

Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens bei Kernobst und Alternativen: Optimierung der bestehenden Verfahren unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten auf verschiedenen Standorten und Bodentypen

Mechanical soil treatment in pipfruit growing: Improvement of established methods on different locations and soil-types under consideration of economic aspects

FKZ: 03OE101

Projektnehmer:

Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V.
Moorende 53, 21635 Jork
Tel.: +49 4162 6016-152
E-Mail: Bastian.Benduhn@LWK-Niedersachsen.de
Internet: <http://www.oeon.de>

Autoren:

Benduhn, Bastian; Renner, Ute; Rank, Harald; Zimmer, Jürgen

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Schlußbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 03OE101

Laufzeit: 30.04.04 bis 31.12.06

Berichtszeitraum: 30.04.04 bis 31.12.06

**„Pflanzenschonende mechanische Bearbeitung des Pflanzstreifens
bei Kernobst und Alternativen: Optimierung der bestehenden
Verfahren unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten auf ver-
schiedenen Standorten und Bodentypen“**

Projektnehmer

Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V.

Bastian Benduhn

Moorende 53, 21635 Jork

Tel. +49 (0) 4162 / 60 16- 152

E-mail: bastian.benduhn@lwk-niedersachsen.de

Unterauftragnehmer

Versuchsstation für Obstbau Schlachters

Institut für Gartenbau der Staatlichen Forschungsanstalt

für Gartenbau Weißenstephan

Ute Renner

Burgknobelweg 1

88138 Sigmarzell

Tel.: 08389 / 923745

Sächsische Landeanstalt für Landwirtschaft

Fachbereich Gartenbau und Landespflege Dresden-Pillnitz

Harald Rank

Söbrigener Str. 3a

01326 Dresden

Tel.: 0351 / 2612723

Kompetenzzentrum Gartenbau im Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
-Rheinpfalz-

Jürgen Zimmer

Walporzheimer Str. 48

53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler

Tel.: 02641 / 9786-17

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	4
1.1	Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn	4
1.2	Planung und Ablauf des Projektes	5
2	Material und Methoden	6
2.1	Versuchsaufbau	6
2.1.1	Versuchsaufbau am Standort Jork	6
2.1.2	Versuchsaufbau am Standort Ahrweiler	7
2.1.3	Versuchsaufbau am Standort Dresden	9
2.1.4	Versuchsaufbau am Standort Schlachters	10
2.2	Verwendete Verfahren und Geräte	12
2.2.1	Thermische Verfahren	12
2.2.2	Mulchverfahren	14
2.2.3	Mechanische Verfahren	14
2.2.4	Sandwich-Verfahren	17
2.3	Bonituren	18
3	Ergebnisse	20
3.1	Ergebnisse am Standort Jork	20
3.1.1	Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Jork	20
3.1.2	Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Jork	20
3.1.2.1	Artenspektrum der Vegetation im Baumstreifen am Standort Jork	24
3.1.3	Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Jork	25
3.1.4	Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren am Standort Jork	28
3.2	Ergebnisse am Standort Ahrweiler	29
3.2.1	Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Ahrweiler	29
3.2.2	Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Ahrweiler	30
3.2.2.1	Unkrautbonitur im Betrieb Bert Krämer	30
3.2.2.2	Unkrautbonitur im Betrieb Johannes Nachtwey	34
3.2.3	Ergebnisse der Fruchtbonituren	37
3.2.3.1	Fruchtbonitur im Betrieb Bert Krämer	37
3.2.3.2	Fruchtbonitur im Betrieb Johannes Nachtwey	39
3.2.4	Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und –verfahren am Standort Ahrweiler	40
3.3	Ergebnisse am Standort Dresden-Pillnitz	41
3.3.1	Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Dresden-Pillnitz	41
3.3.2	Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Dresden-Pillnitz	42
3.3.3	Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Dresden-Pillnitz	45
3.3.4	Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und –verfahren am Standort Dresden-Pillnitz	48

3.4	Ergebnisse am Standort Schlachters	53
3.4.1	Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Schlachters	53
3.4.2	Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Schlachters	53
3.4.2.1	Artenzusammensetzung in der Baumzeile	55
3.4.2.2	Bearbeitungsbreite und Bodenstruktur	56
3.4.3	Vegetatives Wachstum der Versuchsanlage im Zeitraum der Versuchsanstellung am Standort Schlachters	58
3.4.4	Ergebnisse der Blütenbonitur am Standort Schlachters	59
3.4.5	Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Schlachters	60
3.4.6	Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren am Standort Schlachters	62
3.4.6.1	Verfahrensbedingte Baumschäden und Ausfälle am Standort Schlachters	62
3.4.7	Beurteilung der verschiedenen Verfahren am Standort Schlachters	64
3.5	Wirtschaftliche Bewertung der Arbeitsverfahren	68
4	Zusammenfassung	69
5	Vergleich der geplanten Ziele mit den erreichten Zielen	71
6	Übersicht der Veröffentlichungen	71
7	Literaturverzeichnis	72
8	Anhang	73
9	Dank und Ausblick	100

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

1.1 Wissenschaftlicher und technischer Stand vor Projektbeginn

Die Bearbeitung des Baumstreifens zur Regulierung des Krautbewuchses ist ein Kernproblem des Ökologischen Erwerbsobstbaus von extrem hoher Relevanz. Da die Anwendung von Herbiziden im Rahmen des Ökologischen Anbaus nicht gewollt und durch die EU-Verordnung 2092/91 untersagt ist, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Nährstoff- und Wasserkonkurrenz der Kulturpflanzen durch einen unkontrollierten Krautbewuchs zu unterbinden. Die mechanische Bodenbearbeitung hat einen wesentlichen Anteil am Minderertrag im ökologischen Kernobstanbau, was aus Versuchsergebnissen im integrierten Obstbau auf dem Versuchsbetrieb Esteburg der Landwirtschaftskammer Hannover abgeleitet werden kann (Stehr 2004).

Es haben sich verschiedene mechanisch arbeitende Geräte in der Praxis durchgesetzt, die zwar den vorhandenen Krautbewuchs weitestgehend beseitigen können; allerdings verursacht die mechanische Bodenbearbeitung erhebliche direkte Kosten, und je nach Arbeitsqualität der Geräte ist weiterhin ein hoher Bedarf an Handarbeit erforderlich.

Die Beschädigung und komplette Zerstörung von Bäumen durch die von Gerät zu Gerät unterschiedlich grob arbeitenden Werkzeuge beeinflussen zudem in unmittelbarer Weise die Rentabilität einer Anlage.

In Deutschland wurden in der Vergangenheit in unterschiedlichen Versuchen Geräte zur mechanischen Bodenbearbeitung im Baumstreifen auf ihre Eignung getestet. In der Regel wurden dabei einzelne Geräte isoliert für einen kleinen Ausschnitt der betrieblichen Realität untersucht und bewertet (Haug 2001, 2002). In den vergangenen Jahren erschienen auf dem europäischen Markt neue mechanische Gerätetypen (Tournesol, ÖKO-Mower, Radius NG, Biomulch USA), technische Weiterentwicklungen bewährter Geräte (Ladurner, Spedo), thermische Geräte (Infrarot, Heißschaum) und Verfahren zur Abdeckung des Baumstreifens mit unterschiedlichen Materialien, die die Diskussion neu belebten.

Ibenthal (2002) fasst im Rahmen des F+E-Projektes „Beikrautregulierung im Öko-Obstbau durch Anwendung von thermischen Verfahren im Vergleich zu mechanischen Verfahren“ zusammen, dass das thermische Verfahren mit Infrarottechnik als Ergebnis des Forschungsprojektes zwar ökologisch wie ökonomisch am vorteilhaftesten zu sein scheint. Er schränkt seine Aussage aber ein mit dem Hinweis, dass die unzureichend untersuchte Ertragslage und Gesundheit der Bäume in Folge der durch die thermischen Behandlung entstandenen Rinderrisse im unteren Stammbereich längerfristig beobachtet werden müssen.

Die hierzu nachträglich erfolgten Beobachtungen der teilnehmenden Betriebsleiter weisen auf überdurchschnittlich hohe Baumausfälle durch frühzeitiges Absterben in den Versuchspartellen hin.

Eine zukünftige optimale Bestandsführung sieht Ibenthal (2002) in der Kombination aus mechanischen und thermischen Verfahren.

Eine vergleichende Untersuchung zum aktuellen Stand der technisch verschiedenen Geräte sowie die Erarbeitung von Strategien zur angepassten Bearbeitung (Vegetationsstand und Alter der Anlage, Bodeneigenschaften) steht derzeit aus.

Erwartete Erfolge einer verbesserten, weil pflanzenschonenderen Bearbeitung des Pflanzstreifens durch eine Steigerung der Erträge würden einen wesentlichen Beitrag zur Senkung des Produktionsrisikos in den Anbausystemen des ökologischen Kernobstanbaus bedeuten.

1.2 Planung und Ablauf des Projektes

Mit Beginn des Projektes wurden an allen vier Standorten Versuchsanlagen (Blockanlagen) auf den Flächen der Versuchsanstalten oder in Kernobstanlagen von Praxisbetrieben eingerichtet. Alle Versuchsflächen sind voll umgestellte Anbauflächen im Sinne der EG-Bio-VO 2092/91. Die am jeweiligen Standort geplanten Bearbeitungsvarianten des Baumstreifens werden vierfach wiederholt.

Die Aufsicht über die Bearbeitung der einzelnen Varianten oblag den Projektbetreuern vor Ort, die Koordinierung der Standorte untereinander erfolgte durch den Antragsteller. Die regelmäßige Datenerfassung während des Bearbeitungsvorganges, am Boden und an den Pflanzen erfolgt zu den nachfolgenden abgestimmten Parametern (identische Boniturbögen, siehe Anhang):

Standard-Bodenuntersuchung und Humusgehalt in % organischer Substanz

Blütenbesatz (Boniturnote 1-9), Ertrag, Fruchtqualität (Fruchtgröße, Fruchtanzahl, Ausfärbung, Schalenbeschaffenheit)

- Baumentwicklung: Stammdurchmesser in 20 cm über der Veredlungsstelle in Reihengerichtung gemessen, Messung des Kronenvolumens, jeweils jährlich zum Frühjahr
- Merkmale zur Verfahrenstechnologie: Handhabung der Technik, praktischer Einsatz im Gelände, mögliche Fahrgeschwindigkeiten, Einfluss von Witterung, Bodenart, Unkrautdichte usw. auf Qualität und Wirksamkeit der Bodenbearbeitung (z. B. Bodenstruktur, Bodenverschiebungen wie Rinnen- oder Dammbildung), Gefahr von Stamm- und Wurzelverletzungen, Baumausfälle, Wühlmausaktivitäten, Krankheitsbefall (besonders Rindenkrankheiten im Stammbereich), Material-, Reparatur- und Arbeitszeitaufwand
- Allgemeine Unkrautentwicklung (Bekämpfungswirkung, Artzusammensetzung, Bewuchsdichte)
- Unkrautregulierung im Stammbereich (Größe der Restflächen, notwendiger verbleibender Handarbeitsaufwand in AKh/Jahr)

Im Verlaufe des Forschungsprojektes sollten durch die Versuchspraxis Erkenntnisse gewonnen werden, die Einfluss auf die weitere Entwicklung der Versuchsarbeit nehmen sollten, um Antworten geben zu können auf die nachfolgende Liste der Ziele im Projekt:

- Rationalisierung der Pflanzstreifenbearbeitung
- Verbesserung der technischen Eigenschaften der Geräte
- Vergleichende Bearbeitung von Anlagen unterschiedlichen Alters
- Einfluss auf den Fruchtansatz bei Bearbeitungen vor, während und nach der Blüte
- Bodenart- und Witterungsabhängigkeit der unterschiedlichen Verfahren
- Entwicklung von Bearbeitungsstrategien (2. und 3. Versuchsjahr) im Verlaufe einer Vegetationsperiode in Abhängigkeit von dem Alter der Anlage, dem Zustand des Bodens (Bodenart, Witterung) und dem Zeitpunkt innerhalb der Vegetation mit der jeweils geeigneten Technologie.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsaufbau

Der Versuch fand dezentral an vier Standorten im Bundesgebiet statt. Die Standorte mit den jeweiligen Arbeitsverfahren werden im Folgenden dargestellt:

2.1.1 Versuchsaufbau am Standort Jork (Nicole Fieger-Metag, B. Benduhn)

Bodenart: sandiger Lehm, Elbmarsch
Jahresniederschlag: 800 mm
Jahresdurchschnittstemperatur: 8,5 °C
Anzahl der Varianten: 8
Exaktversuch am Versuchsbetrieb Esteburg des OVB Jork (Bioland-Betrieb)
Sorte: Elstar, Unterlage M9, Pflanzjahr 1998
Pflanzabstand: 3,50 m x 1,00 m
Unterstützungsgerüst: Drahtgerüst mit Tonkingstab

Forschungsschwerpunkte im Projekt:

Ertrags- und Baumentwicklung optimieren, Kostensenkung durch Minimierung des Handarbeitsaufwandes, Verbesserung der technischen Eigenschaften der Geräte, Thermische Verfahren/Infrarottechnik

Versuchsaufbau: 8 Varianten x 4 Wiederholungen x 10 Bäume

Tab. 1: Versuchsvarianten am Standort Jork

Nr.	Bezeichnung	Funktionsweise / Technologie
1	Ladurner Kreiselkrümmer	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (zwei rotierende Hackschare) und Tastarmsteuerung
2	Pellenc Tournesol	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (rotierender Hackschar unter Kunststoffglocke) ohne Tastarmsteuerung
3	Spedo-Scheibenegge	Bodenbearbeitungsgerät mit passivem Werkzeug und Tastarmsteuerung
4	Aedes	Kombination aus Mulchgerät und Rotorkopf mit Gummifäden zur Beseitigung des Aufwuchses in der Baumzeile
5	InfraPlus	Thermisches Gerät zur Vegetationskontrolle durch Infrarot-Strahlung
6	Handhacke	Manuelle Beseitigung des Aufwuchses (Qualitätskontrolle)
7	Mulchfolie (Mypex)	Mulchverfahren mit Hilfe von Bändchengewebe (Unterdrückung des Aufwuchses durch Lichtentzug)
8	Kombination	Kombinierte Anwendung verschiedener Geräte und Verfahren, angepasst an Standort und Vegetationsbedingungen

2.1.2 Versuchsaufbau am Standort Ahrweiler, Rheinland (J. Zimmer)

Bodenart: sandiger Lehm
Jahresniederschlag: 630 mm
Jahresdurchschnittstemperatur: 10,2 °C
Anzahl der Varianten: 9
Exaktversuch auf den Betrieben Bert Krämer und Johannes Nachtwey (Bioland-Betrieb)
Sorte: Braeburn, Unterlage M9, Pflanzjahr 2001/2
Pflanzabstand: 3,00 m x 1,00 m
Unterstützungsgerüst: Drahtgerüst mit Tonkinstab

Forschungsschwerpunkte im Projekt:

Untersuchungen zum Fruchtansatz bei Bearbeitungen vor der Blüte
 Rationalisierung der Bearbeitung
 Versuchsaufbau: 9 Varianten x 4 Wiederholungen x 10 Bäume

Tab. 2: Versuchsvarianten am Standort Ahrweiler

Nr.	Bezeichnung	Funktionsweise / Technologie
1	Ladurner Kreiselkrümmer	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (zwei rotierende Hackschare) und Tastarmsteuerung
2	Spedo-Scheibenegge	Bodenbearbeitungsgerät mit passivem Werkzeug und Tastarmsteuerung
3	Pellenc Tournesol	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (rotierender Hackschar unter Kunststoffglocke) ohne Tastarmsteuerung
4	Miscanthus-Abdeckung	Abdeckung mit Miscanthusstroh (Mulchvariante)
5	Müller-Schar	Werkzeugkombination aus Flachschar und Unkrautrotor mit Tastarmsteuerung.
6	Lappentechnik (umgebauter Müller-Schar)	Aktives Werkzeug, kein direkter Eingriff in obere Bodenschicht
7	Handhacke	Manuelle Beseitigung des Aufwuchses (Qualitätskontrolle)
8	Mulchfolie (Mypex)	Mulchverfahren mit Hilfe von Bändchengewebe (Unterdrückung des Aufwuchses durch Lichtentzug)
9	Kombination	Kombinierte Anwendung verschiedener Geräte und Verfahren, angepasst an Standort und Vegetationsbedingungen

2.1.3 Versuchsaufbau am Standort Dresden-Pillnitz, Sachsen (H. Rank)

Bodenart: Rotliegendes (Ton)
 Jahresniederschlag: 600 mm
 Jahresdurchschnittstemperatur: 9,7 °C
 Anzahl der Varianten: 8
 Exaktversuch auf dem Biobetrieb der Helene Meyer Stiftung (GÄA-Betrieb)
 Sorte: Reanda, Unterlage M9, Pflanzjahr 1998
 Pflanzabstand: 3,50 m x 1,25 m; Unterstützungsgerüst: Drahtgerüst, Tonkinstab
 Versuchsaufbau: 8 Varianten x 4 Wiederholungen x 10 Bäume

Forschungsschwerpunkte im Projekt:

Verfahrensoptimierung (Kostensenkung, Minimierung des Handarbeitsaufwandes), Verbesserung der technischen Eigenschaften der Geräte, Ertrags- und Baumentwicklung, Entwicklung der Unkrautflora

Tab. 3: Versuchsvarianten am Standort Dresden

Nr.	Bezeichnung	Funktionsweise / Technologie
1	Spedo-Scheibenegge	Bodenbearbeitungsgerät mit passivem Werkzeug und Tastarmsteuerung
2	Pellenc Tournesol	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (rotierender Hackschar unter Kunststoffglocke) ohne Tastarmsteuerung
3	Sandwichverfahren: Mittelstreifen mit RADIUS NG-Scheibenmulcher	starres Gerät mit passiven Werkzeugen (Gänsefußschar, Sternrollhacken) zur seitlichen Bearbeitung neben den Bäumen; Mittelstreifen mit Radius NG gemulcht
4	Sandwichverfahren: Mittelstreifen mit RADIUS NG-Scheibenkreisel	starres Gerät mit passiven Werkzeugen (Gänsefußschar, Sternrollhacken) zur seitlichen Bearbeitung neben den Bäumen; Mittelstreifen mit Radius NG gehackt
5	Sandwichverfahren: Mittelstreifen mit Mulchmaterial abgedeckt	starres Gerät mit passiven Werkzeugen (Gänsefußschar, Sternrollhacken) zur seitlichen Bearbeitung neben den Bäumen; Mittelstreifen mit Xylit "grob" abgedeckt
6	Sandwichverfahren: Mittelstreifen mit Mulchmaterial abgedeckt	starres Gerät mit passiven Werkzeugen (Gänsefußschar, Sternrollhacken) zur seitlichen Bearbeitung neben den Bäumen; Mittelstreifen mit Xylit "fein" abgedeckt
7	Mulchfolie (Mypex)	Mulchverfahren mit Hilfe von Bändchengewebe (Unterdrückung des Aufwuchses durch Lichtentzug)
8	Kombination	Kombinierte Anwendung verschiedener Geräte und Verfahren, angepasst an Standort und Vegetationsbedingungen

Als Besonderheit am Standort Dresden-Pillnitz muss unter anderem der sehr schwere Boden (sandiger Lehm, stellenweise Ton) gesehen werden. Daraus resultierte regelmäßig, in Abhängigkeit der Bodenfeuchtigkeit, ein sehr schmales Zeitfenster, in dem Bearbeitungsgänge überhaupt möglich waren. Oft waren nur vergleichsweise geringe Flächenleistungen am Standort Pillnitz zu erzielen, da bedingt durch die Bodeneigenschaften nur sehr geringe Fahrgeschwindigkeiten möglich waren.

2.1.4 Versuchsaufbau am Standort Schlachters, Bodenseeregion (U. Renner)

<i>Bodenart:</i>	sandiger Lehm, humos
<i>Jahresniederschlag:</i>	1400-1600 mm
<i>Jahresdurchschnittstemperatur:</i>	8,8 °C
<i>Anzahl der Varianten:</i>	9
<i>Exaktversuch auf dem Versuchsbetrieb Schlachters (Bio nach EU-VO)</i>	
<i>Sorte:</i> Topaz, Unterlage M9, Pflanzjahr 2000/1	
<i>Pflanzabstand:</i> 3,20 m x 1,00 m; Unterstützungsgerüst: Drahtgerüst, Pfahlabstand 5m, Hagel-schutznetz vorhanden	

Forschungsschwerpunkte im Projekt:

Untersuchungen zur Entwicklung des Humusgehaltes

Untersuchungen zur Bodenaktivität

Vergleich der Bearbeitung von Anlagen mit unterschiedlichem Stützgerüst.

Versuchsaufbau: 9 Varianten x 4 Wiederholungen x 10 Bäume

Der Standort Schlachters liegt 525 m ü. NN und zeichnet sich durch hohe Niederschlagsmen-gen von 1400 bis 1600 Liter pro m² im Jahr aus. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,8 °C und im Durchschnitt scheint die Sonne an 1700 Stunden im Jahr. Der Boden ist ein sandiger Lehm mit guter Nährstoff- und Wasserhaltekraft. Durch den leichten südlichen Hang erwärmt sich der Boden im Frühjahr zügig und die hohen Regenmengen können abfließen. An den flacheren Stellen entwässert eine Drainage den Boden.

Der Versuch wurde im Quartier F angelegt. Abweichend von den übrigen Versuchsquartieren ist hier der Boden weniger tiefgründig, zum Teil kiesig und stark humos mit einem Humusgehalt von 4 – 8 % org. Substanz. Die Fläche wird seit 2000 nach EG-ÖKO-Verordnung 2092/91 biologisch bewirtschaftet. Das darauf erzeugte Obst darf seit 2003 den Hinweis auf den ökologischen Landbau tragen.

Die Versuchsfläche ist seit Frühjahr 2001 mit der schorfbroben Apfelsorte 'Topaz' auf der Unterlage M 9 bepflanzt. Die Bäume stehen im Abstand von 3,20 x 1,00 m an einem Spann-draht-Gerüst und sind durch „Baumfix“ befestigt. Die Gerüstpfähle stehen im Abstand von 5 m. Die ca. 100 m langen Baumreihen sind durch ein graues Hagelnetz geschützt.

Im Pflanzjahr erhielt der Baumstreifen eine 4 cm hohe Abdeckung mit Seeholzhäcksel. Bis zum Versuchsbeginn wurde der Boden mit dem Ladurner Krümmler bearbeitet. Die Unkrautin-seln um den Stamm wurden mit der Handhacke beseitigt.

Die verschiedenen Geräte und Verfahren wurden von Juni 2004 bis Dezember 2006 auf Par-zellen von 20 m Länge in den Reihe 4 bis 13 angewendet. Die Messungen und Bonituren er-folgten in Kernparzellen mit 10 markierten Bäumen.

Tabelle 4: Versuchsvarianten am Standort Schlachters

Nr.	Bezeichnung	Funktionsweise / Technologie
1	Ladurner Kreiselkrümmer	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (zwei rotierende Hackschare) und Tastarmsteuerung
2	Spedo-Scheibenegge	Bodenbearbeitungsgerät mit passivem Werkzeug und Tastarmsteuerung
3	Pellenc Tournesol	Bodenbearbeitungsgerät mit aktivem Hackwerkzeug (rotierender Hackschar unter Kunststoffglocke) ohne Tastarmsteuerung
4	Abflammgerät (Thermische Variante)	Abflammgerät Typ FH Weihenstephan, Unkrautbekämpfung mit direkter Flamme
5	Grüngutkompost (unge-siebt)	Organische Mulchabdeckung zur Unkrautunterdrückung
6	Öko-Mower	Gerät zum oberirdischen Abschlagen der Vegetation
8	Mulchfolie (Mypex)	Mulchverfahren mit Hilfe von Bändchengewebe (Unterdrückung des Aufwuchses durch Lichtentzug)
9	Gerätekombination	Kombinierte Anwendung verschiedener Geräte und Verfahren, angepasst an Standort und Vegetationsbedingungen

2.2 Verwendete Verfahren und Geräte

Im Folgenden sollen die im Rahmen der Versuchsanstellung zum Einsatz gekommenen Geräte und Verfahren vorgestellt werden. Zur besseren Übersicht sind die Geräte nach Wirkungsmechanismen und Arbeitsweisen zusammengefasst.

2.2.1 Thermische Verfahren

Bei den thermischen Verfahren beruht die Wirkung auf die Begleitvegetation auf der Denaturierung des Eiweißes bei Temperaturen über 45° C, sowie auf der Zerstörung von Zellmembranen in der Pflanze. Im Versuch wurden zwei Geräte getestet, die auf unterschiedliche Weise funktionieren. Beim Abflämmgerät vom Typ Weihenstephan (Abb. 1) wird das Unkraut mit direkter Flamme bekämpft. Als Brennstoff wird Propangas eingesetzt, Propan ist bei geringem Überdruck und normaler Temperatur flüssig und wird in Stahlflaschen gehandelt. Die am Gerät installierten Stabbrenner erzeugen eine relativ hohe Temperatur von ca. 1800° C. Diese hohe Ausgangstemperatur sorgt dafür, dass auch am Boden, in direkter Nähe zu den Pflanzen noch eine vergleichsweise hohe Temperatur von ca. 300-400° C herrscht (Dierauer, 2002), wodurch bei den Verfahren mit offener Flamme höhere Geschwindigkeiten möglich sind.



