7	5,8	1,8	2,0
neues Gerät (TOURNESOL)	28,5	32,5	8,8	8,0	18,8	19,6	-	-	5,9	5,8	1,8	1,9
Versuchsgerät, Mitte mit Abdeckung	27,0	34,1	7,2	7,2	21,3	20,2	-	-	6,0	5,3	2,2	1,9
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	28,2	40,7	7,9	8,1	19,5	20,5	-	-	5,9	5,9	1,8	2,0
Versuchsgerät, Mitte separat gehackt	27,9	31,4	7,2	7,0	20,8	21,5	-	-	5,8	5,8	2,0	1,8
21. Juli 2004												
Standardvariante (LDURNER)	48,0	46,2	7,9	8,1	19,2	17,4	-	-	5,6	5,7	2,0	2,0
neues Gerät (TOURNESOL)	40,0	45,3	8,4	8,4	17,3	15,0	-	-	5,8	5,8	2,0	1,9
Versuchsgerät, Mitte mit Abdeckung	38,9	40,0	8,0	7,6	19,0	17,7	-	-	6,0	5,6	2,2	2,0
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	36,4	41,3	7,9	7,0	20,4	17,8	-	-	5,8	5,7	1,9	1,9
Versuchsgerät, Mitte separat gehackt	38,6	44,3	7,8	8,2	16,9	15,8	-	-	5,6	5,8	2,1	1,9
05. November 2004												
Standardvariante (LDURNER)	48,3	47,8	6,1	6,0	14,3	13,7	8,5	8,5	5,5	5,4	1,9	2,0
neues Gerät (TOURNESOL)	40,9	42,0	6,1	6,0	13,9	14,3	7,4	7,2	5,8	5,8	2,0	1,8
Versuchsgerät, Mitte mit Abdeckung	48,7	48,0	6,8	5,9	16,1	13,1	9,3	8,4	6,0	5,3	2,2	1,9
Versuchsgerät, Mitte gemulcht	41,3	52,0	6,2	6,1	17,7	13,7	9,3	8,6	5,8	5,6	2,1	1,7
Versuchsgerät, Mitte separat gehackt	45,0	54,0	6,4	6,1	16,9	13,0	8,7	8,5	5,7	5,5	2,1	1,9