Abb. 1: Abflämmgerät vom Typ „Weihenstephan“, Unkrautbekämpfung mit direkter Flamme

Prinzipiell gilt, dass die Pflanzen unterschiedlich sensibel auf thermische Behandlung reagieren, hierfür sind morphologische Unterschiede verantwortlich, besonders die unterschiedlich starke Behaarung der Pflanzen, aber auch die Ausbildung der Kutikula sowie die eventuelle Ausbildung von Rhizomen. Bei Wurzelunkräutern ist prinzipiell eine mehrmalige Behandlung notwendig, da diese sich andernfalls rasch regenerieren. Eine besondere Rolle bei den thermischen Verfahren spielt der Einsatzzeitpunkt, zum einen müssen die Unkräuter bereits aufgelaufen sein, zum anderen darf es, besonders bei Unkrautdecken mit einem hohen Grasanteil noch nicht zur Bildung einer zu dichten Grasdecke gekommen sein. Bei der Behandlung selbst sollte die Vegetation nicht zu feucht sein, da verdunstendes Wasser den Wirkungsgrad spürbar absenkt. Im Gegensatz zu den mechanischen Varianten haben die thermischen Verfahren den Vorteil, dass der Boden nicht bewegt wird. So sind diese Verfahren auch auf

schweren Böden nach längeren Trockenphasen einsetzbar, bzw. auch dann, wenn bei den mechanischen Werkzeugen die Gefahr des Verschmierens höher wird.

Im Gegensatz zum Verfahren mit direkter Flamme, wie beim Abflämmgerät Weihenstephan, das am Standort Schlachters eingesetzt worden ist, kommt beim Gerät Infra-Plus (Abb. 2),



welches in Jork zum Einsatz kam, das Prinzip der indirekten Wärmestrahlung zum tragen. Bei diesem Gerät erhitzen Gasbrenner eine Metallplatte, die parallel zur Baumzeile über den Pflanzstreifen geführt wird. Der Vorteil der indirekten Wärmestrahlung liegt in einer effizienteren Energieausnutzung, was ein gewisses Einsparpotential mit sich bringt. Nachteil ist die geringere Fahrgeschwindigkeit, die aus der niedrigeren Temperatur des Verfahrens resultiert. Liegt die Temperatur des Brenners beim direkten Verfahren bei ca. 1800 Grad, so entwickeln sich an der Platte des indirekten Gerätes nur Temperaturen von ca. 925° C. Des weiteren kommt es zu weniger Hitzeverwirbelungen im Bereich des Unkrautes als bei den direkten Brennern, was zur Folge hat, dass Unkräuter, die im Temperaturschatten von größeren Pflanzen liegen, weniger gut erfasst werden können. Den Effekt des Gerätes Infra-Plus auf die Vegetation zeigen die Abbildungen 3 und 4.

Abb. 2: Infra-Plus-Gerät, Infrarottechnik



Abb. 3: Effekt Infra-Plus nach 20 min

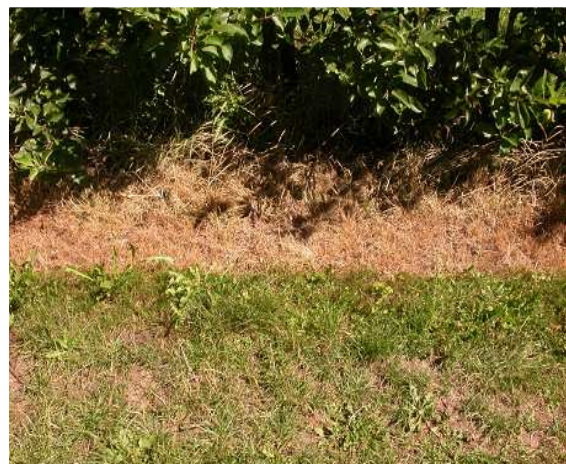


Abb. 4: Effekt Infra-Plus nach 48 h

2.2.2 Mulchverfahren

Im Versuch sind verschiedene Mulchverfahren zur Anwendung gekommen, die Wirkungsweise auf das Unkraut besteht im Lichtentzug. Neben der Mulchfolie Mypex, die an allen vier Standorten zum Einsatz kam, sind verschiedene organische Materialien auf ihre Eignung als Abdeckungsmaterial hin untersucht worden. Abbildung 5 zeigt eine Variante am Standort Schlachters in der Kompost eingesetzt wurde.



Abb. 5: Einsatz von Kompost als Mulchmaterial am Standort Schlachters

2.2.3 Mechanische Verfahren

Grundsätzlich lassen sich verschiedene Arbeitsweisen bei den mechanischen Bodenbearbeitungsgeräten unterscheiden. Neben den Werkzeugen mit rotierenden Hackscharen (Kreiselgeräte, z.B. Ladurner-Kreiselkrümmer, Pellenc-Tournesol), sind Geräte zum Unterschneiden (Müller-Gerät) als auch Scheibeneggen (Spedo) erhältlich. Im Folgenden sind die Geräte beschrieben, die an annähernd allen Standorten Teil der Versuchsanstellung waren.

Ladurner-Kreiselkrümmer

Das Gerät ist mit Tastertechnologie ausgestattet, die Montage am Schlepper erfolgt in der Dreipunktaufhängung am Heck. Zwei rotierende Hackschare, die versetzt hinter einander an einem klappbaren Werkzeugarm angeordnet sind, kreiseln im Betrieb flach den Boden und arbeiten dabei die Vegetation flach ein, bzw. legen gelöstes Unkraut ab (Abb. 6). Der Antrieb der Kreisel erfolgt über Hydraulikmotoren am Gerät, schlepperseitige Hydraulikanschlüsse sind zum Betrieb nicht nötig. Abgesehen von der Zapfwelle ist ein 12-Volt-Anschluß für die elektronische Steuerung des Gerätes am Schlepper nötig. Die Steuerung erfolgt über einen am

Schlepper zu montierenden Steuerblock. Neben Ein- und Ausschwenken des Werkzeugarmes kann der Arm senkrecht angehoben werden (Transport auf der Straße), sowie seitlich geneigt werden, was das Arbeiten in Dammkulturen ermöglicht. Der vordere Kreisel schwenkt tastergesteuert in die Baumzeile ein und aus, während der hintere Kreisel ohne Tastarmsteuerung eine gerade Arbeitskante zwischen bearbeiteter Baumzeile und Fahrgasse erzeugt. Durch die Länge des Werkzeugarmes, der vom im Heck montierten Gerät, parallel zur Fahrriichtung des Schleppers nach vorne reicht, liegen während des Arbeitsdurchganges die Werkzeugköpfe im Blickfeld des Fahrers, dies ermöglicht ein sofortiges Reagieren und Korrigieren über den Steuerblock, sofern der Schlepper „aus der Spur“ laufen sollte. Die Arbeitsgeschwindigkeit liegt je nach Bodenverhältnissen, Anlage und Fahrvermögen des Anwenders bei 2,4 bis maximal 4,8 km/h (Klopp und Maxin, 2004). Seit neuestem ist eine Version des Gerätes mit zwei Werkzeugarmen zur beidseitigen Bearbeitung erhältlich.



Abb. 6: Steuerbarer Werkzeugarm des Ladurner-Kreiselkrümlers, gut erkennbar der vordere tastarmgesteuerte Kreisel sowie der leicht versetzt dahinter laufende zweite Kreisel

Pellenc-Tournesol

Das Gerät Pellenc-Tournesol wurde in Frankreich zur Bodenbearbeitung im Weinbau entwickelt. Es kann sowohl im Heck-, Front- oder Zwischenachsenanbau montiert werden. Der eigentliche Gerätekopf besteht aus einer drehbaren Gummiglocke, unter der sich hydraulisch angetriebene Messer befinden (Abb. 7). Die Gummiglocke gleitet im Betrieb über den Boden, während die darunter befindlichen, rotierenden Messer die Bodenbearbeitung durchführen. Das Gerät arbeitet ohne Tastarm. Das Einschwenken des Werkzeugkopfes am Stamm erfolgt allein durch den Widerstand am Baumstamm, um den die Kunststoffglocke beim Auftreffen herumrollt. Weiter hat die Glocke die Funktion, zu starke Erdbewegungen in der Baumzeile zu verhindern. Die Bearbeitungstiefe wird durch die Wahl der verschiedenen Typen an Hackscharen festgelegt, es sind Tiefen bis 7 cm möglich, die Breite des Streifens liegt bei 50 cm. Ein massiver, 60 kg schwerer Gleitkörper läuft vor den Werkzeugen und positioniert diese in der Reihe. Der Werkzeugkopf kann nicht aktiv „in den Boden“

gedrückt werden. Schlepperseitige Voraussetzung für den Betrieb des Gerätes ist neben der Montagemöglichkeit eine relativ leistungsfähige Hydraulikanlage (ab 50 l/min Förderleistung), ausgestattet mit aktivem Vor- und Rücklauf sowie einem drucklosen Rücklauf.



Abb. 7: Pellenc-Tournesol: Werkzeugkopf unter Kunststoffglocke

Scheibenegge Spedo & Figli

Das Gerät verfügt je nach Typ und Ausführung über 3-5 Scheiben, die hintereinander montiert sind. Prinzipiell sind mit dem Gerät, je nach Montage der Scheiben, zwei unterschiedliche, voneinander getrennt zu betrachtende Arbeitsgänge möglich. Zum einen kann, mit Unterstützung von Tastertechnologie, Erde flach aus der Baumzeile herausgezogen werden. Beim Herausziehen der Erdschollen werden diese umgeworfen, so dass die Unkräuter komplett gedreht werden. Bei diesem Arbeitsverfahren sind nur geringe Geschwindigkeiten zwischen 2,0 und 3,0 km/h möglich.

In einem weiteren Arbeitsgang kann ohne Tastereinsatz Erdmaterial wieder in die Baumzeile hinein geworfen werden. Dabei sind Geschwindigkeiten von bis zu 9 km/h möglich und auch nötig, da ansonsten die umgeklappten Erdschollen „zu wenig Schwung“ mitbringen, und zurückfallen. Das Erdmaterial wird jetzt auf das in der Baumzeile befindliche Unkraut geworfen und mulcht dieses im Prinzip ab. Der Antrieb des Gerätes erfolgt über die Zapfwelle.

2.2.4 Sandwichverfahren

Das Sandwichverfahren wurde ursprünglich am FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick) entwickelt. Dabei wird lediglich parallel zur Baumzeile eine Bearbeitung mit Hackgeräten vorgenommen. Das Ein- und Ausschwenken der Werkzeugköpfe zwischen den Bäumen entfällt, dadurch sind deutlich höhere Fahrgeschwindigkeiten möglich. Weitere Vorteile des Verfahrens liegen in der Vermeidung von Schäden am Stamm und der Verringerung des Fallobstaukommens im Bereich der Vorernte.

Der in der Mitte verbleibende, unbearbeitete Streifen wird entweder mit organischem Material abgedeckt oder in eine Dauerbegrünung überführt. Durch den sehr schmalen Abdeckstreifen (ca. 40-50 cm) und in Verbindung mit der regelmäßigen seitlichen Bodenbearbeitung wird eine geringere Mäusegefährdung gegenüber ganzflächiger Baumstreifenabdeckung erwartet. Versuche haben gezeigt, dass durch die zusätzliche Vegetation keine signifikanten Ertragseinbußen festzustellen sind (SCHMID et al. 2004).

Am Standort Pillnitz ist die Abdeckung des Mittelstreifens unter anderem mit Xylit vorgenommen worden (Abb. 8). Xylit ist ein Abfallprodukt aus der Braunkohलगewinnung und besteht aus fossilen Holzresten. Die Wirkungsweise als Abdeckmaterial ist mit Rindenmulch vergleichbar. Hervorzuheben ist die wesentlich längere Haltbarkeit gegenüber Rindenmulch, die aus der eingeschränkten biologischen Abbaubarkeit, sowie aus der Resistenz gegenüber Fäulnis- und Pilzbefall resultiert. In Vorversuchen am Standort Dresden-Pillnitz wurde festgestellt, dass eine feinere Körnung des Materials Vorteile bei der Unterdrückung der Begleitvegetation mitbringen (Rank, H u. Görne W., 2004).

Zur Bearbeitung des Seitenstreifens neben der Baumzeile kam eine Eigenentwicklung des Standort Dresden-Pillnitz zum Einsatz. Das Gerät besteht aus einer Kombination von Gänsefußschar und nachlaufenden Sternrollhacken, siehe Abb. 42, Seite 50.



Abb. 8: Mittelstreifenabdeckung mit Xylit beim Sandwichverfahren

2.3 Bonituren

Im Rahmen der Versuchsanstellung wurde die Wirkung der Verfahren auf die Begleitvegetation bonitiert. Der durch die Geräte zu bearbeitende Bereich wurde dabei in drei Bereiche aufgeteilt:

1. Seitlich neben den Stämmen
2. Zwischen den Stämmen
3. Direkter Stammbereich

Seitlich neben den Stämmen und zwischen den Stämmen, also im Einschwenkbereich der mechanischen Werkzeuge, wurde die Höhe des Unkrautes in Zentimeter, der Bedeckungsgrad in Prozent sowie die Dichte des Bewuchses mit Hilfe einer Boniturnote beschrieben.

Im Rahmen der Bonituren wurden Boniturrahmen eingesetzt (Abb. 9 u. 10), diese Rahmen sind wiederum in kleinere Felder (Teilbereiche) unterteilt worden. Für das prozentuale Maß der Bedeckung wurde betrachtet, in wie vielen dieser Teilbereiche Unkraut vorhanden war. War in allen Bereichen Bewuchs zu finden, so ist hier 100 % anzusetzen gewesen. Im zweiten Schritt wurde daraufhin die Dichte des Bewuchses nach dem im Folgenden beschriebenen Boniturschlüssel eingeschätzt.

Boniturnoten für die Bewuchsdichte:

9= sehr locker

8= locker bis sehr locker

7= locker

6= mittel bis locker

5= mittel

4= mittel bis dicht

3= dicht

2= dicht bis sehr dicht

1= sehr dicht



Abb. 9 u. 10: Die Varianten Abflammen und Kontrolle im direkten Vergleich während der Bonituren dargestellt

Im direkten Stammbereich wurden die sog. „*stammnahen Unkrauthorste*“ als direkte Verursacher der zeit- und kostenintensiven Handarbeit in ihrer Ausdehnung nach Durchmesser und Höhe, jeweils in Zentimeter erfasst sowie wiederum die Dichte nach oben beschriebenem Boniturschlüssel erfasst.

Um mögliche schädigende Effekte der verschiedenen Geräte und Verfahren im Rahmen der Versuchsanstellung erfassen zu können, wurden die Schäden am Stamm sowie etwaige sichtbare Wurzelbeschädigungen erfasst und dargestellt. Auch Folgeschäden, die im direkten Zusammenhang mit der jeweiligen Technik entstanden sind, hier sind vornehmlich die Schäden durch Mäuse in den Mulchvarianten zu nennen, wurden erfasst.

Einen weiteren Schwerpunkt der Bonituren bildete die Erfassung der Artenspektren in der Baumzeile an den jeweiligen Standorten. Zum einen sollte erfasst werden, inwieweit die einzelnen Verfahren bestimmte Arten fördern, bzw., ob einige Arten untergehen. Zum anderen ist die beurteilende Betrachtung der Arbeitsverfahren und Geräte unter Berücksichtigung der Arten in der Baumzeile sinnvoller, da es ausgesprochene Problemunkräuter gibt, deren Bekämpfung ungleich schwieriger ist als die anderer Arten.

Um festzustellen, ob aus den Verfahren Auswirkungen auf das Ertrags- oder Qualitätsverhalten resultieren, wurden die Erntemengen in kg/Baum, der Anteil der Deckfarbe der Früchte und das durchschnittliche Fruchtgewicht ermittelt. Ergänzend fanden Blühstärkenbonituren statt.

Am Standort Dresden-Pillnitz, wo die Verfahrensoptimierung Teil der Versuchsanstellung war, wurde zudem noch der Arbeitsaufwand sowie die Kosten der einzelnen Verfahren festgehalten und dargestellt.

3. Ergebnisse

Aufgrund des späten Versuchsbeginns im Jahr 2004, in der laufenden Vegetationsperiode, waren Auswirkungen durch die Bearbeitung auf das Ertragsverhalten im Jahr 2004 nicht mehr zu erwarten. Daher sind im Folgenden, bezüglich des Ertragsverhaltens der Versuchsanlagen, oftmals lediglich die Jahre 2005 und 2006 dargestellt. An den Standorten, an denen auch das Jahr 2004 dargestellt wurde, ist davon auszugehen, dass etwaige Unterschiede im Ertrags- und Qualitätsverhalten nicht auf die Bearbeitungen zurückzuführen sind.

3.1 Ergebnisse am Standort Jork

3.1.1 Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Jork

Die Entnahme der Proben fand am 19.7.2004 in 0–30 cm Bodentiefe statt, dabei wurden die Proben sowohl zwischen den Bäumen in der Baumzeile, als auch im Bereich der Fahrgassen genommen.

Insgesamt wurden am Standort Jork 12 Proben genommen. Die Ergebnisse werden an dieser Stelle zur besseren Anschaulichkeit zusammengefasst.

Die Auswertung der Proben erfolgte im Zeitraum vom 21. Juli 2004 bis zum 28. Juli 2004 durch das Institut für Boden und Umwelt der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Nord-West (LUFA Nord-West).

Untersucht wurden die Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium, der Humusgehalt sowie der pH-Wert.

Der Boden wurde als sandiger Lehm eingestuft. Der Phosphorgehalt liegt mit 5 mg in 100 g Trockenmasse im niedrigen Bereich, wohingegen der Kaliumgehalt mit 16 mg/100 g Trockenmasse hoch und der Magnesiumgehalt mit 29 mg/100 g Trockenmasse sehr hoch ist (QUAST, 1986).

Der Boden ist mit einem Humusanteil von 6,1 % im Durchschnitt der Proben stark humos. Der pH-Wert liegt mit einem Wert von 5,9 geringfügig über dem angestrebten Wert von 5,5. Mangelerscheinungen sind in diesem Bereich noch nicht zu erwarten.

Tab. 5: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am Standort Jork

Phosphor *	Kalium*	Magnesium*	Humus %	pH-Wert
5	16	29	6,1	5,9

* Angaben in mg/100 g

3.1.2 Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Jork

Am Standort Jork wurde im Jahr 2005 die Unkrautentwicklung im Baumstreifen zwischen den Bäumen bonitiert. Keinen Unkrautbewuchs wies die Variante „Mulchfolie“ auf, da der Bereich zwischen den Stämmen komplett von der Folie bedeckt wurde.

Die Varianten „Ladurner“, „Pellenc“, „Handhacke“ und „Kombination“ wiesen 2005 Bedeckungsgrade von 38 % („Handhacke“) bis 53 % („Kombination“) auf. Die Variante „Infra-Plus“ kam in der vergangenen Saison nur zweimal zum Einsatz und wies einen Bedeckungsgrad von 100 % auf.

Ebenfalls bei 100 % lag der Bedeckungsgrad in der Variante „Fadengerät“, in der aus technischen Gründen nur ein Bodenbearbeitungsdurchgang durchgeführt werden konnte sowie in der Variante „Spedo“, in der 2005 keine Bearbeitungen stattfanden (Abb. 11).

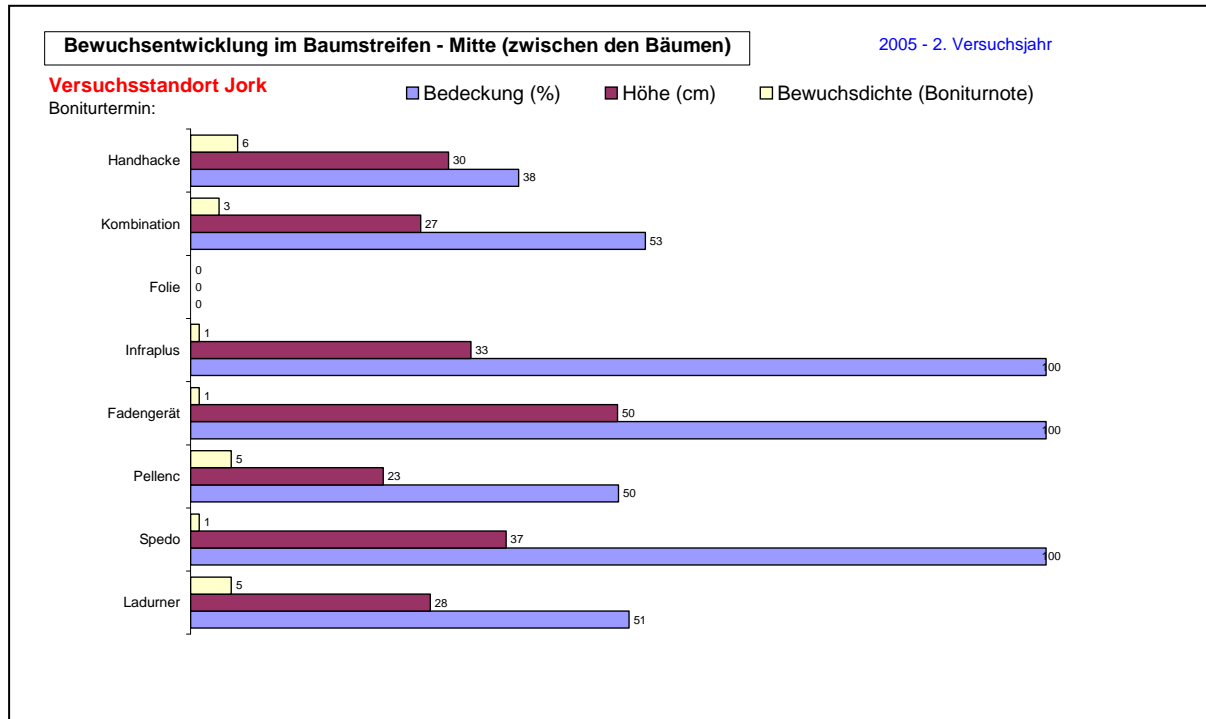


Abb. 11: Bewuchsentwicklung im Baumstreifen am Standort Jork im Jahr 2005

Im Jahr 2006 wurde am Standort Jork am 19.04.2006 vor der Behandlung und am 23.08.2006 nach der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten eine Unkrautbonitur vorgenommen. Bei der Bonitur wurde zwischen dem Bewuchs im Mittelstreifen zwischen den Bäumen (Abb. 11), dem Bewuchs seitlich neben den Bäumen und den Unkrauthorsten am Stammgrund unterschieden. Das exakte Boniturschema ist unter Punkt 2.3 Bonituren, Seite 18 dargestellt.

Die Bedeckung vor der Behandlung seitlich neben den Bäumen betrug nur zwischen 4 % und 15 % und der Bewuchs wurde mit Boniturnoten von 7-9 als locker bis sehr locker bewertet. Mit 4-8 cm Wuchshöhe war das Unkraut in den Baumstreifen niedrig gewachsen. Eine Ausnahme bildeten die Baumstreifen in der Variante „Fadengerät“, wo die Bedeckung seitlich neben den Bäumen knapp 50 % betrug, mit einer Boniturnote von 6 und einer Wuchshöhe von 13 cm.

Der Bewuchs in der Mitte zwischen den Bäumen zeigte ein ganz ähnliches Bild wie der Bewuchs seitlich neben den Bäumen. Auch hier haben die Baumstreifen der Variante „Fadengerät“ eine höhere Bedeckung und wachsen etwas dichter und höher als die übrigen Varianten (siehe Abb. 12).

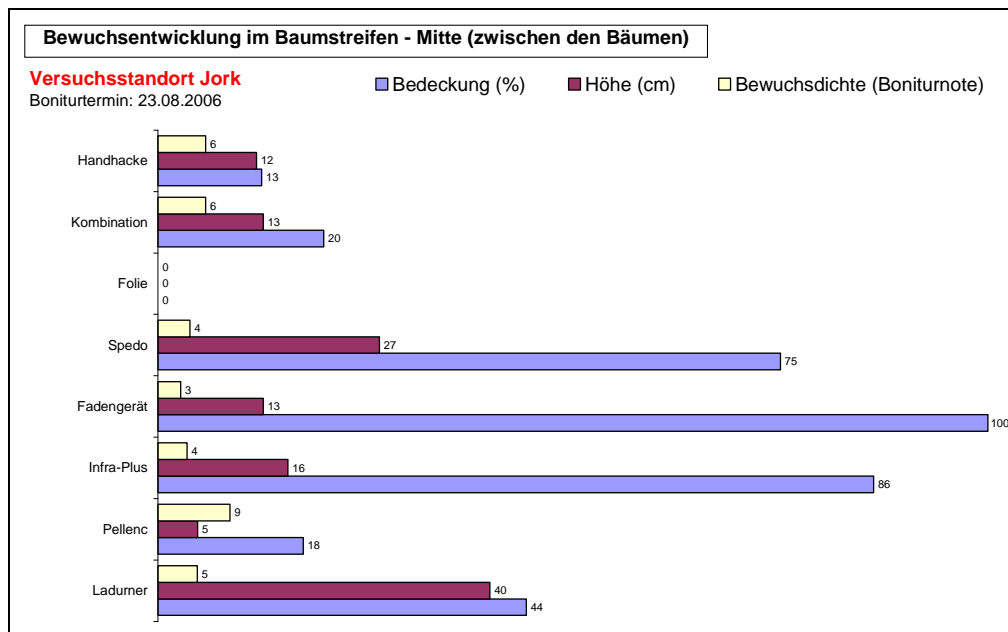


Abb. 12: Bewuchsentwicklung im Baumstreifen am Standort Jork im Jahr 2006

Die größten Unkrauthorste in Bezug auf den Durchmesser konnten vor der Behandlung an den Bäumen der Varianten „Folie“ (25 cm) und „Fadengerät“ (27 cm) gemessen werden. Die Horste in den Varianten „Ladurner“, „Spedo“ und „Kombination“ waren mit einem Durchmesser von 14 cm am kleinsten. Die Wuchshöhe der Unkrauthorste in den Versuchsvarianten schwankt zwischen 8 cm („Spedo“) und 21 cm („Folie“) und sind in den Varianten „Kombination“ und „Folie“ mit einer Boniturnote von 3 am dichtesten und bei „Spedo“ und „Pellenc“ mit einer Boniturnote von 7 am lockersten bewachsen (siehe Abb. 13).

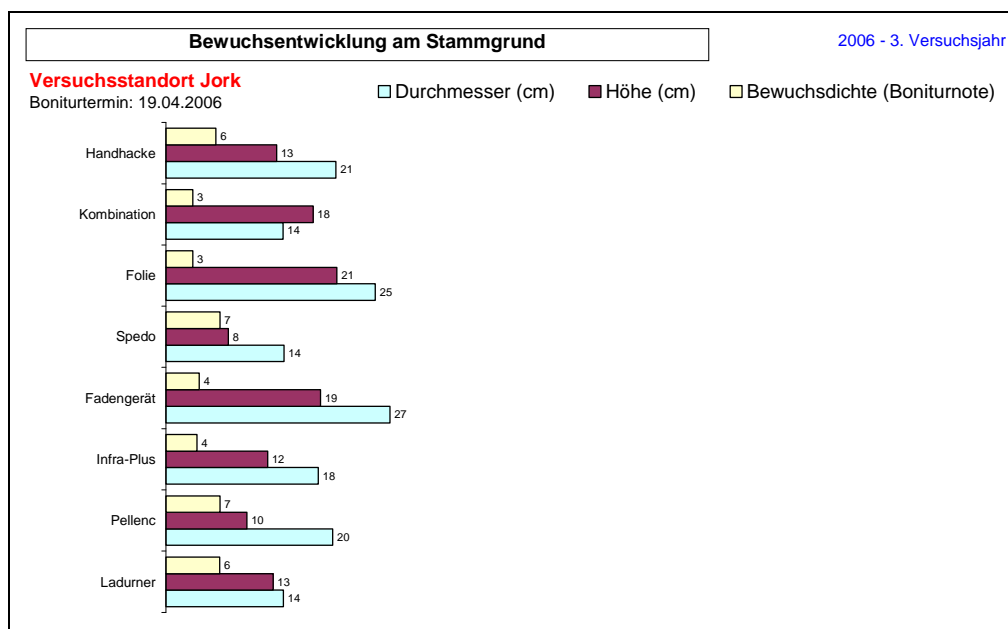


Abb. 13: Bewuchs am Stammgrund im April 2006 in den Baumstreifen der verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Jork

Wie der Bewuchs sich in den Baumstreifen seitlich neben den Bäumen am Boniturtermin im August nach der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten entwickelt hatte, zeigt

Abb. 14. In den Baumstreifen der Varianten „Fadengerät“ und „Infra-Plus“ war das Unkraut auf 100 % Bedeckung und dicht (Boniturnote 3) nach gewachsen. Auch in den anderen Varianten war der Prozentsatz an Bedeckung sowie die Wuchsdichte im Vergleich zum Boniturtermin im Mai höher und dichter. Im Bezug auf die Wuchshöhe war das Unkraut in den Varianten „Ladurner“ und „Spedo“ mit 27 cm im Schnitt am höchsten gewachsen und in den Varianten „Handhacke“ und „Pellenc“ mit 11 cm bzw. 6 cm am niedrigsten (siehe Abb. 14). Eine Ausnahme bildete erwartungsgemäß die Variante „Folie“, wo unter der Abdeckung kein Unkraut mehr wuchs.

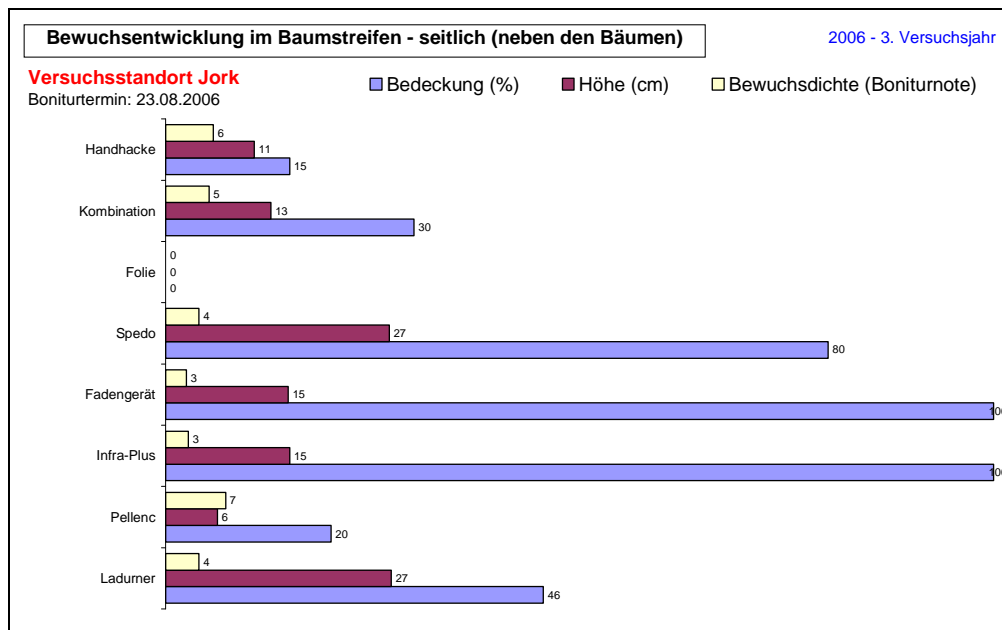


Abb. 14: Bewuchsentwicklung im Baumstreifen im August am Standort Jork: Seitlich neben den Bäumen

3.1.2.1 Artenspektrum der Vegetation im Baumstreifen am Standort Jork am Standort Jork

Die Baumstreifen wurden vor der Behandlung im Mai von Gräsern und Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*) dominiert. Weitere, weniger häufig auftretende Arten waren die Distel, Weißer Gänsefuß und Giersch. In den Baumstreifen der Variante „Spedo“ traten alle Arten auf, wobei Gras mit 76 % überwog. Vier von den fünf bestimmten Arten traten in den Baumstreifen der Varianten „Ladurner“ und „Fadengerät“ auf. In allen anderen Baumstreifen wurden weniger Arten bestimmt (siehe Abb. 15), so dass im Durchschnitt 3,75 Arten in den Baumstreifen wuchsen.

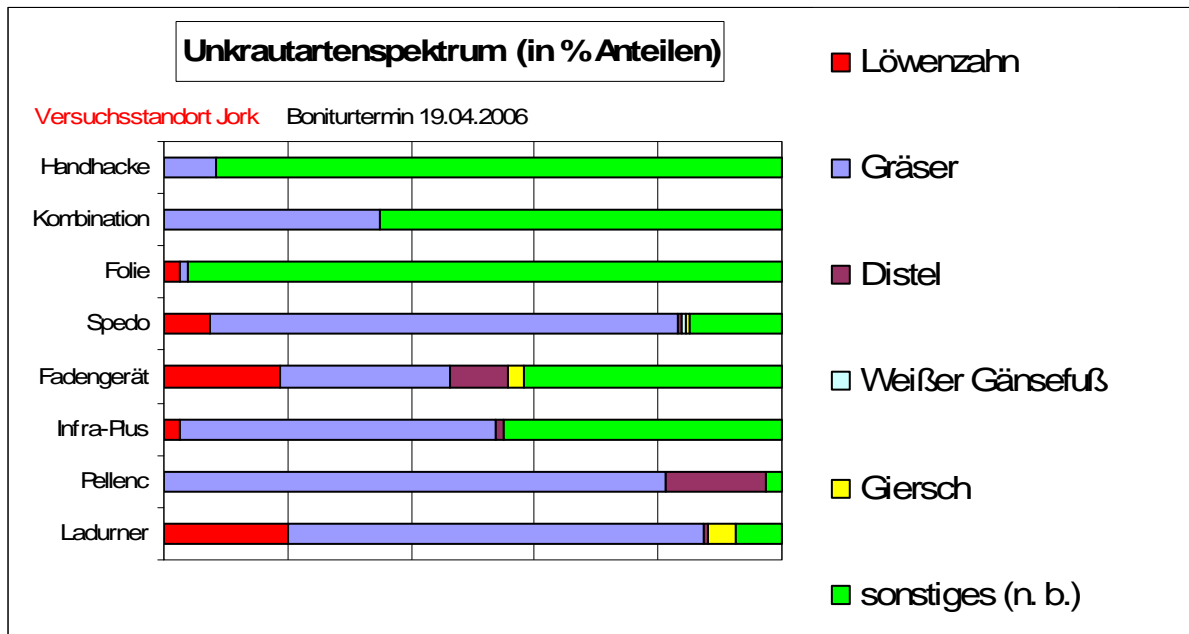


Abb. 15: Artenspektrum in den Baumstreifen am 19.04.2006 vor der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Jork

Auch nach der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten waren Gräser und Löwenzahn die häufigsten Arten in den Baumstreifen. Der weiße Gänsefuß, der im Mai in der Variante „Spedo“ noch auftrat, konnte nicht mehr gefunden werden. Dafür trat in vielen Varianten der kriechende Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) neu auf. Vor der Behandlung traten in den Baumstreifen im Schnitt 3,75 verschiedenen Arten auf. Nach der Behandlung waren die Baumstreifen etwas artenreicher: es konnten im Schnitt 4,6 Arten gefunden werden. Eine Ausnahme bildete die Variante „Fadengerät“, wo in den Baumstreifen vor der Behandlung 5 Arten zu finden waren und nach der Behandlung zu 80 % und damit fast ausschließlich Gras wuchs (siehe Abb. 16). In der Variante „Folie“ wuchs erwartungsgemäß kein Unkraut mehr unter der Abdeckung.

Am Stammgrund der Bäume wuchsen fast ausschließlich Gras und Löwenzahn, was sich auch nicht stark nach der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten geändert hatte. Vor der Behandlung konnten noch bei den Varianten „Handhacke“ und „Fadengerät“ Disteln gefunden werden, die aber nach der Behandlung nicht mehr nachgewachsen waren. In der Variante „Spedo“ trat nach der Behandlung am Stammgrund einiger Bäume der Kriechende Hahnenfuß auf.

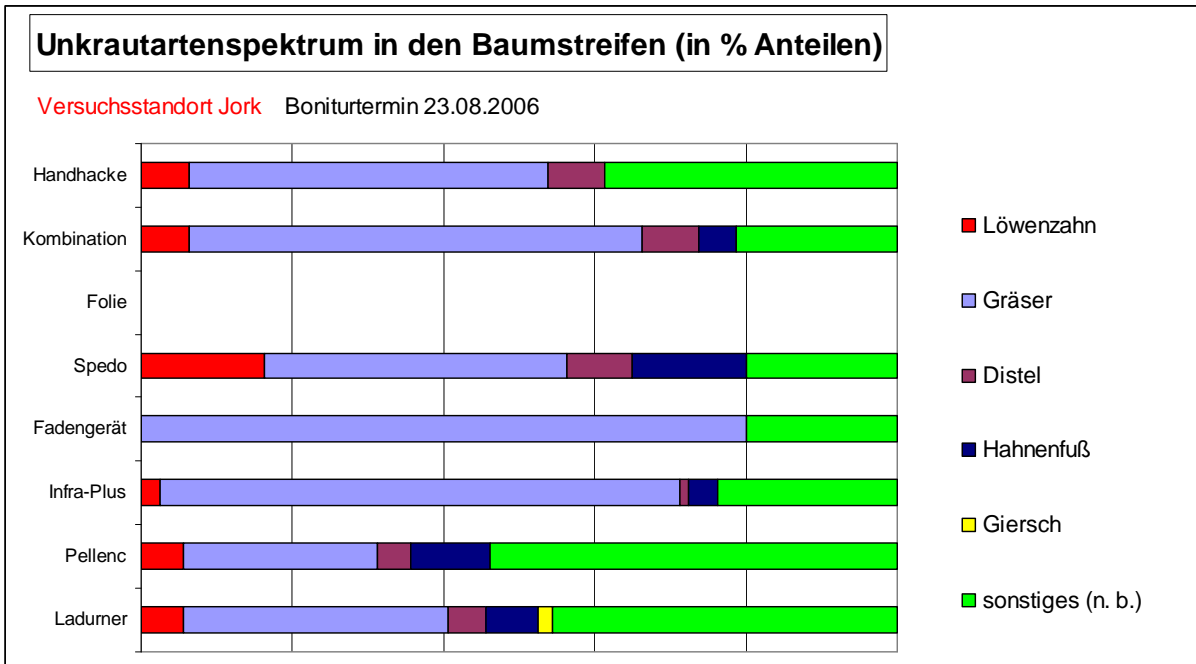


Abb. 16: Artenspektrum in den Baumstreifen am 23.08.2006 nach der Behandlung mit den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Jork

3.1.3 Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Jork

Der höchste Gesamtertrag wurde im Jahr **2005** bei der Variante „Fadengerät“ mit 13,99 kg/Baum erzielt, gefolgt von den Varianten „Pellenc“ mit 13,76 kg/Baum, Variante „Handhacke“ mit 13,69 kg/Baum und Variante „Spedo“ mit 13,37 kg/Baum. In der Variante „Folie“ wurde ein Gesamtertrag von 12,91 kg/Baum erreicht und in den Varianten „Infraplus“ und „Kombination“ von 12,35 bzw. 12 kg/Baum. Der geringste Gesamtertrag von 11,59 kg/Baum wurde in der Variante „Ladurner“ gemessen (Abb. 17).

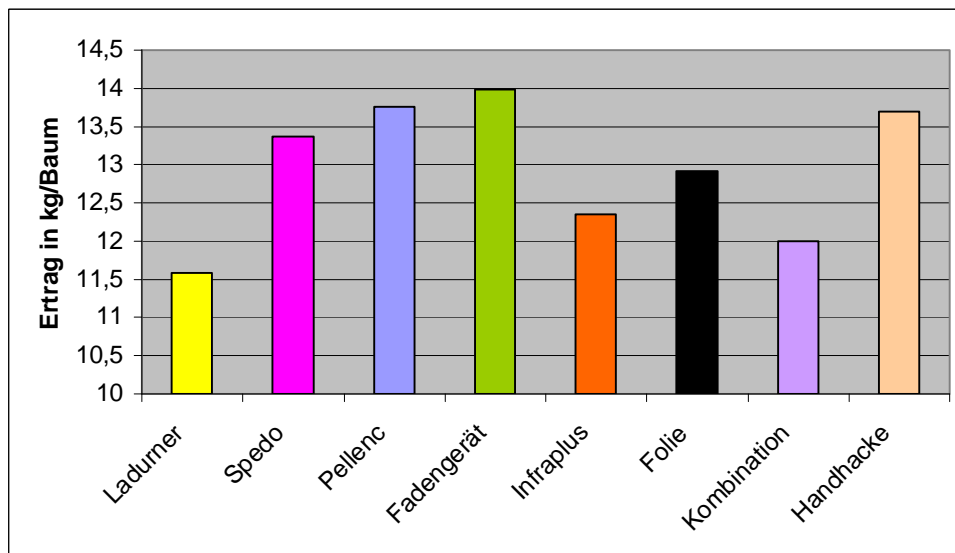


Abb. 17: Gesamtertrag im Jahr 2005 in kg/Baum pro Variante am Standort Jork

Die durchschnittliche Fruchtgröße in mm der geernteten Früchte liegt bei allen Varianten zwischen 75,8 mm bei der Variante „Folie“ und 76,9 mm bei der Variante „Pellenc“, (Abb. 18).

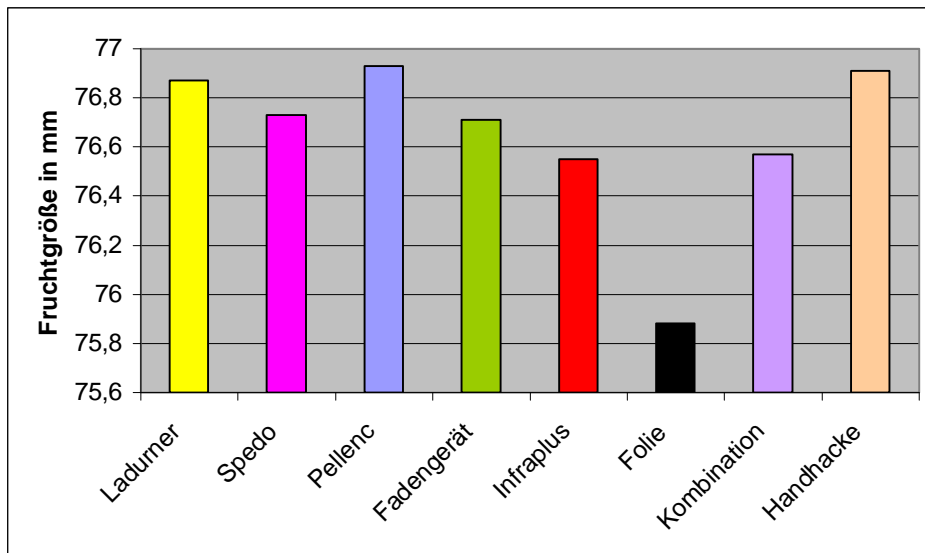


Abb. 18: Durchschnittliche Fruchtgröße im Jahr 2005 in mm pro Variante am Standort Jork

Der durchschnittliche prozentuale Anteil der Deckfarbe an den geernteten Früchten liegt bei allen Varianten über 50 %, siehe Abb. 19. Die stärkste Rotfärbung wurde in den Varianten „Kombination“ mit 57,44 %, „Fadengerät“ mit 57,16 % und „Folie“ mit 56,92 % erreicht. In der Variante „Spedo“ wurden durchschnittlich 56,13 % rote Deckfarbe, bei der Variante „Infraplus“ 54,94 % und bei der Variante „Ladurner“ 54,81 % gemessen. Der geringste durchschnittliche Anteil roter Deckfarbe wurde mit 53,79 % in der Variante „Handhacke“ und mit 53,51 % in der Variante „Pellenc“ erzielt.

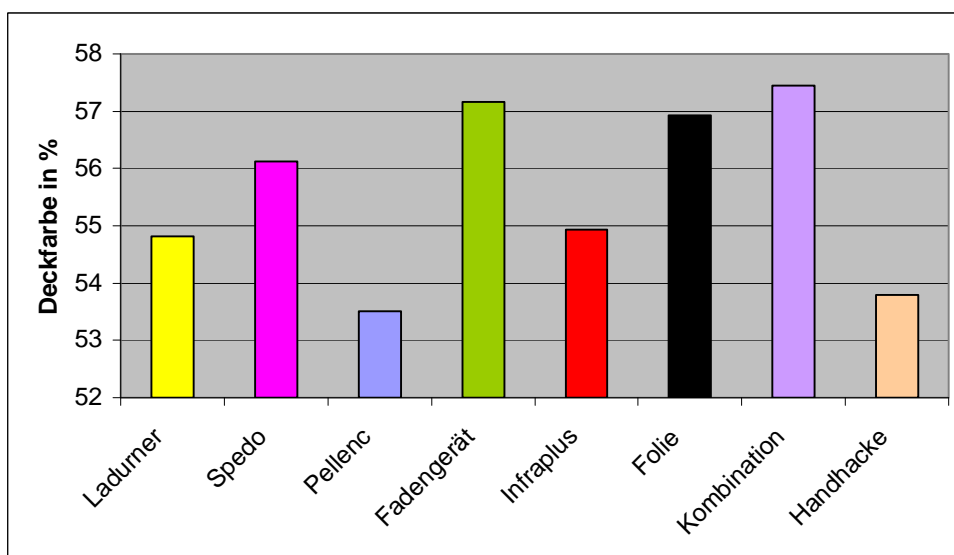


Abb. 19: Durchschnittlicher Anteil der Deckfarbe in % im Jahr 2005 am Standort Jork

In **2006** wurde der höchste Gesamtertrag bei der Variante „Kombination“ mit 11,9 kg/Baum erzielt, der niedrigste Gesamtertrag von 9,61 kg/Baum trat bei der Variante „Spedo“ auf. Die weiteren Gesamterträge lagen in der Varianten „Ladurner“ bei 11,71 kg/Baum, in der Variante „Handhacke“ bei 11,7 kg/Baum, in der Variante „Pellenc“ bei 10,93 kg/Baum, in der Vari-

ante „Infraplus“ bei 10,87 kg/Baum, in der Varianten „Folie“ bei 10,84 kg/Baum und in der Variante „Fadengerät“ bei 10,82 kg/Baum (siehe Abb. 20).

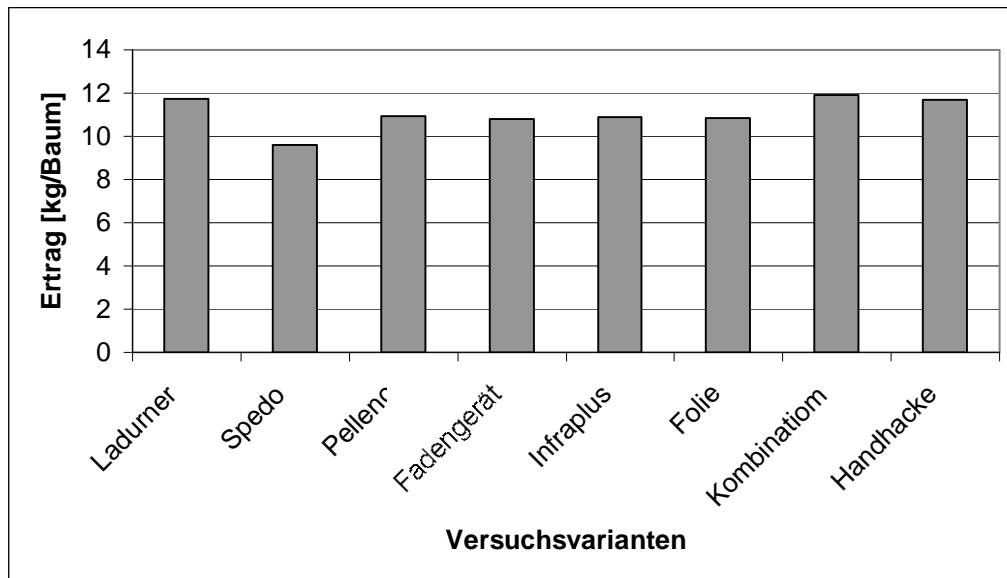


Abb. 20: Erträge in kg/Baum des Standortes Jork in den verschiedenen Versuchsvarianten 2006

Die durchschnittliche Fruchtgröße war in der Variante „Handhacke“ mit 76,9 mm am größten. Bei den Varianten „Pellenc“ und „Spedo“ lag die durchschnittliche Fruchtgröße bei 78,35 mm bzw. 78,44 mm. Die übrigen Varianten lagen alle zwischen einer durchschnittlichen Fruchtgröße von 77,3 mm und 77,7 mm, wobei die Variante „Fadengerät“ mit 77,31 mm die kleinste durchschnittliche Fruchtgröße aufwies (Abb. 21).

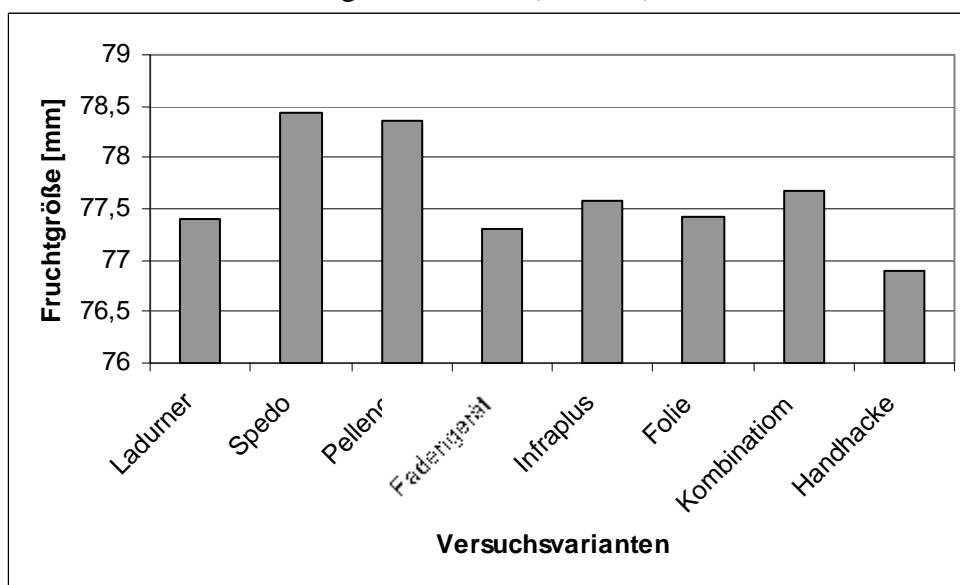


Abb. 21: Durchschnittliche Fruchtgröße in mm des Standortes Jork in den verschiedenen Versuchsvarianten 2006

In Bezug auf die Deckfarbe der Äpfel trat in der Variante „Spedo“ mit 57,12 % der höchste prozentuale Farbanteil auf. Den niedrigsten Anteil an Deckfarbe hatten die Äpfel in der Variante „Fadengerät“ mit 52,07 %. Darauf folgen aufsteigend die Varianten „Pellenc“ und „Handhacke“ mit einem Farbanteil von 53,9 % und 54,1 %. Die Varianten „Ladurner“, „Infraplus“ und „Folie“ hatten einen Farbanteil von 54,5 %, 54,5 % und 54,5 %.

raplus“, „Folie“ und „Handhacke“ liegen bei Farbanteilen zwischen 55,3 % und 55,9 % (Abb. 22).

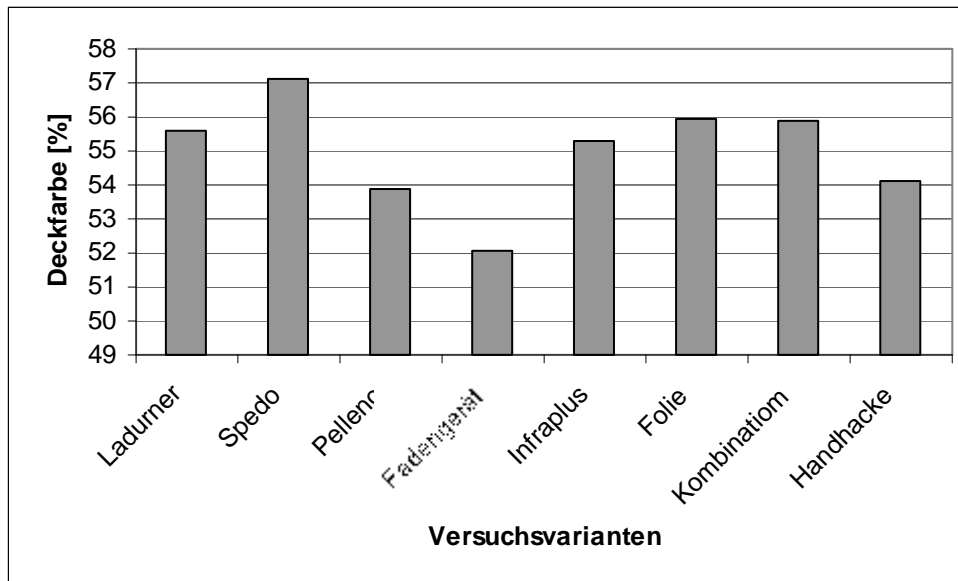


Abb. 22: Deckfarbe in % der Äpfel am Standort Jork in den verschiedenen Versuchsvarianten 2006

3.1.4 Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte am Standort Jork

Lediglich im Jahr 2005 traten Probleme beim Einsatz des Aedes-Fadengerätes auf. Die werksseitig montierten Fäden, die an einen Rotor montiert die Begleitvegetation abschlagen sollen, erwiesen sich als so wenig stabil, dass es kaum möglich war, den jeweiligen Bearbeitungsdurchgang abzuschließen. Darüber hinaus kam es zu Baumbeschädigungen durch den nicht optimal auslösenden Taster. Nach einer erneuten Rückführung des Gerätes zum Hersteller nach Italien konnten die in 2005 bestehenden Probleme teilweise ausgeräumt werden. Einige konstruktive Einschränkungen führten jedoch letztendlich dazu, dass dieses Gerät in der getesteten Version nicht empfohlen werden kann. Sowohl der Antrieb des Rotors, an dem die befestigten Gummifäden die Vegetation abschlagen, sowie die Seitenverschiebung des Gerätes und die Bewegung des Tastarmes werden lediglich durch einen Ölmotor betrieben. Die Verteilung des Ölstroms auf den jeweiligen Abnehmer erfolgt über einen Ölmengenteiler. Es ist im Rahmen der Versuchsanstellung nicht gelungen, eine Einstellung zu finden, mit der alle Funktionen in einer zufrieden stellenden Geschwindigkeit ablaufen. Zweckmäßiger wäre es, entweder hydraulische Teilfunktionen über die Schlepperhydraulik zu betreiben, oder das Gerät mit zumindest einem weiteren Ölmotor auszustatten.

Zu berücksichtigen ist auch, dass mit dem Gerät im Prinzip eine Eingrünungsvariante erreicht werden soll. Anders als bei den Geräten mit den rotierenden Werkzeugköpfen soll hier keine Vermischung der abgeschlagenen Vegetation mit dem Erdreich erreicht werden, sondern die Pflanzen sollen nur oberirdisch abgeschlagen werden. Eine derartige Arbeitsweise ist bei norddeutschen Verhältnissen höchstens auf den Vegetationsabschluss beschränkt und als alleinige Bearbeitung als ausreichend anzusehen.

Alle anderen am Versuchsstandort Jork getesteten Geräte und Verfahren arbeiteten den zweckbestimmten Funktionsweisen entsprechend.

3.2 Ergebnisse am Standort Ahrweiler

3.2.1 Ergebnisse der Bodenuntersuchung

Die Entnahme der Proben fand in den Praxisbetrieben Bert Krämer und Johannes Nachtwey am 16.11.2004 in 0–30 cm Bodentiefe statt, dabei wurden die Proben sowohl zwischen den Bäumen in der Baumzeile, als auch im Bereich der Fahrgassen genommen. Es wurde an jedem Standort je eine Bodenprobe in der Fahrgasse und eine Bodenprobe in der Baumzeile genommen. Die Auswertung der Proben erfolgte im Zeitraum vom 24. November 2004 bis zum 11. Dezember 2004 durch das Institut für Boden und Umwelt der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Nord-West (LUFA Nord-West).

Untersucht wurden die Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium, der Humusgehalt sowie der pH-Wert.

Der Boden wurde an beiden Standorten als sandiger Lehm eingestuft.

Der Phosphorgehalt liegt im Betrieb Krämer mit 7 mg in 100 g Trockenmasse im mittleren Bereich. Der Kaliumgehalt gilt mit 13 mg/100 g Trockenmasse als hoch, der Magnesiumgehalt liegt mit 11 mg/100 g Trockenmasse im mittleren Bereich (Quast, 1986).

Der Boden fällt mit einem Humusanteil von 2,3 % im Durchschnitt der Proben in die Klassifizierung „humos“. Der pH-Wert liegt mit einem Wert von 7,1 % deutlich über dem angestrebten Wert von 5,5. In diesem Bereich kann die Pflanzenverfügbarkeit von Eisen, Mangan und Zink bereits zurückgehen.

Tab. 6: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am Standort Ahrweiler, Betrieb Bert Krämer

Phosphor *	Kalium*	Magnesium*	Humus %	pH-Wert
7	13	11	2,3	7,1

* Angaben in mg/100 g

Der Phosphorgehalt liegt im Betrieb Nachtwey mit 11 mg in 100 g Trockenmasse im hohen Bereich. Der Kaliumgehalt gilt mit 17 mg/100 g Trockenmasse als sehr hoch, der Magnesiumgehalt liegt mit 9 mg/100 g Trockenmasse im mittleren Bereich (Quast, 1986).

Der Boden fällt mit einem Humusanteil von 2,0 % im Durchschnitt der Proben in die Klassifizierung „humushaltig“. Der pH-Wert liegt mit einem Wert von 6,8 % über dem angestrebten Wert von 5,5.

Tab. 7: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am Standort Ahrweiler, Betrieb Joh. Nachtwey

Phosphor *	Kalium*	Magnesium*	Humus %	pH-Wert
11	17	9	2	6,8

* Angaben in mg/100 g

3.2.2 Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Ahrweiler

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Unkrautbonituren in den Betrieben Bert Krämer und Johannes Nachtwey dargestellt. Die Daten der Behandlungen mit den Bodenbearbeitungsgeräten sind im Anhang dargestellt.

3.2.2.1 Unkrautbonituren im Betrieb Bert Krämer

In beiden Jahren wurde die Bewuchsentwicklung im Baumstreifen in der Braeburn-Anlage in einen Mittel- und Seitenstreifen eingeteilt und getrennt bonitiert.

2005 Mittelstreifen:

Die Bedeckung mit Unkraut bei den Varianten „Abdeckung mit Miscanthus“, „Handhacke“ und „Mulchfolie“ wurde mit 5,5 %, 6,3 % bzw. 7,0 % beurteilt. Bei der Variante „Gerätekombination“ wurde eine Bedeckung von 32,5 % und bei der Variante „Lappentechnik“ wurde eine Bedeckung von 75 % festgestellt. Die weiteren Varianten sind zwischen 20 bis 28,8 % bewertet worden.

Die Wuchshöhe der Unkräuter erreichte in Variante „Spedo“ mit 12,5 cm den höchsten Wert. Die niedrigsten Werte kamen in den Varianten „Mulchfolie“ mit 3,5 und „Handhacke“ mit 5,25 cm zustande. In den weiteren Varianten bewegten sich die ermittelten Wuchshöhen zwischen 9,25-11,3 cm Höhe.

Die Mittelstreifen der Varianten „Mulchfolie“, „Handhacke“ und „Abdeckung mit Miscanthus“ erhielten die Boniturnote 9. Die Variante „Lappentechnik“ erhielt aufgrund des dichten Unkrautwuchses eine 3. Der Rest der Varianten bewegte sich zwischen den Noten 6-6,5 (Abb. 23).

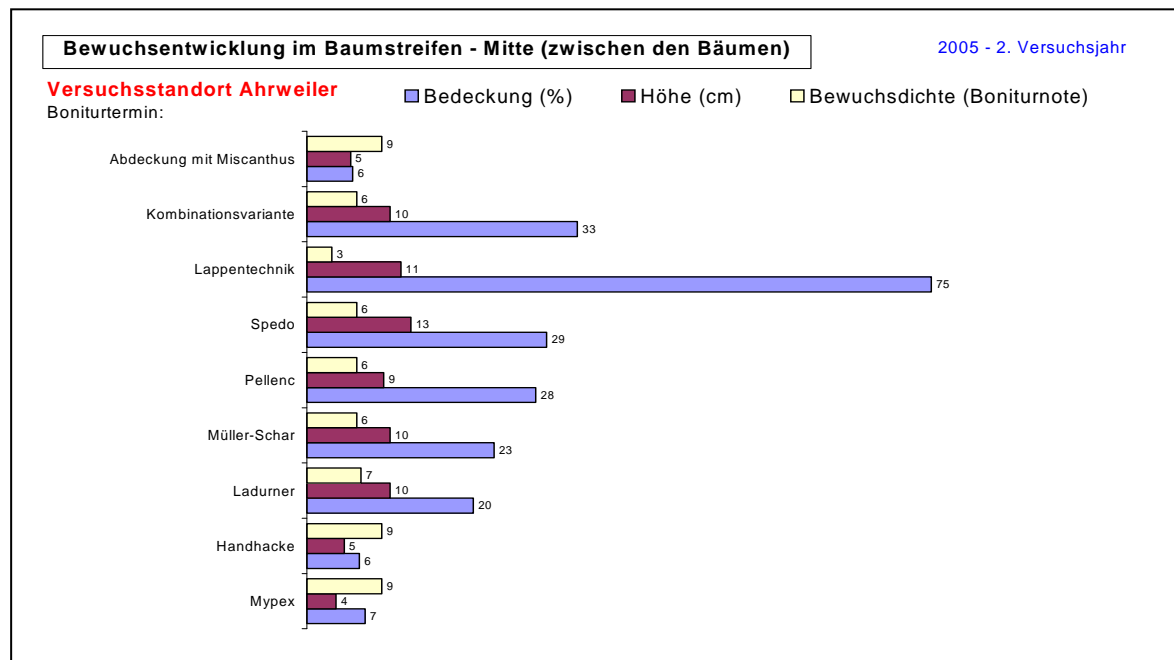


Abb. 23: Unkrautentwicklung am Standort Ahrweiler, Betrieb Bert Krämer (Mitte, zwischen den Bäumen)

2005 Seitenstreifen:

Die Bedeckung mit Unkraut ist in der Variante „Mulchfolie“ am geringsten (7 %), gefolgt von der Variante „Handhacke“ mit 10,8 %. Bei den Varianten „Abdeckung mit Miscanthus“, „Spedo“, „Müller-Schar“ und „Ladurner“ wird eine Bedeckung von 22,5 %-27,5 % erreicht. Die Bedeckung bei den Varianten „Pellenc“ und „Gerätekombination“ wurde jeweils mit 42,5 % bewertet und der höchste Wert wurde mit 85% bei der Variante „Lappentechnik“ gemessen.

Die geringste Wuchshöhe wurde mit 3,5 cm Höhe in der Variante „Mulchfolie“ ermittelt, in der Variante „Handhacke“ wurden 6,25 cm gemessen.

Die Wuchshöhe der Unkräuter in den restlichen Varianten lag zwischen 10-11,25 cm.

Die Wuchsdichte im Seitenstreifen war nur bei den Varianten „Handhacke“ und „Mypex-Folie“ sehr locker (9). Mit 4,5 ist die Variante „Pellenc“ zwischen mittlerer und dichter Wuchsdichte eingeordnet, die Wuchsdichte der Variante „Lappentechnik“ wurde mit 2,5 als dicht charakterisiert.

Bei den restlichen Varianten wurden Boniturnoten für die Wuchsdichte von 5 bis 6,5 ermittelt (Abb. 24).

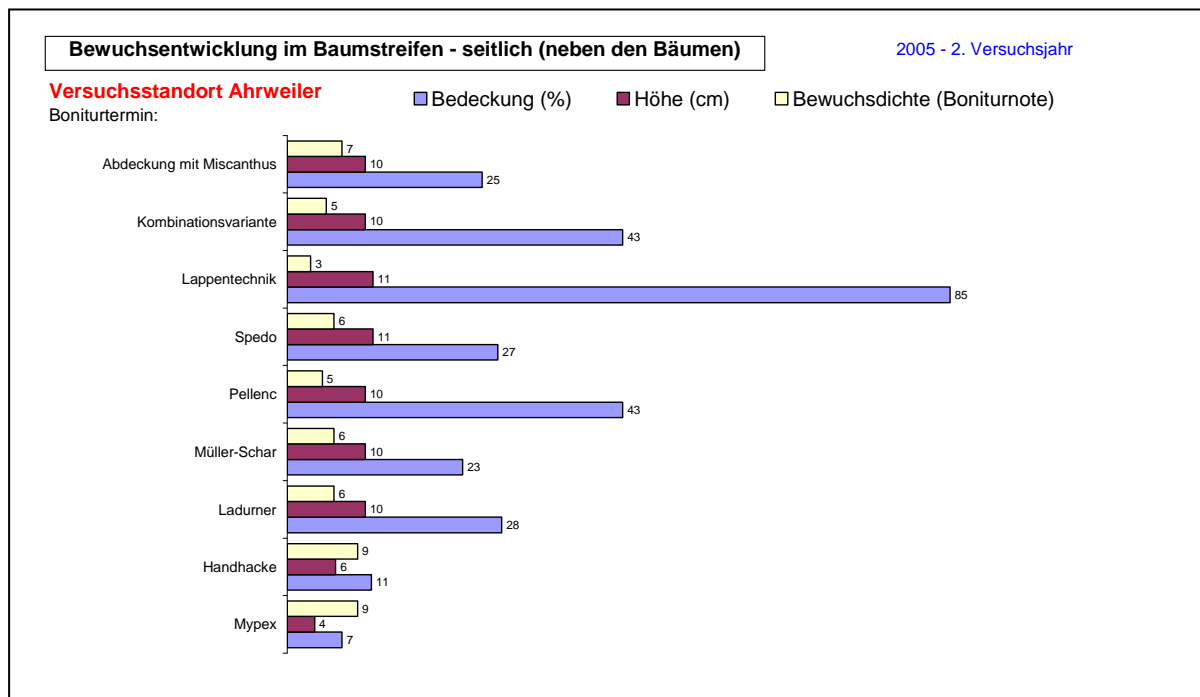


Abb. 24: Unkrautentwicklung am Standort Ahrweiler, Betrieb Bert Krämer (seitlich, neben den Bäumen)

Im Jahr 2006 wurde am Standort Bölingen, Betrieb Bert Krämer nur eine Unkrautbonitur nach den Behandlungen mit den verschiedenen Versuchsvarianten vorgenommen. Im Zuge dessen wurde die Bedeckung in %, die Höhe des Unkrauts in cm und die Bewuchsdichte nach Boniturnoten von 1 = sehr dicht bis 9 = sehr locker aufgenommen. Es wurde in den Baumstreifen zwischen dem Bewuchs mittig zwischen den Bäumen, seitlich neben den Bäumen

sowie dem Bewuchs am Stammgrund unterschieden. Am Stammgrund wurde statt der Bedeckung der Durchmesser der Unkrauthorste gemessen.

Der Bewuchs mittig zwischen den Bäumen war nach der Behandlung mit 71 % Bedeckung in den Varianten „Spedo“ und „Lappentechnik“ wieder am dichtesten aufgelaufen (Abb. 25). Auch in der Variante „Gerätekombination“ betrug die Bedeckung im Oktober wieder 70 %. Die anderen Varianten zeigten Bedeckungsgrade von 51 % bis 62 %. Die Höhe des Unkrauts variierte zwischen 11 cm und 22 cm, wobei es in der Variante „Miscanthus“ am höchsten wurde. Da der Boniturtermin kurze Zeit nach der Abnahme der Folie lag, war in den Baumstreifen der Mypex-Variante noch kein Unkraut nach gewachsen.

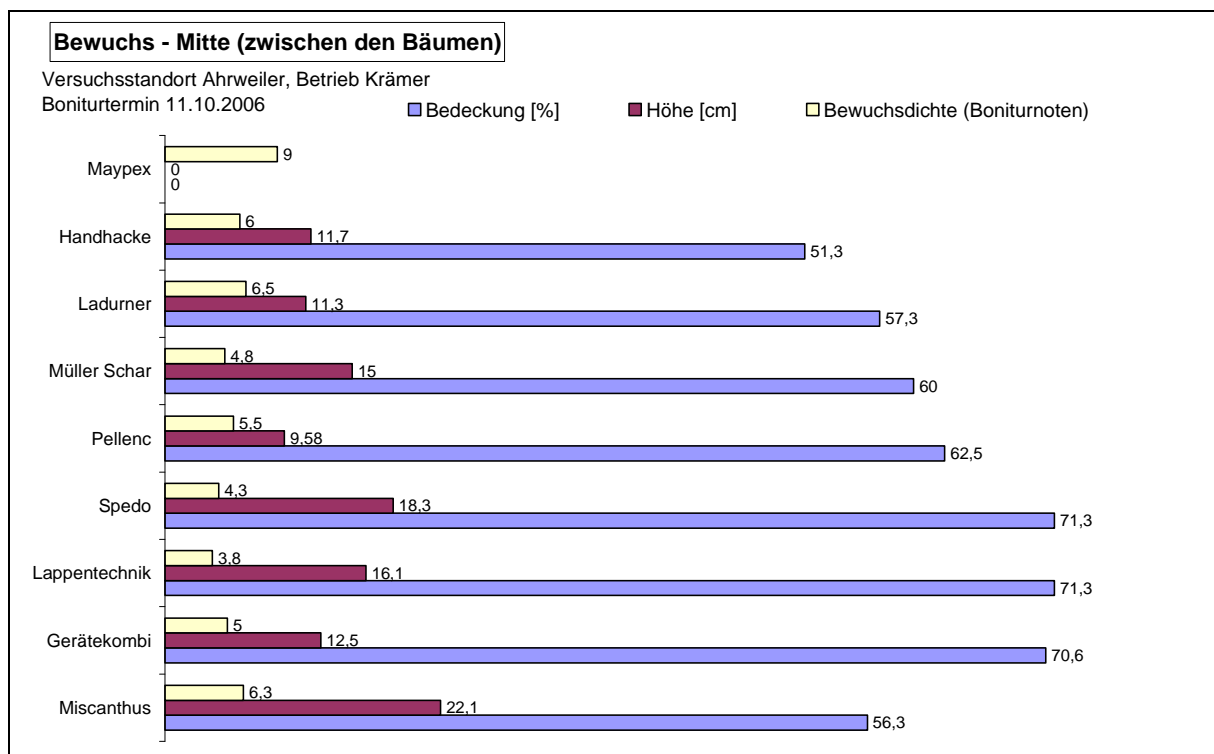


Abb. 25: Bewuchs in der Mitte zwischen den Bäumen in den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Bert Krämer, Ahrweiler, Oktober 2006

Seitlich neben den Bäumen war der Bewuchs im Oktober 2006 mit 92 % Bedeckung und einer Bewuchsdichte von 2,3 am stärksten wieder in der Variante „Lappentechnik“ nach gewachsen. Es folgt die Variante „Mypex“, wo nach Abnahme am 8.11. der Folie der Bewuchs auf 77,5 % Bedeckung und eine Dichte von 1 nachgewachsen war. Hier wurde die Vegetation in der Übergangszone zwischen Folie und Fahrgasse mit aufgenommen, was den Unterschied zwischen dem Bewuchs mittig zwischen den Bäumen und dem Bewuchs seitlich neben den Bäumen erklärt. Hier wurde das Unkraut mit 27,5 cm auch am höchsten. Die Bedeckung lag in den anderen Varianten zwischen 60 % und 77 % (siehe Abb. 26).

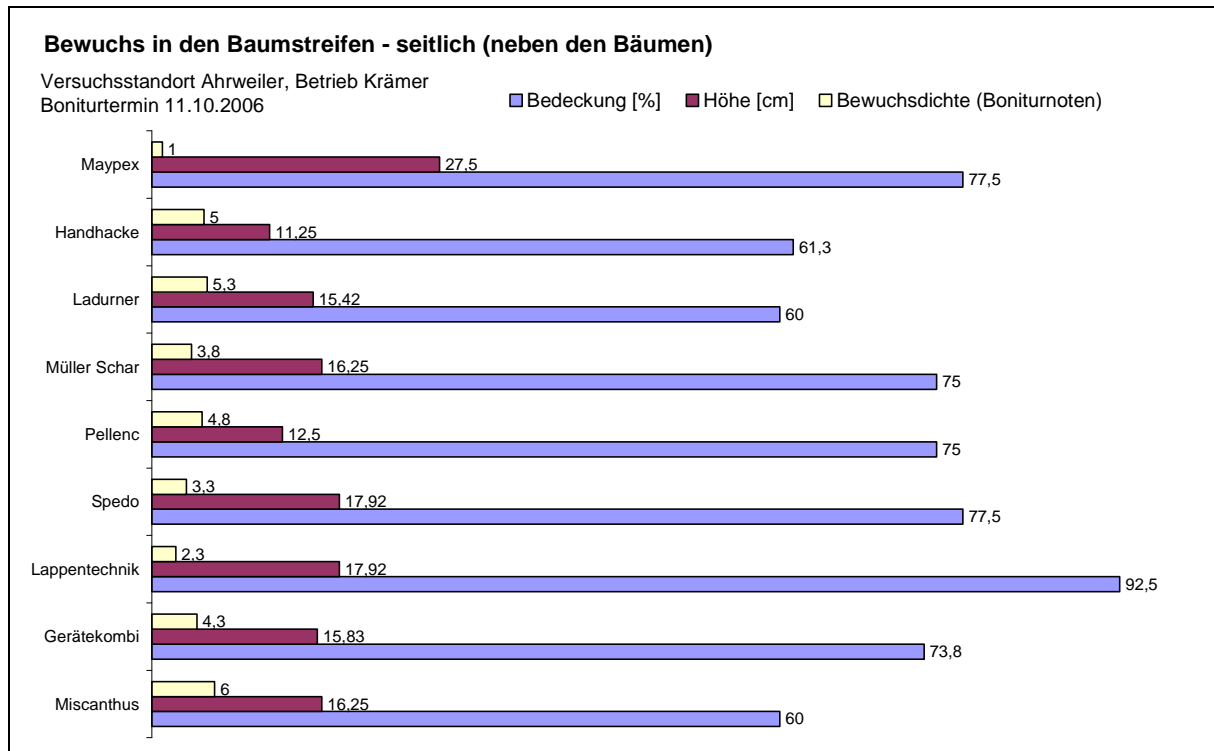


Abb. 26: Bewuchs seitlich neben den Bäumen in den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Bert Krämer, Ahrweiler, Oktober 2006

Mit 17,5 cm war der Durchmesser der Unkrauthorste am Stammgrund in der Variante „Spedo“ am größten (Abb. 27). In der Variante „Mypex“ waren die Horste mit 4 cm Durchmesser am kleinsten, wuchsen aber mit einer Höhe von 20 cm am höchsten und mit einer Boniturnote von 2,5 am dichtesten. Am wenigsten dicht und auch mit am niedrigsten und kleinsten wurde die Unkrauthorste an den Stämmen der Bäume in der Variante „Handhacke“.

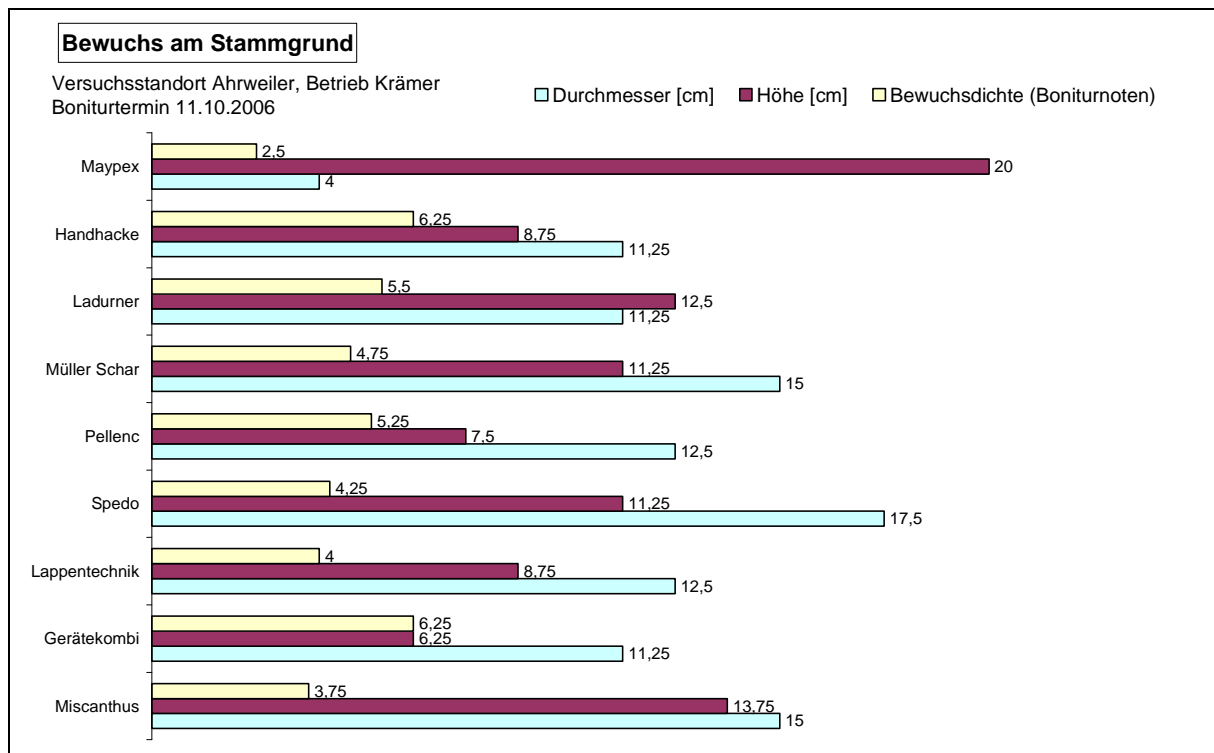


Abb. 27: Bewuchs am Stammgrund in den verschiedenen Versuchsvarianten im Betrieb Bert Krämer, Standort Ahrweiler, Oktober 2006

3.2.2.2 Unkrautbonitur im Betrieb Johannes Nachtwey

Im Jahr 2005 wurde am 06. Oktober im Betrieb Johannes Nachtwey der Unkrautbewuchs auf den Flächen der 9 Varianten bonitiert. In 2005 wurde im Betrieb Nachtwey lediglich die Bewuchsdichte der Unkräuter erfasst. Die Parameter Höhe und Bedeckungsgrad blieben 2005 unberücksichtigt. Es kam das unter 2.3 beschriebene Boniturschema zur Anwendung.

Der Unkrautbewuchs war nur in der Variante „Mulchfolie“ locker und erhielt die Boniturstufe 7. Bei der Variante „Handhacke“ wurde der Bewuchs mit 6 bewertet, die Variante „Lappentechnik“ erhielt die Boniturnote 5 und die Variante „Spedo“ wurde mit der Boniturnote 4 beurteilt.

Bei den Varianten „Ladurner“, „Müller-Schar“, „Pellenc“ und „Kombination“ wurde stärkerer Unkrautbewuchs festgestellt, diese Varianten wurden mit der Boniturnote 3 bewertet. Die Variante „Abdeckung mit Miscanthus“ musste geteilt bewertet werden: die mittleren Flächen waren wenig verunkrautet (8), die äußeren Flächen dahingegen stärker (5) (Tab. 7).

Tab. 7: Bewuchsdichte im Baumstreifen im Jahr 2005, am Standort Ahrweiler, Betrieb J. Nachtwey

Variante	Bewuchsdichte (1-9)
Mulchfolie (Mypex)	7
Handhacke	6
Ladurner-Krümler	3
Müller-Schar	3
Pellenc (Tournesol)	3
Spedo	4
Lappentechnik	5
Gerätekombination	3
Abdeckung mit Miscanthus	Mitte 8/Außen 5

Im Jahr 2006 wurde im Betrieb Nachtwey die Unkrautbonitur analog zum Betrieb Krämer gehandhabt.

Am meisten und dichtesten war das Unkraut in der Mitte zwischen den Bäumen in den Varianten „Ladurner“ und „Pellenc“ nach den Behandlungen nach gewachsen (Bedeckung: 85% und 83,8%; Boniturnoten: 3,5 und 3). Mit 50 % Bedeckung und einer Boniturnote von 6 war das Unkraut in der Variante „Miscanthus“ am wenigsten stark nach gewachsen (siehe Abb. 28). In der Variante „Mypex“ war nach der Abnahme der Folie bis zum Boniturtermin noch kein neues Unkraut aufgelaufen. Die Höhe des Unkrautes schwankte zwischen 9,2 mm („Müller Schar“) und 21,3 cm („Spedo“).

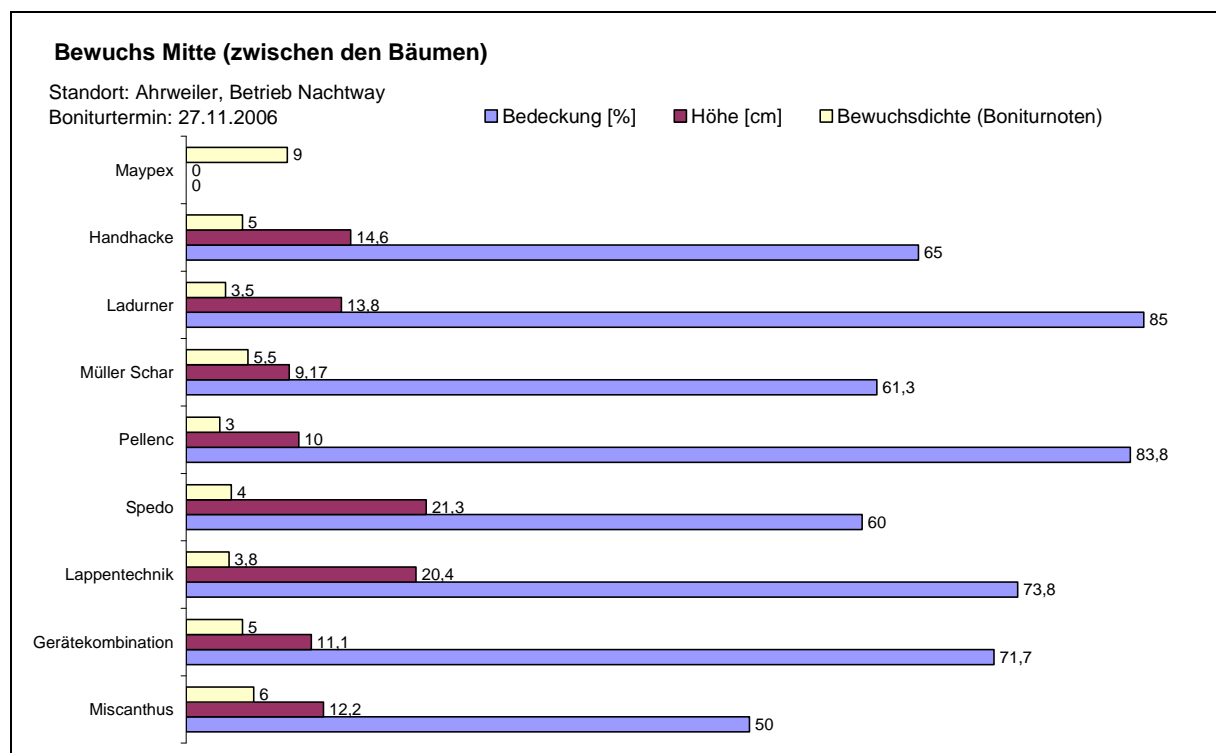


Abb. 28: Bewuchs in der Mitte zwischen den Bäumen in den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Johannes Nachtwey, Ahrweiler, November 2006

In den Baumstreifen war im Schnitt im Bereich seitlich neben den Bäumen mehr Unkraut nach den Behandlungen wieder aufgelaufen, als in der Mitte zwischen den Bäumen. Der niedrigste Bedeckungsgrad mit 68,3% zeigte sich in der Variante „Miscanthus“. Hier war der Bewuchs mit einer Boniturnote 4,7 auch am wenigsten dicht. Am meisten war das Unkraut in der Variante „Pellenc“ wieder aufgelaufen, wo es eine Bedeckung von 92,5% und eine Boniturnote von 2 erreichte (Abb. 29).

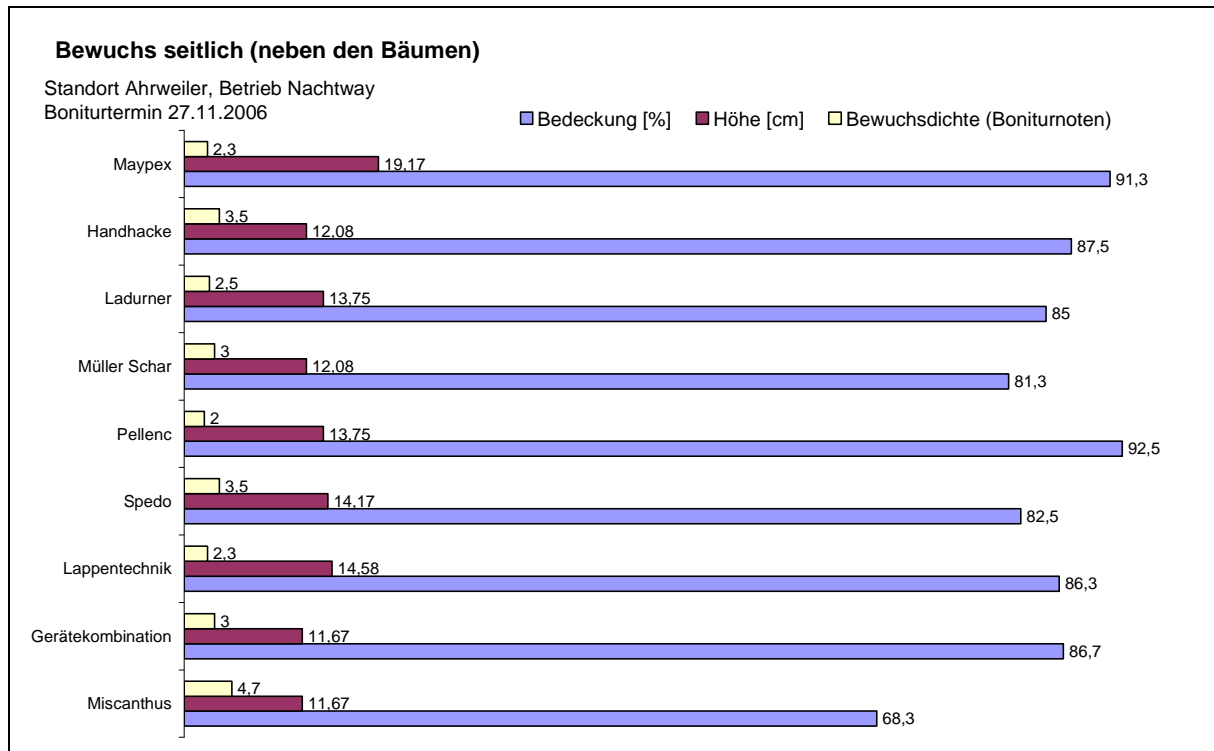


Abb. 29: Bewuchs seitlich neben den Bäumen in den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Ahrweiler, Betrieb Johannes Nachtwey, November 2006

Am Stammgrund hatten die Horste in den Varianten „Ladurner“ und „Spedo“ mit 30 cm und 35 cm den größten Durchmesser. Auch bei „Pellenc“ und der „Lappentechnik“ blieben mit 23,8 cm und 21,3 cm noch relativ große Horste am Stammgrund zurück. Nur sehr geringen Bewuchs zeigten die Mulchvarianten „Mypex“ und „Miscanthus“. Hier wuchs das Unkraut auch nur auf eine Höhe von 6,25 bzw. 7,5 cm. In den anderen Varianten lag die Höhe des Unkrautes bei mindestens 10 cm und wurde in der Variante „Spedo“ mit 21,3 cm am höchsten (Abb. 30).

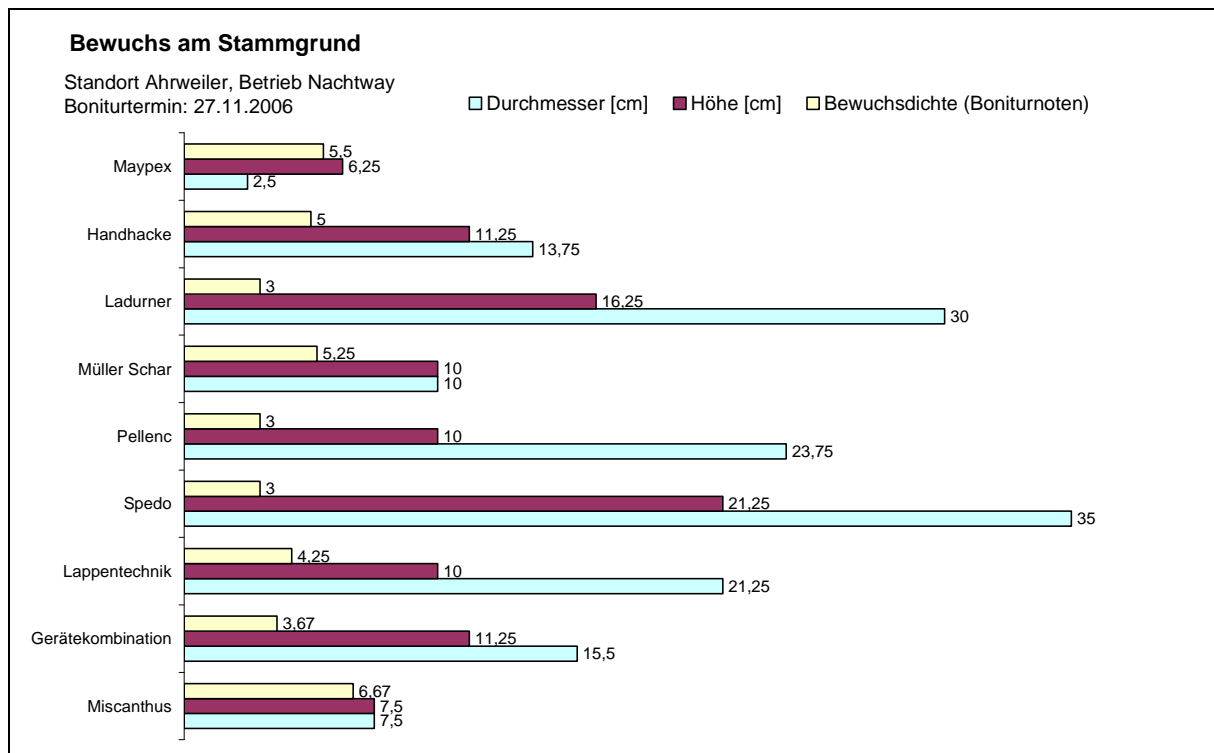


Abb. 30: Bewuchs am Stammgrund in den verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Ahrweiler, Betrieb Johannes Nachtwey, November 2006

3.2.3 Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Ahrweiler

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Fruchtbonituren in den Betrieben Bert Krämer und Johannes Nachtwey dargestellt.

3.2.3.1 Fruchtbonitur im Betrieb Bert Krämer

Die Braeburn-Anlage im Betrieb Bert Krämer wurde im Jahr 2005 am 12. Oktober (1. Pflücke) und am 18. Oktober (2. Pflücke) beerntet.

Grundsätzlich lag in 2005 das Ertragsniveau der ersten Pflücke in allen Varianten über dem der 2. Pflücke. Der höchste Ertrag wurde bei der 1. Pflücke bei der Variante „Müller-Schar“ mit 6,5 kg/Baum erzielt. Danach folgen die Variante „Spedo“ mit 6,3 kg und die Variante „Lappentechnik“ mit 6,2 kg Ertrag pro Baum. Die Varianten „Ladurner“, „Müller-Schar“, „Mulchfolie“ und „Kombination“ erreichten einen Ertrag pro Baum von 5,5 bis 5,7 kg in der 1. Pflücke. Die Variante „Handhacke“ hatte bei der 1. Pflücke den geringsten Ertrag mit 4,7 kg/Baum.

Bei der 2. Pflücke hatte die Variante „Ladurner“ mit 3 kg/Baum den höchsten Ertrag, gefolgt von der Variante „Spedo“ mit 2,7 kg, der Variante „Pellenc“ mit 2,7 kg und der Variante „Gerätekombination“ mit 2,6 kg. Der Ertrag in den restlichen Varianten bewegte sich zwischen 1,6-2 kg pro Baum.

Nachdem die Variante „Müller Schar“ in der 1. Pflücke den höchsten Ertrag erzielte, wurde bei der 2. Pflücke mit 1,5 kg/Baum der geringste Wert erreicht.

Der höchste Gesamtertrag wurde in der Variante „Spedo“ mit insgesamt 9,01 kg pro Baum erzielt, davon hatten 5,2 kg einen Durchmesser >70mm. Bei der Variante „Gerätekombination“ wurden 8,3 kg (4,1 kg >70mm), bei der Variante „Pellenc“ 8,4 kg (4,8 kg >70mm) und bei der Variante „Ladurner“ 8,3 kg (4,4 kg >70mm) geerntet. Die geringste Ernte pro Baum wurde mit 6,5 kg (3,5 kg >70mm) bei der Variante „Handhacke“ erfasst. Bei den restlichen Varianten wurden Erträge von 7,1-8 kg erreicht (Tab. 8.).

Tab. 8: Ertrag der Braeburn-Anlage im Betrieb Bert Krämer

Variante	1. Pflücke 12.10.05	2. Pflücke 18.10.05	Summe	Kilo > 70 mm
Ladurner	5,32	2,97	8,29	4,35
Scheibenegge Spedo	6,30	2,71	9,01	5,19
Pellenc	5,68	2,66	8,35	4,84
Miscanthus-Abdeckung	5,45	1,99	7,44	4,27
Müller-Schar	6,48	1,52	8,00	4,19
Lappentechnik	6,22	1,60	7,82	4,60
Handhacke	4,70	1,78	6,48	3,45
Mulchfolie (Mypex)	5,55	1,59	7,14	5,52
Gerätekombination	5,71	2,61	8,32	4,06

Bei der Ernte 2006 ergaben sich in Bezug auf den Ertrag in kg pro Baum keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Varianten. Die Erträge liegen zwischen 17 und 19 kg pro Baum (siehe Abb. 31). In Bezug auf die Fruchtgröße zeigten sich etwas größere Unterschiede. Mit 58,7% trugen die Bäume der Variante „Mypex“ die meisten Äpfel über 70 mm Durchmesser. In der Variante „Ladurner Krümmler“ waren dagegen nur 40,2% der Äpfel größer als 70 mm.

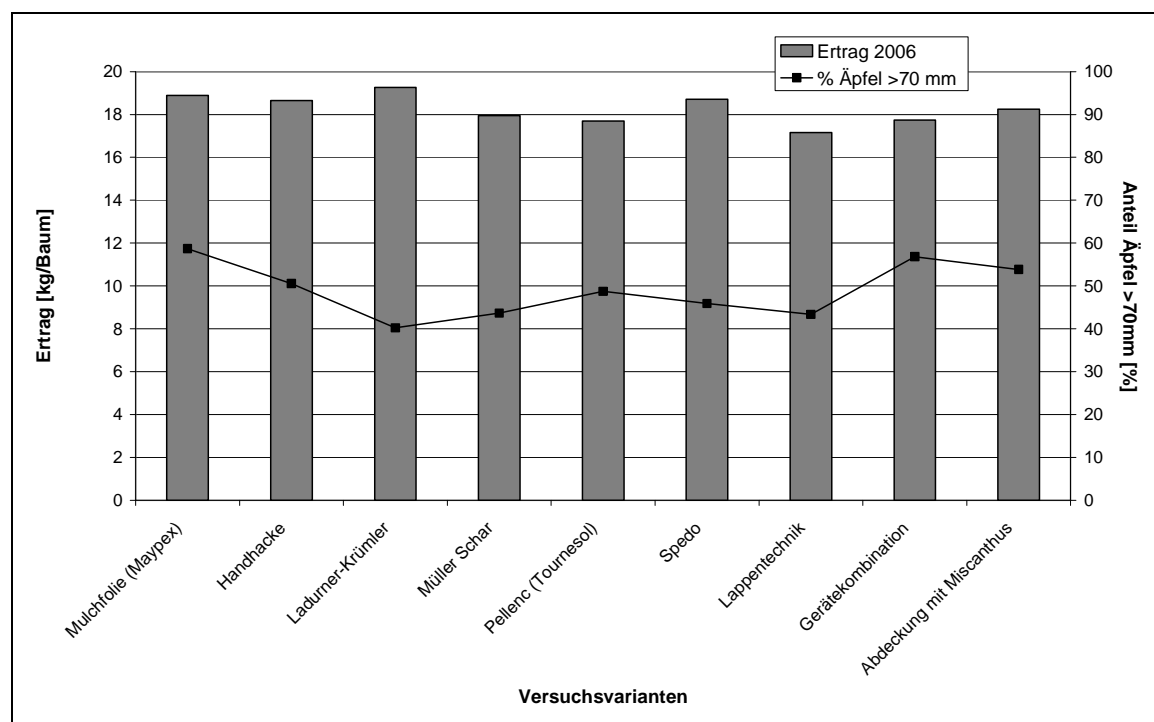


Abb. 31: Erträge in kg/Baum und Anteile [%] an Äpfeln über 70 mm am Standort Bert Krämer in den verschiedenen Versuchsvarianten im Versuchsjahr 2006

3.2.3.2 Fruchtbonitur im Betrieb Johannes Nachtwey

Ernte 2005

Die Sorte Topaz wurde am 12.10.05 (1. Pflücke) und am 18.10.05 (2. Pflücke) geerntet.

Die Ernteergebnisse in kg/Baum der verschiedenen Varianten ergaben:

Bei der ersten Pflücke wurde bei allen Varianten ein höherer Ertrag pro Baum erzielt, als bei der 2. Pflücke. Der höchste Ertrag wurde während der 1. Pflücke bei der Variante „Lappentechnik“ erzielt (3,4 kg). Danach folgen die Variante „Müller-Schar“ mit 3,3 kg und die Variante „Ladurner-Krümler“ mit 3,1 kg/Baum. Die Varianten „Handhacke“, „Pellenc“, „Spedo“ und „Mypex-Bändchengewebe“ erzielten einen Ertrag von 2,8 kg-2,9 kg/Baum.

Bei der Variante „Gerätekombination“ wurden 2,6 kg und bei der Variante „Abdeckung mit Miscanthus“ 2,5 kg/Baum geerntet.

Bei der 2. Pflücke wurden bei der Variante „Spedo“ 2,8 kg, bei der Variante Mypex-Bändchengewebe 2,7 kg und bei der Variante „Müller-Schar“ 2,6 kg/Baum geerntet. Die Variante „Pellenc“ hat 2,0 kg erzielt und die übrigen Varianten haben einen Ertrag zwischen 1,5-1,9 kg/Baum erbracht.

Der höchste Gesamtertrag wurde in der Variante „Müller-Schar“ erzielt (5,9 kg/Baum), davon hatten 5,7 kg einen Durchmesser >70 mm. Die Variante „Spedo“ erzielte 5,6 kg (5,4 kg >70mm) und die Variante Mypex-Bändchengewebe 5,5 kg/Baum (5,3 kg > 70mm). Die Varianten „Ladurner-Krümler“, „Lappentechnik“, „Pellenc“ und „Handhacke“ erbrachten einen Gesamtertrag zwischen 5,2 kg und 4,8 kg und auch hier machte das Gewicht der Früchte, die einen Durchmesser <70mm erlangten, bei den genannten Varianten nur etwa 100-200 g aus. Die geringsten Erträge wurden bei den Varianten „Gerätekombination“ mit 4,2 kg (4,0 kg >70 mm) und „Abdeckung mit Miscanthus“ mit 4,0 kg/Baum (3,9 kg >70mm) erreicht (Tab. 9).

Ernte 2006

Bei der Ernte 2006 auf dem Betrieb Nachtwey trugen die Bäume in der Variante „Pellenc“ mit durchschnittlich 13,18 kg/Baum die meisten Äpfel. Die anderen Varianten lagen zwischen 10,5 kg/Baum („Ladurner“) und 12,3 kg/Baum („Miscanthus“) und zeigten damit keine nennenswerten Unterschiede. Der Anteil an Früchten mit einer Größe über 70 mm lag in der Variante „Lappentechnik“ mit 79,6% am niedrigsten. Es folgt die Variante „Pellenc“ mit einem Anteil von 83,5%. Den höchsten Anteil Früchte (90,3%), größer als 70 mm trugen die Bäume in der Variante „Ladurner“ (siehe Abb. 32).

Tab. 9: Ertrag der Topaz-Anlage im Betrieb Johannes Nachtwey

Variante	1. Pflücke 12.10.05	2. Pflücke 18.10.05	Summe	Kilo > 70 mm
Ladurner	3,1	2,1	5,2	5,1
Scheibenegge Spedo	2,8	2,8	5,6	5,4
Pellenc	2,9	2,0	4,9	4,7
Miscanthus-Abdeckung	2,5	1,5	4,0	3,9
Müller-Schar	3,3	2,6	5,9	5,7
Lappentechnik	3,4	1,7	5,2	4,9
Handhacke	2,9	1,9	4,9	4,7
Mulchfolie (Mypex)	2,8	2,7	5,5	5,3

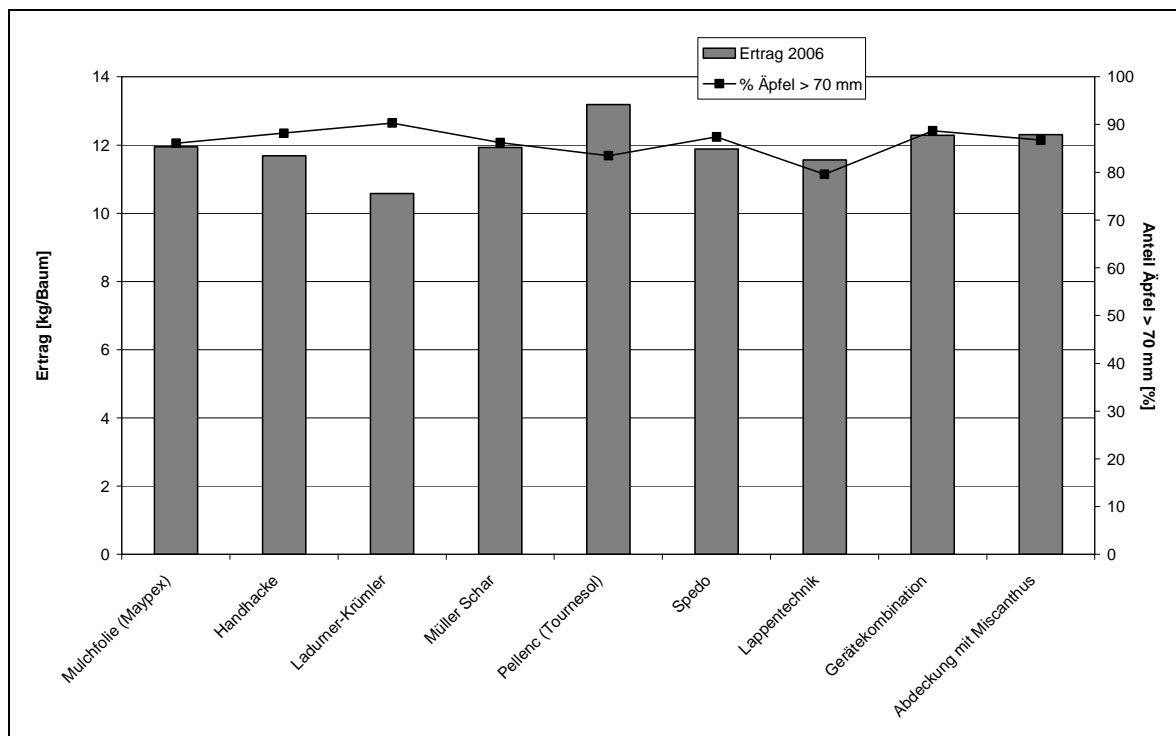


Abb. 32: Ertrag 2006 in kg pro Baum und Anteile [%] an Äpfeln über 70 mm in den verschiedenen Versuchsvarianten auf dem Betrieb Nachtwey

3.2.4 Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren am Standort Ahrweiler

Ein Problem am Standort Ahrweiler waren die hohen Mäuseschäden, die im Zusammenhang mit den Varianten „Mulchfolie-Mypex“ und „Abdeckung mit Miscanthus“ in der Saison 2005 aufgetreten sind. Unter der Folie entsteht ein für Feldmäuse attraktiver Lebensraum, da die Abdeckung die Tiere vor Beutegreifern schützt. Die Folge der erhöhten Mäusepopulation sind Fraßschäden im Bereich des Wurzelhalses (Abb. 33). Der Anteil der Bäume mit Nageschäden am Stammfuß wurde am 11.8.2005 bonitiert. Der Anteil geschädigter Bäume liegt demnach in der Variante „Mulchfolie-Mypex“ am Standort Ahrweiler (Betrieb Bert Krämer) bei 64 %, und in der Variante „Abdeckung mit Miscanthus“ bei 48 %. Inwieweit es in Folge dieser Schäden zum Ausfall von Bäumen kommt, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgestellt werden.

Die Abdeckung mit Miscanthus hat sich im Rahmen der Versuchsanstellung als unzureichend dargestellt.



Abb. 33: Nageschäden durch Feldmäuse im Bereich des Wurzelhalses im Betrieb Bert Krämer

3.3 Ergebnisse am Standort Dresden-Pillnitz

3.3.1 Ergebnisse der Bodenuntersuchung

Die Entnahme der Proben fand am Standort Dresden-Pillnitz am 27.09.2004 in 0 - 30 cm Bodentiefe statt, dabei wurden die Proben sowohl zwischen den Bäumen in der Baumzeile, als auch im Bereich der Fahrgassen genommen.

Die Auswertung der Proben erfolgte im Zeitraum vom 20. Oktober 2004 bis zum 3. November 2004 durch das Institut für Boden und Umwelt der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Nord-West (LUFA Nord-West).

Untersucht wurden die Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium, der Humusgehalt sowie der pH-Wert.

Der Boden wurde an beiden Standorten als sandiger Lehm eingestuft.

Der Phosphorgehalt liegt am Standort Dresden-Pillnitz mit 5,3 mg in 100 g Trockenmasse zwischen dem niedrigen und mittleren Bereich. Der Kaliumgehalt gilt mit 15,7 mg/100 g Trockenmasse als hoch, der Magnesiumgehalt liegt mit 12,3 mg/100 g Trockenmasse im hohen Bereich (Quast, 1986).

Der Boden fällt mit einem Humusanteil von 2,2 % im Durchschnitt der Proben in die Klassifizierung „humos“. Der pH-Wert entspricht mit einem Wert von 5,7 % annähernd dem angestrebten Wert von 5,5.

Tab. 10: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am Standort Dresden-Pillnitz

Phosphor *	Kalium*	Magnesium*	Humus %	pH-Wert
5,3	15,7	12,3	2,2	5,7

* Angaben in mg/100 g

3.3.2 Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Dresden-Pillnitz

Die Bewuchsentwicklung im Baumstreifen ergab in 2005 folgendes Bild:

Bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht“ wurde ein Bedeckungsgrad von 98 % erreicht und bei den Varianten „Starres Gerät seitlich; Mitte mit grobem Xylit“ und „Pellenc“ eine Bedeckung von 90 %. Die Varianten „Humus Planet“ und „Starres Gerät seitlich; Mitte mit feinem Xylit“ waren zu 80 % bzw. 81 % mit Unkraut bedeckt und die Variante „Kombination“ zu 86 %. Der geringste Bedeckungsgrad wurde in den Varianten „Starres Gerät seitlich; Mitte gehackt“ mit 78 % und „Spedo“ mit 70 % erreicht.

Die Ermittlung der Wuchshöhe der Unkräuter ergab bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte mit grobem Xylit“ eine Höhe von 43 cm und bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte mit feinem Xylit“ 41 cm. Bei der Variante „Pellenc“ wurde eine Wuchshöhe von 11 cm und bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht“ von 16 cm gemessen. Die übrigen Varianten erreichten eine Höhe von 6 bis 8 cm (Abb. 34).

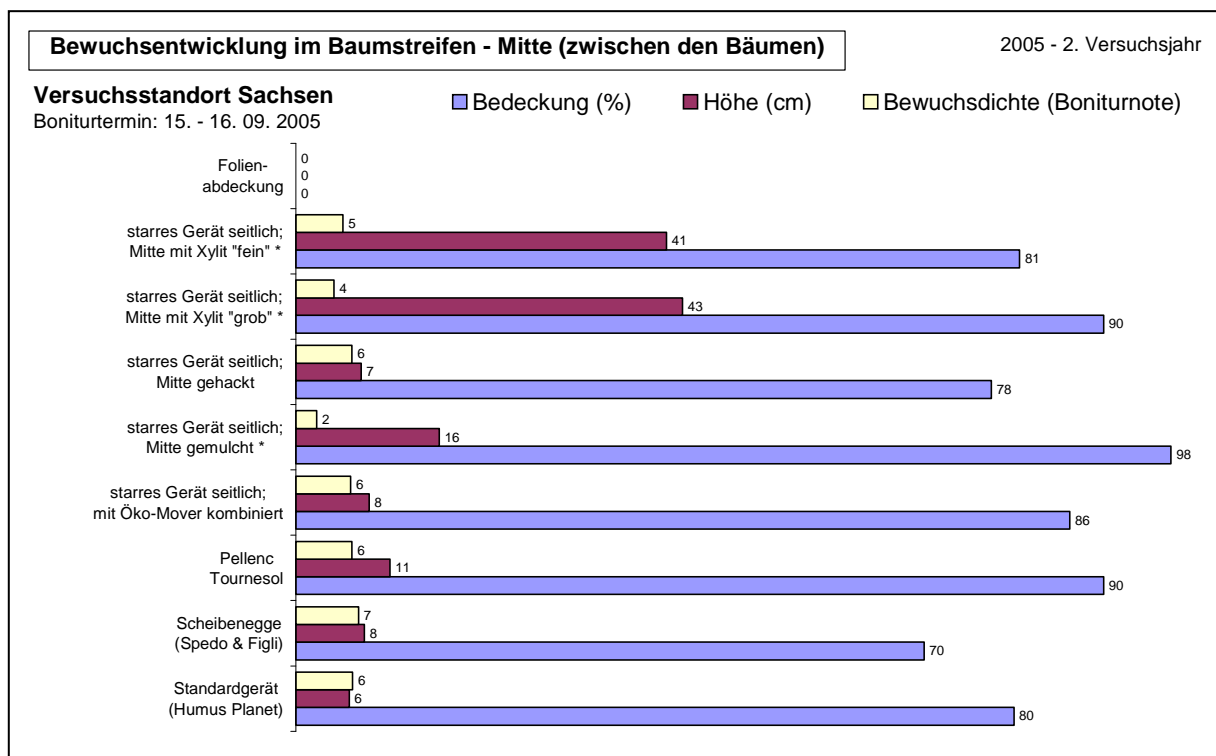


Abb. 34: Bewuchsentwicklung im Baumstreifen am Standort Sachsen in 2005

Der Boniturtermin im Juli 2006 lag 3 Tage nach der kompletten Streifenbearbeitung, so dass kein Bewuchs seitlich neben den Bäumen vorhanden war. Alle Versuchvarianten zeigten eine sehr gute Unkrautwirkung.

Der Bewuchs in der Mitte zwischen den Bäumen zeigte zu diesem Zeitpunkt in den Varianten Xylit, fein, Xylit, grob, Seitliches Versuchsgerät; gemulcht und Seitliches Versuchsgerät; Öko-Mower eine Bedeckung von 100 % und entsprechende Boniturnoten von 6 (Xylit, fein) bzw. 7 (alle anderen). Bei den beiden Xylit-Varianten war der Bewuchs zusätzlich mit 34 cm bzw. 35 cm sehr hoch, bei Seitliches Versuchsgerät; gemulcht und Öko-Mower mit 5 cm bzw. 4 cm dagegen niedrig. Bis auf einen Bedeckungsgrad von 3 % bei der Variante Spedo zeigten alle anderen Varianten zu diesem Zeitpunkt keinen Bewuchs (Abb. 35).

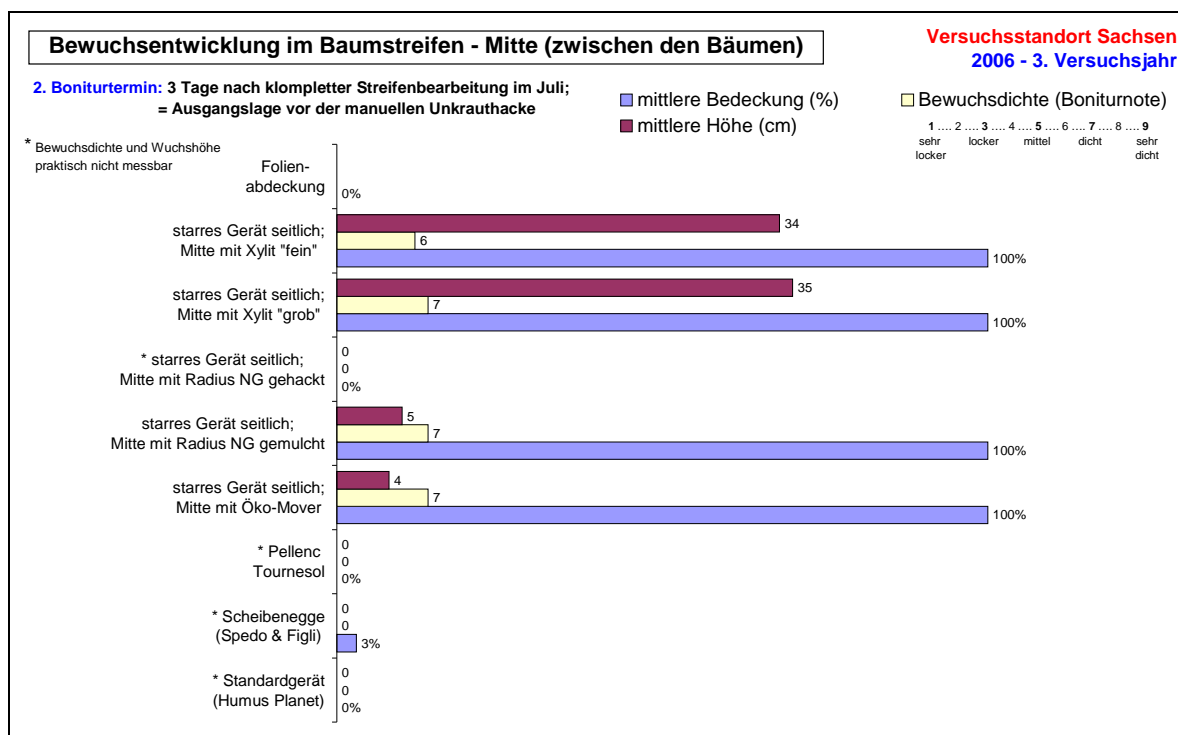


Abb. 35: Bewuchs in der Mitte zwischen den Bäumen im Juli 2006 in den Baumstreifen der verschiedenen Versuchvarianten am Standort Sachsen

Die Unkrauthorste um den Stammgrund traten im Juli bei den beiden Xylit-Varianten bei 96% der Bäume auf und bei den Varianten Seitliches Versuchsgerät; gemulcht und Öko-Mower bei 100 % der Bäume. Die Horste wurden mit Boniturnoten von 6 bzw. 7 als dicht bewertet und waren in den beiden Xylit-Varianten mit knapp 50 cm sehr hoch. Die Höhe des Unkrauts in den Varianten „Seitliches Versuchsgerät; gemulcht“ und Öko-Mower war mit 26 cm bzw. 4 cm niedriger. Bei allen anderen Varianten konnten bei 70 % - 88 % der Bäume Unkrauthorste am Stammgrund gefunden werden, wobei diese mittel bis dicht waren (Boniturnote 5 bis 7). Die Bewuchshöhe bewegte sich zwischen 24 cm („Folie“) und 40 cm („Seitliches Versuchsgerät; gehackt“). Der größte Unkrauthorstdurchmesser mit 50 cm wurde in der Variante „Spedo“ gemessen, der kleinste mit 14 cm bei der Variante „Folie“, wobei nicht alle Varianten erfasst wurde (siehe Abb. 36).

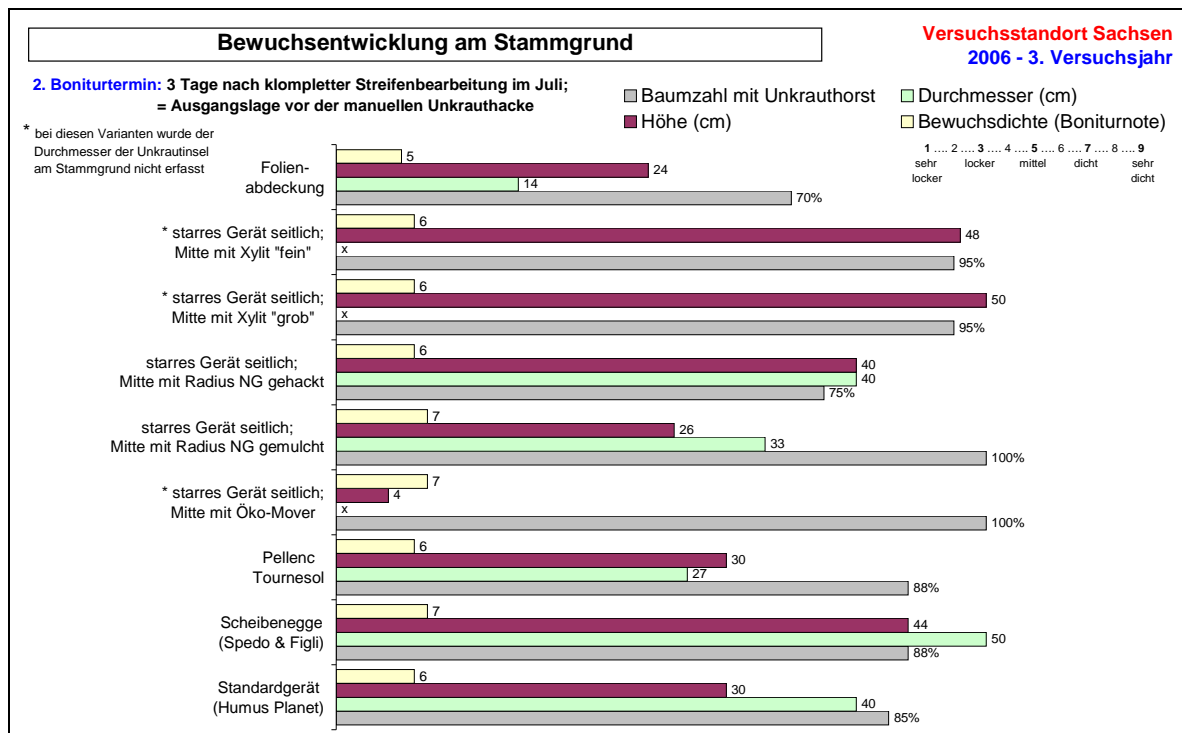


Abb. 36: Bewuchs am Stammgrund im Juli 2006 in den Baumstreifen der verschiedenen Versuchsvarianten am Standort Sachsen

Beim Boniturtermin im September kurz vor der Ernte zeigte sich, dass in allen „Sandwich“-Varianten der Bewuchs seitlich neben den Bäumen nur sehr locker und niedrig (Boniturnote 1; Bedeckungsgrad zwischen 16 % und 24 %; Höhe zwischen 3 cm und 5 cm) nachgewachsen war. In den nicht „Sandwich“-Varianten „Pellenc“, „Spedo“ und „Humus Planet“ wurde der Bewuchs im September seitlich neben den Bäumen als mittel dicht bewertet mit Bedeckungsgraden zwischen 90 % und 95 % und Wuchshöhen von 12 cm bis 14 cm. Ausnahme bildete erwartungsgemäß die Variante „Folie“ bei der kein Bewuchs seitlich der Bäume wuchs.

Unkrautbesatz und Artenspektrum am Stammgrund

Vom 15.-16.09.2005 wurden die Flächen nach verschiedenen Unkräutern bonitiert, siehe Abb. 37. Es wurden über 11 verschiedene Unkräuter erfasst und anteilig dargestellt.

Bei den meisten Varianten ist die Quecke am stärksten vertreten. Es wurden Anteile von 55 % bis 76 % erfasst, außer bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht“ in der die Quecke nur zu 26 % vertreten war. Das zweithäufigste Unkraut im Stammgrund war der Löwenzahn, der beispielsweise in der Variante „Spedo“ anteilig zu 30 %, in der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht“ zu 29 % und in der Variante „Kombination“ zu 22 % vorkommt. Bei den anderen Varianten sind Anteile von 10 % bis 18 % gemessen worden. Am geringsten ist der Löwenzahn bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte mit feinem Xylit“ und „Starres Gerät seitlich; Mitte mit grobem Xylit“ mit jeweils 3 % aufgetreten. An dritter Stelle der Häufigkeit ist der Weiße Gänsefuß zu nennen. Es wurden bei der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte mit feinem Xylit“ und der Variante „Starres Gerät seitlich; Mitte gehackt“ jeweils ein prozentualer Anteil von 16 % ermittelt. Die geringsten Werte wurden bei den Varianten „Humus Planet“ mit 8 % und „Spedo“ mit 9 % errechnet.

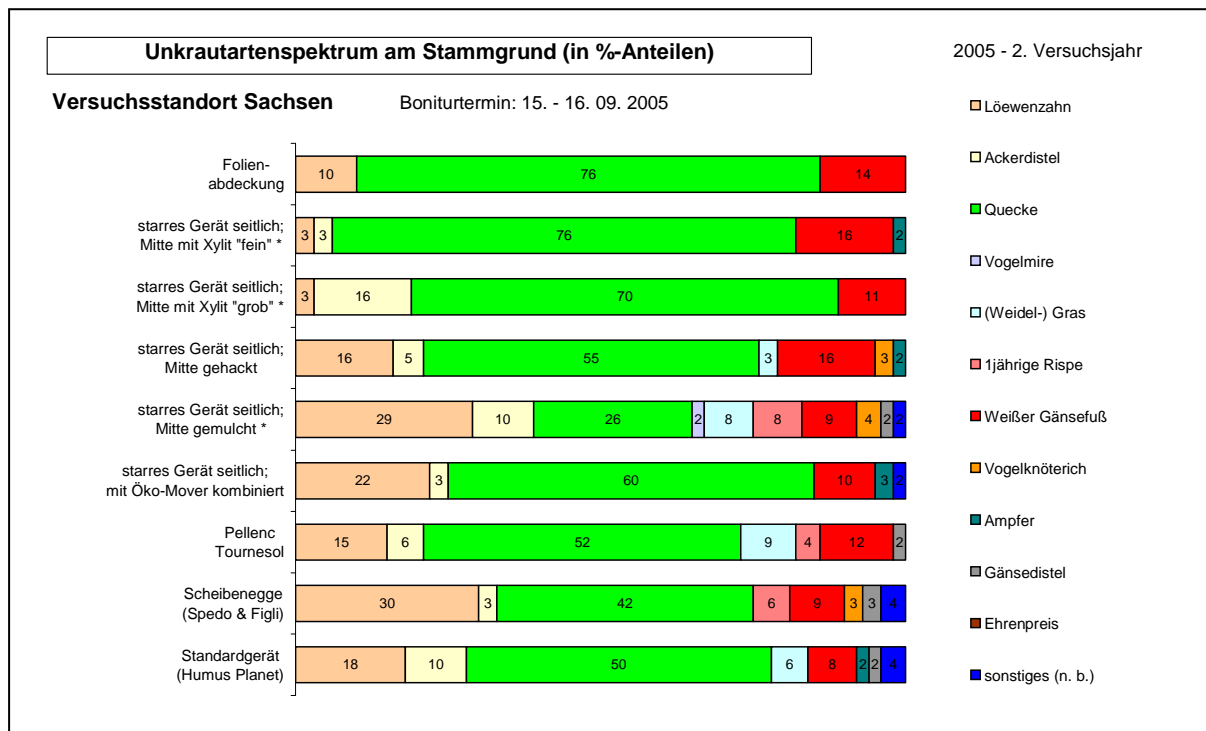


Abb. 37: Unkrautartenspektrum am Stammgrund am Standort Sachsen

3.3.3 Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Dresden-Pillnitz

Der höchste Gesamtertrag wurde in der Variante „Folienabdeckung“ mit insgesamt 8,0 kg/Baum erzielt, gefolgt von der Variante „Pellenc“ mit 6,2 kg/Baum, siehe Abb. 38. Bei den Varianten „Spedo“, „Kombination“, „Humus Planet“ und „Seitliches Versuchsgerät, Mitte mit Xylit“ wurden Erträge zwischen 5,1 bis 6,0 kg/Baum gemessen. Den geringsten Ertrag hat die Variante „Seitliches Versuchsgerät, Mitte gehackt“ mit 5,0 kg/Baum erzielt. Der Gesamtertrag aller acht Varianten zusammen hat einen durchschnittlichen Wert von ca. 5,7 kg/Baum ergeben.

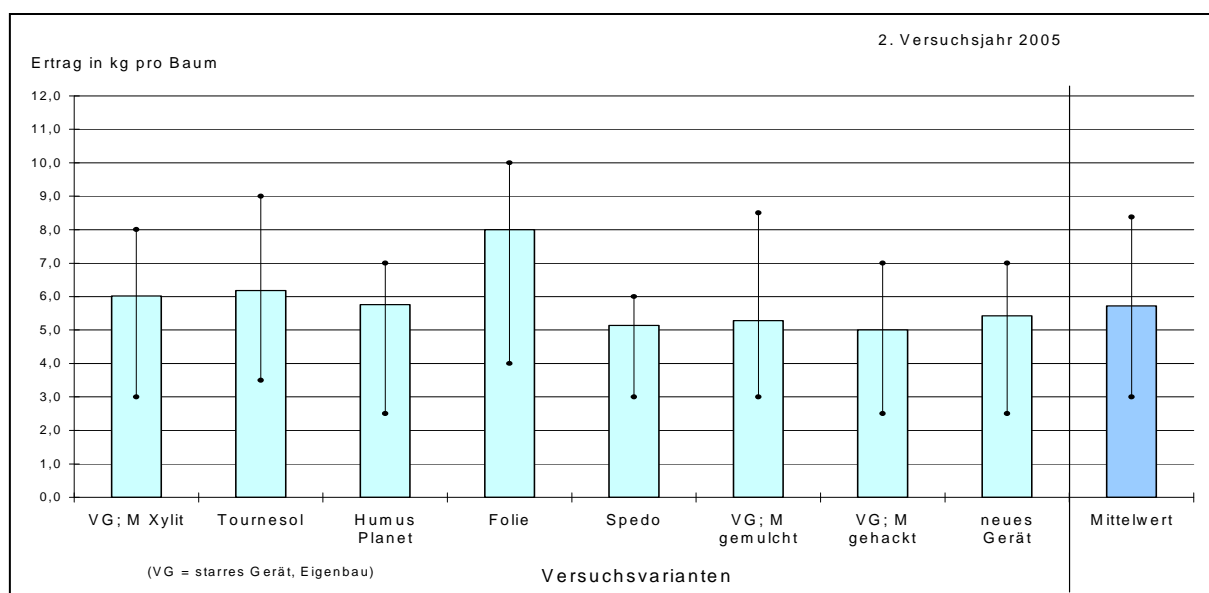


Abb. 38: Gesamtertrag in kg/Baum am Standort Sachsen in 2005

Bei allen Varianten hatte der Hauptanteil der Früchte einen Durchmesser ≤ 75 mm. Bei der Variante „Humus Planet“ waren 67,5 %, bei der Variante „Seitliches Versuchsgerät seitlich, Mitte gehackt“ 63,7 % und bei der Variante „Pellenc“ 62,0 % der Früchte in dieser Größenklasse. Den geringsten prozentualen Anteil machte die Variante „Versuchsgerät seitlich, Mitte gemulcht“ mit 39,3 % aus.

Über 76 mm Fruchtdurchmesser wurde bei 29,1 % der Früchte in der Variante „Versuchsgerät seitlich, Mitte gemulcht“ erreicht und in den Varianten „Versuchsgerät seitlich, Mitte gehackt“, „Spedo“ und „Versuchsgerät seitlich, Mitte mit Xylit“ bei 19 %, 21,7 % bzw. 22,8 %.

Die Früchte der Varianten „Pellenc“, „Humus Planet“ und „Folienabdeckung“ waren nur mit einem prozentualen Anteil von 5,9 %, 6,3 % und 2,7 % vertreten. Der dritthäufigste Fruchtdurchmesser lag bei ≤ 70 mm. Die Variante „Folie“ hatte einen prozentualen Anteil von 27,3 %, gefolgt von der Variante „Pellenc“ mit 20,7 % und der Variante „Versuchsgerät seitlich, Mitte mit Xylit“ mit 20 %. Die Varianten „Humus Planet“, „Spedo“, „Versuchsgerät seitlich, Mitte gemulcht“ und „Versuchsgerät seitlich, Mitte gehackt“ rangierten mit einem Anteil von 12,3 % bis 19,6 %.

In der Größenklasse ≤ 65 mm waren durchschnittlich 5-12,7 % der Früchte der verschiedenen Varianten enthalten. Nur bei den Varianten „Versuchsgerät seitlich, Mitte mit Xylit“, „Pellenc“ und „Spedo“ wurden Früchte mit einem Durchmesser ≤ 60 mm mit einem Anteil von 0,2 % und 0,4 % ermittelt (Abb. 39).

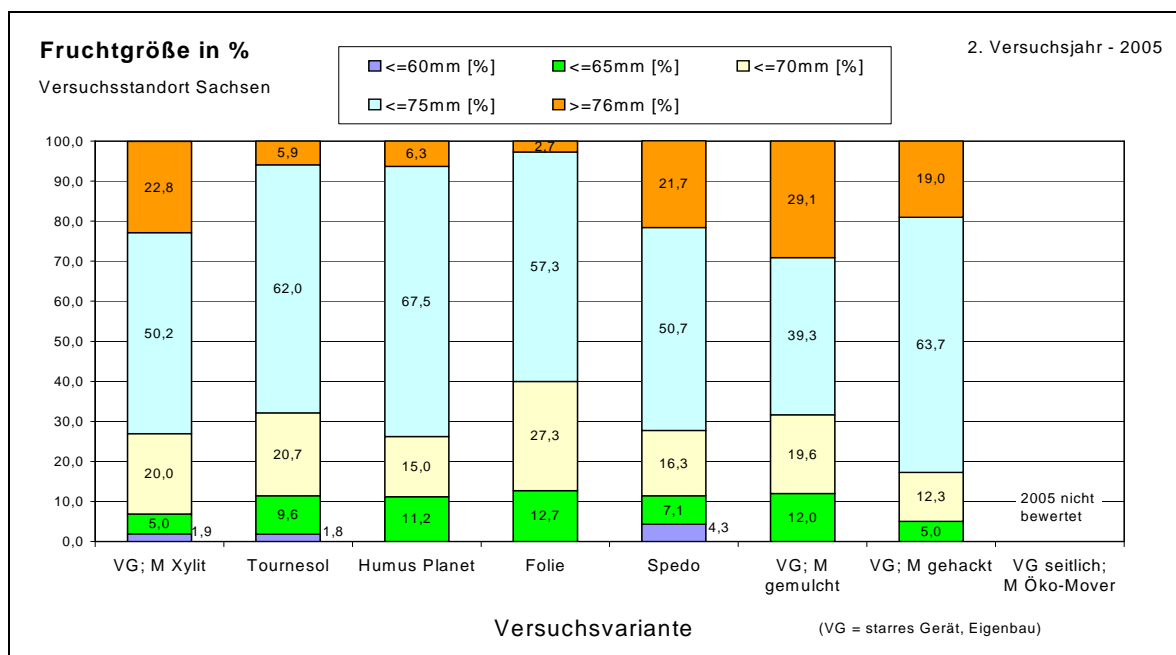


Abb. 39: Durchschnittliche Fruchtgröße in mm/Variante am Standort Sachsen

Der Ertrag am Standort Sachsen betrug 2006 im Schnitt über alle Varianten 2,7 kg/Baum. Dabei erbrachten die Bäume bei der Variante „Folie“ den höchsten Ertrag mit 3,2 kg/Baum und die Bäume der Variante „Xylit“ mit 2,3 kg/Baum den niedrigsten Ertrag. Alle anderen Varianten lagen dementsprechend zwischen 2,5 kg/Baum und 3,1 kg/Baum (siehe Abb. 40).

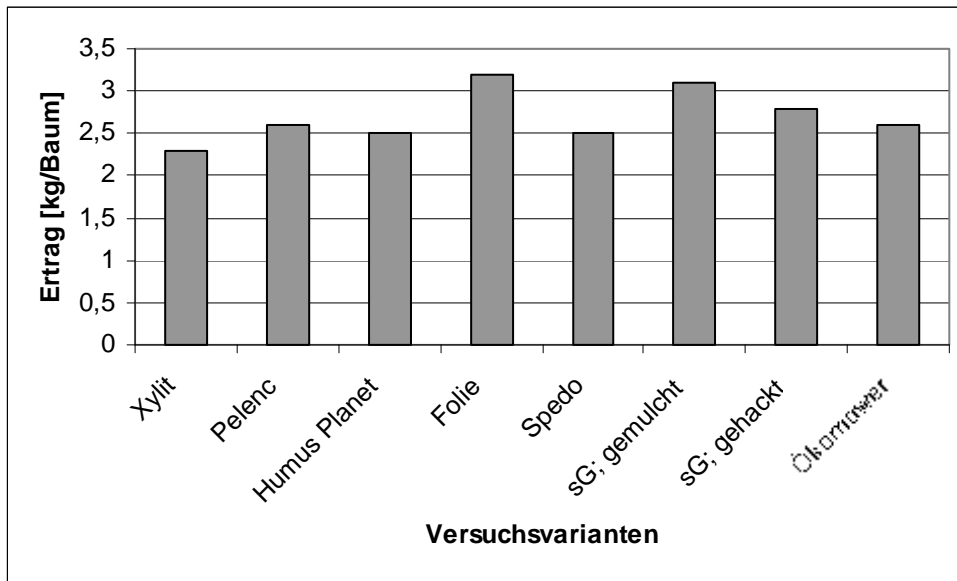


Abb. 40: Fruchtgröße in prozentualen Anteilen von Größenklassen am Standorten Sachsen in den verschiedenen Versuchsvarianten 2006

Werden die Fruchtgrößen betrachtet, so waren 2006 im Schnitt aller Varianten knapp 50 % der Äpfel zwischen 70 mm und 75 mm groß. Weitere 36,5 % fallen im Durchschnitt auf die Größenklasse größer als 75 mm. Besonders groß waren die Äpfel in den Varianten „Humus Planet“ und „Spedo“, bei denen nur noch 5,2 % bzw. 2,5 % auf die Größenklassen kleiner als 70 mm fallen. Bei den Varianten „Seitliches Versuchsgesät; Mitte mit Radius NG gehackt“ und „Seitliches Versuchsgesät; Mitte mit Radius NG gemulcht“ waren 22,1 % bzw. 23,4 % der Äpfel kleiner als 70 mm. Die meisten kleinsten Äpfel trugen die Bäume in der Variante „Seitliches Versuchsgesät; Mitte mit Radius NG gemulcht“ mit 3,9 % Äpfeln kleiner als 60 mm (vgl. Abb. 41).

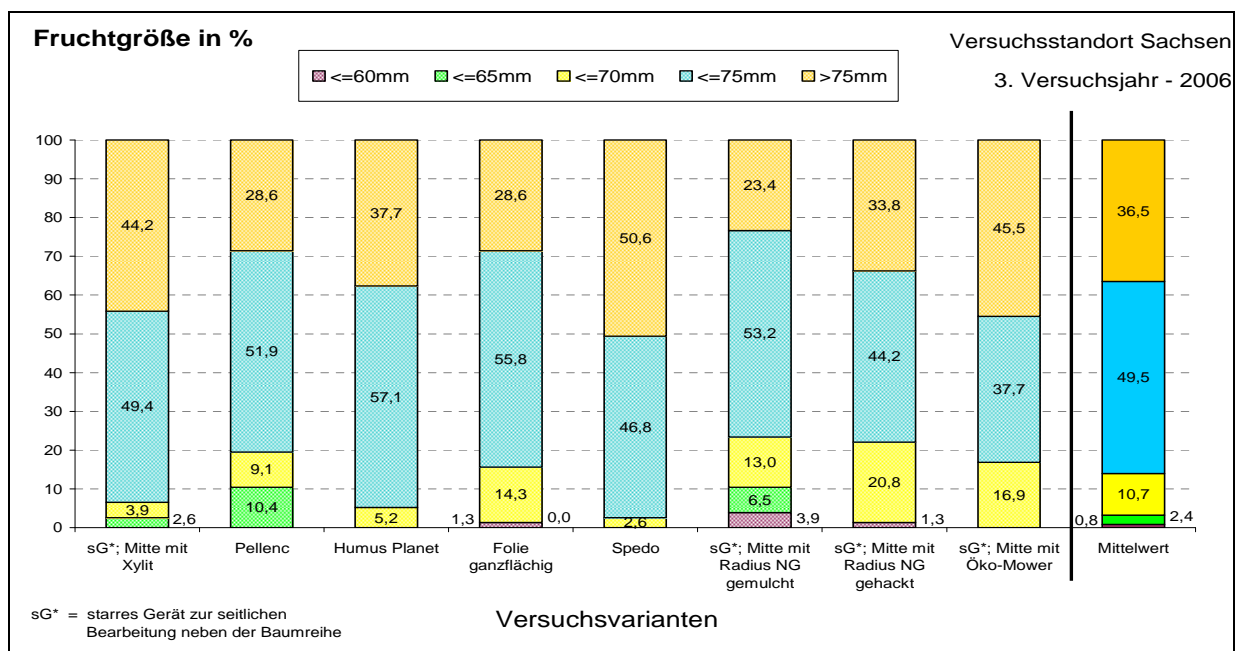


Abb. 41: Fruchtgröße in prozentualen Anteilen von Größenklassen am Standorten Sachsen in den verschiedenen Versuchsvarianten 2006

3.3.4 Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren am Standort Dresden-Pillnitz

Auf Grund der Standortverhältnisse konnten alle Baumstreifenbearbeitungsgeräte, welche auch den Bereich zwischen den Bäumen bearbeiten (alle Geräte mit Schwenkmechanismus) max. nur 2 km/h schnell gefahren werden. In den Varianten mit dem seitlich montierten Versuchsgerät war bei den gegebenen Bodenverhältnissen eine Geschwindigkeit von bis zu 9 km/h möglich.

Als bisher übliches Praxisverfahren wurde im Projekt die Anwendung eines Kreiselkrümlers zur Unkrautregulierung im Baumstreifen zugrunde gelegt. Diese Geräte bearbeiten den Bodenbereich sowohl zwischen als auch seitlich neben den Bäumen. Sie verfügen über aktiv wirkende Werkzeuge in Form von rotierenden Hackscharen. Die Bearbeitungsbreite ist durch den Durchmesser und die konstruktive Anordnung der Werkzeugköpfe am Baumstreifengerät festgelegt.

Am Standort Sachsen wurde die Standardvariante mit dem Kreiselkrümmler HUMUS PLANET bearbeitet.

Das Gerät ist relativ robust und arbeitete zuverlässig. Auf Grund des sehr schweren Bodens am Standort Sachsen ergab sich allerdings ein hoher Verschleiß bei den Hackscharen. Für die Bearbeitung der 16 ha großen Apfelanlage mit 6 bis 7 Durchfahrten werden pro Jahr 2 komplette Sätze an Hackscharen benötigt. Das gerät Humus Planet konnte auch bei sehr festem Boden (bei längerer Trockenheit) ausreichend tief den Boden bearbeiten (2-3cm).

Pellenc Tournesol

Im Versuch wurde die einseitige Grundvariante im Zwischenachsenbau am Schlepper verwendet. Da das Gerät ursprünglich für den Einsatz in Rebanlagen und Baumschulen konzipiert wurde, ist in dieser Gerätekonfiguration der Abstand des Werkzeugkopfes vom Schlepper in Richtung Baumstreifen relativ gering, was u. U. zu Problemen bei der Bearbeitung unter Bäumen mit sehr breiten Baumkronen führen kann. Unproblematischer dürfte dagegen die Arbeitsweise bei der zweiseitigen Ausführung im Frontanbau sein. Hier kann die Arbeitsbreite variiert werden.

Das Pellenc-Gerät arbeitet ohne Tastarm. Das Ausschwenken des Werkzeugkopfes erfolgt allein durch den Widerstand am Baumstamm. Die Bearbeitungstiefe wird durch die Wahl der verschiedenen Typen an Hackscharen festgelegt. Der Werkzeugkopf kann nicht aktiv "in den Boden" gedrückt werden. Am Standort Sachsen erwies sich dieser Umstand als nachteilig. Auf Grund des sehr festen Bodens konnten die Hackschare sehr oft nicht in den Boden eindringen. Sie "schabten" dann nur an der Oberfläche entlang.

Am Stammgrund konnte gegenüber dem Standardgerät eine Reduzierung der Restverunkrautung um 30-40 % erzielt werden, was zu einer gewissen Einsparung bei der manuellen Unkrauthacke führte. Allerdings waren bei diesem Gerät auch vermehrt Stammbeschädigungen in Form von Abschürfungen an der Stammrinde durch die Gumminoppen am Werkzeugkopf festzustellen. Ein Problem, dass möglicherweise konstruktiv noch gelöst werden könnte.

Die Gefahr von relevanten Wurzelverletzungen wird Aufgrund der Konstruktion und Wirkungsweise des Werkzeugkopfes als sehr gering eingeschätzt.

Eine Dammbildung, wie in anderen Versuchen, konnte unter den gegebenen Bodenbedingungen bisher nicht festgestellt werden.

Scheibenegge Spedo & Figli

Dieses Baumstreifenbearbeitungsgerät erwies sich konstruktiv und funktionell unter den gegebenen Standortsbedingungen als sehr robust. Die bodenbearbeitende Wirkung war auch unter den recht schwierigen Bodenverhältnissen am Standort Sachsen sehr gut. Die Scheiben kamen ohne Problem in den zumeist sehr festen Boden hinein. Sehr gewöhnungsbedürftig ist die Heckenbauweise, wodurch die Sicht auf das Gerät stark beeinträchtigt wird. Das ist besonders nachteilig für das Anhäufeln, da hier mit einer relativ hohen Geschwindigkeit gefahren werden könnte. Großer Nachteil ist die relativ schwierige Einstellung einer optimalen Bearbeitungstiefe. Öfters kam es vor, dass die Scheiben viel zu tief im Boden arbeiteten. Die Bearbeitungstiefe lag zwischen 5 bis 15 cm. Dadurch kam es auch zu Wurzelschäden.

Nachteilig muss auch die Bearbeitung mit zwei verschiedenen Scheibenformen eingeschätzt werden. Mit der Lockerungsscheibe werden sichtbare Bodenverschiebungen verursacht. Die Verfüllscheibe häufelt oft zu stark am Stammgrund an (bis über die Veredlungsstelle). Der bearbeitete Boden ist sehr ungleichmäßig. Der Baumstreifen ist nach Bearbeitung mit der Verfüllscheibe zur Mitte hin aufgewölbt. Es gibt größere Klumpen- und Schollenbildungen.

Der Durchmesser der Unkrautinseln war im Jahresmittel von allen Varianten mit max. 50 bis 60 cm am größten. Demzufolge lag auch der Arbeitsaufwand zur manuellen Handhacke bei diesem Gerät mit ca. 45 Stunden pro ha deutlich über dem der anderen Varianten (außer dem Folieneinsatz).

Aus den Erfahrungen am Standort Dresden-Pillnitz muss festgehalten werden, dass das Gerät unter pflanzenbaulichem und ökologischem Gesichtspunkt wegen der Zerstörung der Bodenstruktur sowie der unkontrollierten Einwirkung auf den Wurzelbereich nur bedingt empfohlen werden kann.

Folienabdeckung

Diese Variante erreichte tendenziell den höchsten Ertrag im Versuch. 2005 war er sogar signifikant höher im Vergleich zur Standardvariante. Die Folienabdeckung ist offensichtlich für eine optimale Ertragsentwicklung sehr gut geeignet, was auch durch andere Versuche schon bestätigt wurde.

Der Arbeitsaufwand war allerdings bei der im Versuch angestrebten Zielvorgabe einer nur zeitweisen Abdeckung (April bis Oktober) deutlich höher als in den anderen Varianten. Als hoch muss hier auch die Gefahr von Mäuseschäden eingeschätzt werden. Am Standort Sachsen waren bis Projektabschluss knapp 50 % der Bäume durch die Feldmaus (*Microtus agrestis*) mehr oder weniger stark geschädigt, daher kann diese Variante aus betriebswirtschaftlicher und phytopathologischer Sicht für den Standort Dresden-Pillnitz nicht empfohlen werden.

Sandwich-Verfahren

Das Verfahren wurde am Forschungsinstitut für biologischen Landbau in der Schweiz (FiBL) entwickelt. In der ursprünglichen Version wird 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. 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 Begrünungstreifen 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 Begrünungstreifen sind für die Förderung der Artenvielfalt in den Obstanlagen von Interesse, da viele nützliche Insekten und Spinnen hier Unterschlupf und Nahrung finden.

Mit diesem Verfahren wurden im vorliegenden Projekt erste Erfahrungen unter Praxisbedingungen gemacht. Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten wurden aber bereits unter Versuchsbedingungen in einem Projekt der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft erprobt.

Als sehr gut ist die Bearbeitung seitlich der Bäume einzuschätzen. Mit bis zu 9 km/h kann diese sehr effizient durchgeführt werden. Da das Gerät (Abb. 42) die Bäume nicht berührt, sind auch noch Bearbeitungsgänge bis kurz vor die Ernte möglich. Das Prinzip Gänsefußschar (Unterschneiden des Unkrautes) und Sternrollhacken (Zerkleinerung und zum Herausziehen des Unkrautes) ist recht wirkungsvoll, selbst bei den recht schwierigen Bodenverhältnissen am Versuchstandort in Sachsen.



Abb. 42: Eigenkonstruktion am Standort Dresden-Pillnitz, Bodenbearbeitungsgerät zum Sandwichverfahren, Kombination und Gänsefußschar und Sternrollhacken

Die Bodenstruktur ist nach dem Einsatz sehr eben und feinkrümelig. Es kann sehr genau die Eindringtiefe des Gänsefußschares und der Sternrollhacken eingestellt werden. Bearbeitungstiefe ca. 3-5 cm.

Selbst bei häufigeren Durchfahrten gegenüber den konventionellen Hackgeräten kann der Arbeitszeitbedarf pro Jahr zum Teil deutlich niedriger sein (siehe Anhang, Tab. A9 u. A10)). Für die Unkrautregulierung im Mittelstreifen (zwischen den Bäumen) wurden verschiedene Lösungsansätze erprobt:

Mittelstreifen mit organischem Material abgedeckt

Dafür wurde im Projekt Xylit verwendet. Dies ist ein Abfallprodukt aus der Braunkohlengewinnung. Es ist wesentlich länger haltbar gegenüber Rindenmulch, Kompost u. ä. Es ist stickstoffneutral, regenwasserdurchlässig, geruchsneutral und resistent gegen Pilzbefall. Durch den sehr schmalen Abdeckstreifen (ca. 40-50 cm) und in Verbindung mit der regelmäßigen seitlichen Bodenbearbeitung wird eine geringere Mäusegefährdung gegenüber ganzflächiger Baumstreifenabdeckung erwartet. Bisher hat sich dies auch bestätigt. Ältere Versuche (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Versuchsfeld Dresden-Pillnitz) zeigten bei sehr geringem Besatz mit Wurzelunkräutern in den Obstanlagen (z. B. Löwenzahn, Ackerkratzdistel, Weißer Gänsefuß) eine gute Unkrautunterdrückung.

Die Ergebnisse aus dem jetzigen Praxisbetrieb zeigen allerdings die Grenzen dieses Lösungsansatzes auf. Viele Unkrautarten wurden zwar sehr gut unterdrückt. Dafür gab es aber eine absolute Dominanz von den ausgesprochenen Wurzelunkräutern, insbesondere Quecke, welche den Mulchbelag problemlos durchwuchs. Das zusätzlich aufbereitete (dafür aber auch teurere) Xylit "fein" zeigte dabei tendenziell eine etwas bessere Unkrautwirkung gegenüber dem relativ langfaserigen Rohmaterial (Xylit "grob").

Die Haltbarkeit des Xylit-Abdeckmaterials ist im Projektverlauf als sehr gut einzuschätzen. Es kann mit einer Funktionsdauer des Belages von mindestens 5 Jahren gerechnet werden. Allerdings ist der bewuchsunterdrückende Effekt eben stark von dem vorherrschenden Unkrautartenspektrum am Standort abhängig. So kann nach den bisherigen Erfahrungen das Abdecken mit organischem Mulchmaterial bei starkem Besatz mit Wurzelunkräutern (insbesondere Quecke, Ackerkratzdistel und Löwenzahn) aus betriebswirtschaftlicher und phytosanitärer Sicht nicht empfohlen werden.

Begrünter Streifen zwischen den Bäumen in Kombination mit Mulchen in Intervallen

Der Streifen zwischen den Bäumen (ca. 40-50 cm breit) wurde mit dem Scheibenmulcher am RADIUS NG bearbeitet. Dabei erfolgte keine Bodenbearbeitung. Allmählich konnte sich dadurch ein natürlicher dichter Bodenbewuchs in diesem Streifen etablieren. Dieser erwies sich bisher als gut wirksam gegen die potentiellen Problemunkräuter (besonders Quecke). Deren Anteil konnte vergleichsweise gegenüber den anderen Baumstreifenpflegevarianten verringert werden.

Mit dem speziellen Scheibenmulcher am RADIUS NG (Fa. Clemens) kommt man bei langsamer Geschwindigkeit (2 km/h) relativ dicht an den Stammgrund heran. Allerdings konnte im Verlauf der 3 Versuchsjahre auch hier eine gewisse Verdichtung des Bewuchses am Stammgrund nicht verhindert werden, so dass eine manuelle Nacharbeit empfehlenswert erschien. Der Handarbeitsaufwand für die Handhacke ist gegenüber der Standardvariante jedoch

als geringer einzuschätzen. In dieser Baumstreifenbearbeitungsvariante konnten keine außergewöhnlichen Mäuseaktivitäten festgestellt werden.

Bis heute kann festgestellt werden, dass das Verfahren mit begrüntem, in Intervallen abgemulchten Mittelstreifen zwischen den Bäumen eine interessante Alternative zur Ganzflächenbearbeitung des Baumstreifens ist. Der Einsatz des Scheibenmulchers am RADIUS NG für diese Zwecke brachte allerdings nicht die erhofften Rationalisierungseffekte.

Begrünter Streifen zwischen den Bäumen in Kombination mit Hacken in Intervallen

Der Streifen zwischen den Bäumen (ca. 40-50 cm breit) wurde mit dem Scheibenkreisel am RADIUS NG bearbeitet. Dieses Werkzeug ließ zu Versuchsbeginn eine sehr nahe Bearbeitung am Stammgrund erwarten, wodurch es möglich schien, den manuellen Aufwand für die Unkrauthacke zu senken. Das erwies sich im Projektverlauf als wenig wirksam.

Begrünter Streifen zwischen den Bäumen in Kombination mit Bearbeitung durch den Öko-Mower

Diese Variante wurde 2005 erst in der laufenden Vegetationsperiode eingeführt. Ziel war die Kombination von starrem Gerät zur seitlichen Bearbeitung und der Bearbeitung des Mittelstreifens mit dem Lappengerät Öko-Mower. 2005 wurde dazu viel experimentiert. Da nur die Minimalvariante des Öko-Mowers (ohne eigene Hydraulik und spezieller Anbauvorrichtung) verfügbar war, mussten erst verschiedene Anbauversionen ausprobiert werden.

Die Ergebnisse aus 2006 am Versuchstandort Sachsen zeigen für diese Variante im Zusammenhang mit der "Sandwichmethode" einen sehr guten Lösungsansatz zur Regulierung des Baumstreifenbewuchses und zur Reduzierung des dabei anfallenden Arbeitsaufwandes.

Das Arbeitsprinzip des Öko-Mowers beruht nicht auf der sonst üblichen Bearbeitung des Bodens über starre Metallwerkzeuge (wie bei Kreiselkrümmer, Scheibenegge, Unterschneidemeser etc.), sondern auf Abschlagen der oberirdischen Pflanzenteile mittels Gummilappen. Insofern ist die Wirkung des Gerätes mit denen von Mulchgeräten vergleichbar. Es erfolgt keine Einwirkung auf den Boden, so dass die Bodenstruktur unverändert bleibt. Dies ist auch im ökologischen Sinne sehr vorteilhaft. Das Bodenleben bleibt so von massiven mechanischen Eingriffen unberührt. Dadurch besteht auch von vorn herein keine Gefahr für Wurzelbeschädigungen.

Konstruktiv ist der Öko-Mower so ausgelegt, dass er, bei optimaler Einstellung des Werkzeuges sowie der Aus- und Einschwenkmechanik, in der Lage ist, den Stammbereich ohne jegliche Rindenbeschädigungen nahezu vollständig zu erfassen. Selbst bei relativ dichtem bzw. hohem Unkrautbesatz kann noch eine gute Wirkung erzielt werden.

Eine, auch nur zeitweise, Begrünung des Baumstreifens wird unter Praxisbedingungen oft als sehr riskant bewertet. Hauptproblem stellt dabei die Gefahr durch Wühlmausschäden dar. Beim Einsatz des Öko-Mower als alleiniges Gerät würde seine Mulchwirkung natürlich den gesamten Baumstreifen betreffen. D. h., der "permanente Restbewuchs" wäre über den gesamten Baumstreifen vorhanden. Beim Sandwichsystem kann nun dieser Restbewuchs durch die getrennte Bearbeitung auf einen schmalen Streifen zwischen den Bäumen reduziert werden. Die Seitenbereiche zur Fahrgasse hin können durch die einfachen, mechanischen Geräte sehr effektiv und zeitsparend offen gehalten werden. Die hohe Schlagkraft der seitlichen Be-

arbeitung (nach eigenen Erfahrungen sind bis zu 10 km/h möglich) ermöglicht auch die Kopplung z. B. mit PSM-Spritzungen. Dadurch sind diese Bodenbearbeitungen ohne zusätzlichen Kostenaufwand auch relativ häufig durchführbar. Neben dem Effekt auf die Begleitvegetation werden dabei auch die Mäuse ständig im "Stress" gehalten, wodurch u. U. das Befallspotential bei den relativ schmalen, begrünten Mittelstreifen zwischen den Bäumen drastisch gesenkt werden kann.

3.4 Ergebnisse am Standort Schlachters

3.4.1 Ergebnisse der Bodenuntersuchung am Standort Schlachters

Die Entnahme der Proben fand am Standort Schlachters am 11.11.2004 in 0-30 cm Bodentiefe zwischen den Bäumen in der Baumzeile statt.

Die Auswertung der Proben erfolgte im Zeitraum vom 24. November 2004 bis zum 01. Dezember 2004 durch das Institut für Boden und Umwelt der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Nord-West (LUFA Nord-West).

Untersucht wurden die Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium, der Humusgehalt sowie der pH-Wert.

Der Boden wurde am Standort Schlachters als sandiger Lehm eingestuft.

Der Phosphorgehalt liegt am Standort Schlachters mit 2 mg in 100 g Trockenmasse im niedrigen Bereich. Der Kaliumgehalt gilt mit 12 mg/100 g Trockenmasse als hoch, der Magnesiumgehalt liegt mit 10 mg/100 g Trockenmasse im mittleren Bereich (Quast, 1986).

Der Boden fällt mit einem Humusanteil von 3,4 % im Durchschnitt der Proben in die Klassifizierung „humos“. Der pH-Wert liegt mit einem Wert von 5,7 nur sehr geringfügig über dem angestrebten Wert von 5,5.

Tab. 11: Ergebnisse der Bodenuntersuchungen am Standort Schlachters

Phosphor *	Kalium*	Magnesium*	Humus %	pH-Wert
2	12	10	3,4	5,7

* Angaben in mg/100 g

3.4.2 Ergebnisse der Unkrautbonituren am Standort Schlachters

Der Baumstreifen war in der Regel mit verschiedenen Kräutern und Gräsern bewachsen. Bewuchsfreier (nackter) Boden war eher selten. Eine geringere Bedeckung (Tab. 12) wurde durch die Abdeckung mit Mypex Bändchen-Gewebe erzielt. Die Kompostabdeckung unterdrückte kaum den Unkrautbewuchs. Die Kontrolle war stets vollständig bewachsen. Für kurze Zeit reduzierte die mechanischen Bodenbearbeitungen die Unkrautbedeckung.

Der Bewuchs war während des Jahres und je nach Behandlung sehr unterschiedlich dicht (Tab. 13). Eine stets dichte Unkrautdecke war in der Kontrolle zu finden (Boniturnote 2). In der Baumstreifenmitte bei der Mypex-Abdeckung wuchsen einzelne Gräser und Kräuter. Die Bewuchsdicht lag hier bei 8,8. Die Bewuchsdichte war bei Bearbeitung mit dem Ladurner Krümmer weniger dicht (über Note 6) als bei Pellenc, Spedo oder Abflammen (Note 4 bis 5). Die Kompostvariante hatte im Frühjahr 2005 eine hohe Unkrautdichte (2,5), da in 2004 der Boden nicht gehackt wurde. In 2005 und 2006 wurde die Kompost-Parzelle vorwiegend mit

dem Ladurner Krümmler bearbeitet. Die Bewuchsdichte blieb jedoch weiterhin erhöht (Abb. 34).

Tab. 12: Unkrautbedeckung der Baumstreifen bei verschiedener Bodenbearbeitung oder Abdeckung

Variante	Bedeckung (%)					
	Ø von 3 Jahren	27.09. 2004	12.04. 2005	04.05. 2005	03.05. 2006	13.07. 2006
Bonitur (...) Behandlung		nach	vor	nach	vor	vor
Pellenc Tournesol	78,4	10	96	86	100	100
Ladurner Standard-Hackgerät	76,6	7	100	76	100	100
Spedo Scheibenhackgerät	81,6	23	97	88	100	100
Abflammen	84	28	100	92	100	100
Mypex-Bändchengewebe	52	2	66	88	52	52
Kompost	87,8	44	100	95	100	100
Ladurner mit Pfahl	76	9	90	81	100	100
Kombination	100				100	100
Kontrolle	92,6	63	100	100	100	100

Abb. 13: Bewuchsdichte (Boniturnote) des Baumstreifens bei verschiedener Bodenbearbeitung oder Abdeckung

Variante	Bewuchsdichte Boniturnote:					
	Ø von 3 Jahren	27.09. 2004	12.04. 2005	04.05. 2005	03.05. 2006	13.07. 2006
Bonitur (...) der Behandlung		nach	vor	nach	vor	vor
Pellenc Tournesol	5,4	7,3	5,5	6,5	2,8	5,0
Ladurner Standard-Hackgerät	6,8	8,0	6,3	8,3	4,0	7,3
Spedo Scheibenhackgerät	4,7	4,3	5,0	6,0	3,5	4,5
Abflammen	5,4	4,3	4,5	6,8	5,0	6,3
Mypex-Bändchengewebe	8,8	9,0	8,0	8,8	9,0	9,0
Kompost	4,1	2,0	2,5	6,8	3,8	5,5
Ladurner mit Pfahl	6,3	7,5	6,3	7,8	4,3	5,8
Kombination	4,0				3,5	4,5
Kontrolle	2,0	1,0	1,8	1,8	4,3	1,0

Auf den mit dem Spedo-Gerät bearbeiteten Baumstreifen war das Unkraut mit durchschnittlich 16 cm oft sehr hoch im Vergleich zum Ladurnergerät mit etwa 10 cm. Der Bewuchs wurde durch das Spedo-Gerät nicht zerkleinert und konnte daher schneller wieder Fuß fassen. Das Unkraut war bei Pellenc-Bearbeitung, bei der Kompostabdeckung und beim Abflammen durchschnittlich 11 cm hoch und lag damit im Mittel. In der Kontrolle war das Unkraut mit 16,4 cm über drei Jahre am höchsten (Tab. 14).

Tab. 14: Unkrauthöhe im Baumstreifen bei verschiedener Bodenbearbeitung oder Abdeckung

Variante	Höhe (cm)					
	Ø von 3 Jahren	27.09. 2004	12.04. 2005	04.05. 2005	03.05. 2006	13.07. 2006
Bonitur (....) Behandlung		nach	vor	nach	vor	vor
Pellenc Tournesol	11,0	10,6	7,4	8,7	14,0	14,5
Ladurner Standard-Hackgerät	9,5	10,6	5,9	4,9	13,6	12,3
Spedo Scheibenhackgerät	15,9	17,3	9,3	10,1	15,5	27,3
Abflammen	11,0	16,7	8,4	6,4	14,1	9,6
Mypex Bändchengewebe	4,2	6,2	2,9	3,1	3,9	5,0
Kompost	11,7	16,5	8,0	6,7	14,0	13,2
Ladurner mit Pfahl	10,3	9,3	7,0	5,5	15,0	14,7
Kombination	19,7				14,3	25,1
Kontrolle	16,4	17,2	9,3	17,8	10,2	27,3

3.4.2.1 Artenzusammensetzung in der Baumzeile

Die am häufigsten in der Versuchsfläche vorkommenden Gräserarten waren die einjährige Rispe (*Poa annua*) und die gemeine Quecke (*Elymus repens*). Seltener war die Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*) vertreten. Der kriechende Hahnenfuss (*Ranunculus repens*) war das am häufigsten vorkommende Kraut. Oft waren zu finden: Vogelmiere (*Stellaria media*), Ehrenpreis (*Veronica persica*), Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*), Stumpfbliättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), rote Taubnessel (*Lamium purpureum*) und gemeines Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*). Seltener wuchsen auf den Baumstreifen Klee (*Trifolium repens*), Großer Wegwisch (*Plantago major*), Dornige Gänsedistel (*Sonchus asper*), Gänseblümchen (*Bellis perenne*), Gänsefingerkraut (*Potentilla reptans*), behaartes Schaumkraut (*Cardamine hirsuta*) und Hornkraut (*Cerastium arvense*). In der Reihe 12 und 13 des Blocks 4 wuchs fast ausschließlich die österreichische Sumpfkresse (*Rorippa austriaca*). Die Anteile der verschiedenen Arten veränderten sich während des Jahres. Im Frühjahr überwiegen die Wurzelunkräuter wie kriechender Hahnenfuss und Löwenzahn. Zum Sommer nahmen die einjährigen Kräuter wie Kreuzkraut und Vogelmiere zu.

In der Kontrolle kamen kriechender Hahnenfuss, einjährige Rispe und Quecke vor. Andere Arten hatten es schwer im dichten Wurzelfilz sich zu etablieren.

Der mit Kompost abgedeckte Baumstreifen war in 2004 sehr artenarm. Hier wuchs fast ausschließlich kriechender Hahnenfuss. Durch die Bodenbearbeitungen in 2005 und 2006 mit Hackgeräten nahm der Anteil kriechender Hahnenfuss von 70 auf knapp 30 % ab. Verschiedene Gräser und Kräuter wie einjährige Rispe, Ehrenpreis, Vogelmiere und Löwenzahn, rote Taubnessel und Ampfer siedelten sich an. Im Sommer 2006 war der Baumstreifen mit der Kompostabdeckung im Vergleich zu den anderen Pflegevarianten am artenreichsten.

Das Ladurnergerät zerkleinert das Unkraut gut und lockert den Boden 5 cm tief. Der kriechende Hahnenfuss hatte es da schwer, sich am Standort zu halten. Das Spedogerät dagegen zerkleinerte das Unkraut kaum. Die Unkrautschicht wird nur abgeschnitten und auf den Kopf geworfen. Unter der Erde erstickten empfindliche Kräuter. Wurzelunkräuter, besonders der kriechende Hahnenfuss regenerierten sich gut und dominierten die Artenzusammensetzung.

Das Pellenc Gerät förderte ebenfalls den kriechenden Hahnenfuss. Durch die sehr starke Zerkleinerung der Krümel verschlammte und verkrustet der Boden. Bei den folgenden Bearbeitungen drangen die Messer nicht tief genug in den Boden ein. Die Wurzeln des kriechenden Hahnenfusses wurden kaum verletzt und trieben bald nach der Bearbeitung mit neuen Blättern aus.

Durch das Abflammen wurden die Kräuter stark zu Gunsten von Gräsern wie der einjährigen Rispe zurück gedrängt. Gegen die österreichische Sumpfkresse konnte das Abflammgerät nichts ausrichten. Aus ihren zahlreichen Wurzeln trieb die Sumpfkresse sehr schnell wieder aus.

Die Lochfolie (nur in 2004) und das Mypex-Bändchengewebe unterdrückten den Unkrautbewuchs bis auf die Lücken am Stamm vollständig. Im Frühjahr vor dem Zurollen des Mypex-Gewebes keimten verschiedene Unkräuter und Gräser auf dem Baumstreifen.

Die grafischen Darstellungen zur Artenzusammensetzung im Baumstreifen sind im Anhang dargestellt, siehe hierzu die Abbildungen A15 bis A 18.

3.4.2.2 Bearbeitungsbreite und Bodenstruktur

Das Mypex-Gewebe deckte den Baumstreifen auf 0,74 m Breite ab. Der Boden war in 2005 feinkrümelig und leicht verschlammte. Die Struktur verschlechterte sich über Winter. Die Bodenoberfläche verschlammte stark und verkrustete.

Der Pellenc Tournesol bearbeitete den Baumstreifen auf 0,93 m Breite. Vor der Bearbeitung in 2005 war der Boden mittel- bis grobkrümelig. Nach der Bearbeitung waren die Krümel sehr fein und der Boden verschlammte. In 2006 kam der Boden feinkrümelig, aber verschlammte und verkrustet aus den Winter. Nach der Bearbeitung war er wieder sehr feinkrümelig. Das Gerät hinterließ eine wellig Rasenkante, weil das Werkzeug bei jedem Baum ausschwenkt. Es neigte dazu einen Damm zur Baumstreifenmitte aufzuwerfen. Auf verdichtetem

Boden sprang der Werkzeugteller auf dem Baumstreifen und die Werkzeuge drangen kaum ein. Das Gerät arbeitet nahe am Stamm und hinterließ einen Horst von nur 22 cm im Durchmesser.

Auf 1,29 m Breite wurde das Unkraut vom Öko-Mower abgeschlegelt. In 2005 war der Boden mittel- bis feinkrümelig und verschlammte.

Der Ladurner-Krümler bearbeitete auf 1,36 m Breite und ca. 5 cm tief. Die Rasenkante war gerade und der Boden war eben und feinkrümelig. Im Frühjahr 2006 vor der Bearbeitung war die Struktur feinkrümelig aber verschlammte. Auch bei etwas zu feuchtem oder zu trockenem Boden war das Ergebnis gut. Die Unkrautinsel um die Baumstämme betrug nur 22 cm im Durchmesser. Bei Anlagen mit Baumpfahl vergrößerte sich der Horst auf 34 cm (Tab. 15).

Tab. 15: Bewuchs am Stammgrund nach Behandlung 2005

Variante	Baumzahl mit Unkrauthorst	Ø (cm)*	Höhe (cm)	Bewuchsdichte (Boniturnote)
Pellenc Tournesol	35	22,6	18,5	5,2
Ladurner Standard-Hackgerät	35	22,0	10,0	3,8
Spedo Scheibenhackgerät	40	31,2	42,0	1,6
Abflammen	37	24,6	7,5	5,6
Mypex-Bändchengewebe	25	13,6	7,2	6,0
Kompost	40	25,6	8,4	4,2
Ladurner mit Pfahl	40	33,7	11,2	4,1
Öko-Mower	39	0,0	8,3	5,0
Kontrolle	40	0,0	18,2	2,2

* Mittlerer Durchmesser der stammnahen Unkrauthorste in cm

Mit Kompostabdeckung in 2004 und anschließendes Hacken in 2005 und 2006 war der Boden mittel- bis feinkrümelig. Die Krümel hatten eine stabile Struktur und der Boden verschlammte kaum bis zum Frühjahr 2006. Der hohe Humusanteil mit z. T. groben Holzstücken brachte eine deutlich dunklere Farbe. Die lockere Bodenstruktur erleichterte das Hacken per Hand.

Das Abflammen zerstört die Krautschicht auf einer Breite von 1,36 m. Die Bodenstruktur war durch die gelegentlichen Einsätze des Ladurner-Krümlers mittel- bis feinkrümelig und neigte zum Verschlämmen und Verkrusten.

Den breitesten Bearbeitungstreifen mit 1,38 m hinterließ das Spedo-Gerät. Der Boden war nach der Bearbeitung grobschollig und stark uneben. Beim Anhäufeln entstand eine Rille am Grasrand, die eine Stolpergefahr darstellte. Gleichzeitig entstand in der Baumstreifenmitte ein Damm. Beim Abhäufeln wurde der Boden teilweise auf den Grasstreifen geworfen. Durch die Erde im Grasstreifen dürfte es zu stärkerer Abnutzung beim Mähgerät kommen. Am Baumstamm entstand beim Abhäufeln eine relativ große Unkrautinsel von 31 cm im Durchmesser.

In der Kontrolle war der Baumstreifen grob- bis mittelkrümelig und ausgangs des Winters 2005/2006 verschlammte und verkrustet.

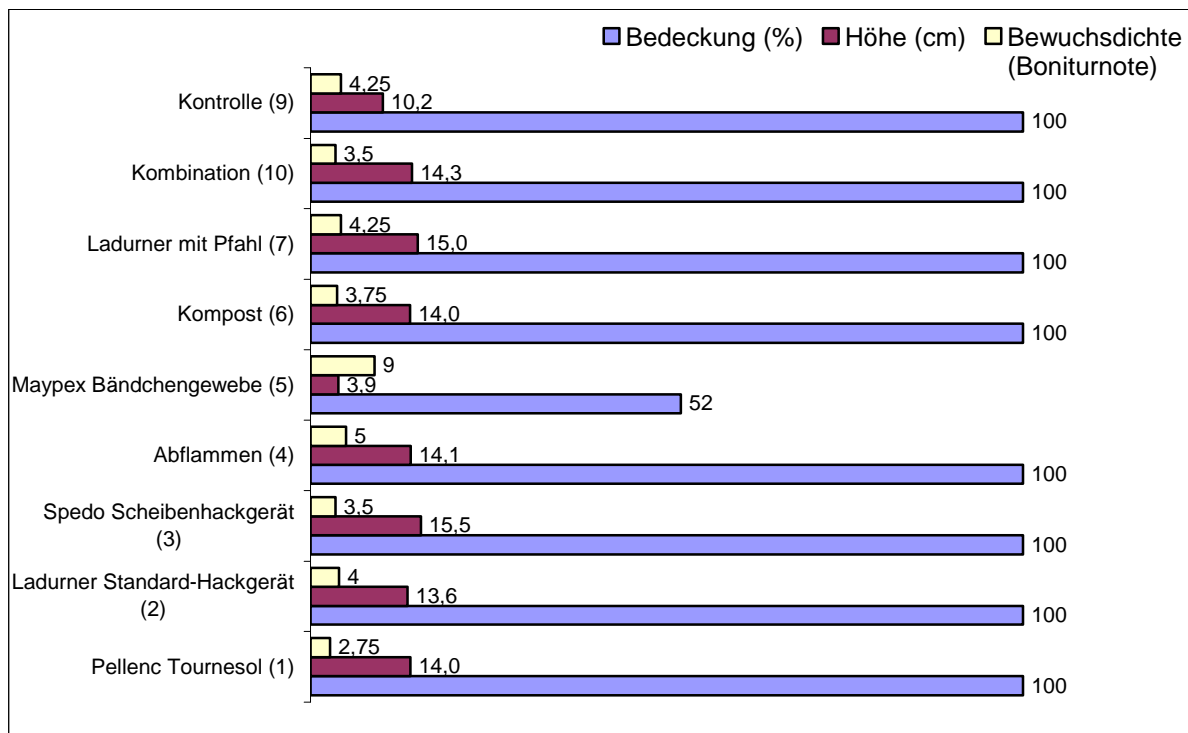


Abb. 43: Unkrautentwicklung am Standort Schlachters im Baumstreifen, 4. Mai 2006

3.4.3 Vegetatives Wachstum der Versuchsanlage im Zeitraum der Versuchsanstellung am Standort Schlachters

Zur Auswahl der Versuchsfläche wurde die Stärke der Baumstämme gemessen und die Blöcke verteilt, so dass die Stammstärke innerhalb eines Blockes weniger variierte als zwischen den Blöcken. Die dennoch vorhandenen Unterschiede zwischen den Parzellen vor der Behandlung waren statistisch nicht abzusichern. Im Durchschnitt waren die Stämme 27,5 mm stark.

Nach den ersten zwei Behandlungsjahren vergrößerte sich der Unterschied zwischen den Behandlungen. Im Frühjahr 2005 maßen die Stämme 32 mm im Durchmesser und im Frühjahr 2006 erreichten sie 36 mm (Abb. 44).

Der Zuwachs betrug im Mittel 4,6 mm. Überdurchschnittliche nahm die Stammstärke bei Abflammen, Mypex-Abdeckung und Pellenc-Bearbeitung zu mit 5,2 bis 5,3 mm. Bei Ladurner-Bearbeitung lag der Zuwachs mit 4,9 mm ebenfalls über dem Durchschnitt. Mittleren Zuwachs von etwa 4,5 mm zeigten die Bäume bei Ladurner-Bearbeitung mit Pfahl und bei Kompostabdeckung. Schwache Wuchsleistung von 3,9 bis 4,1 mm besaßen die Bäume bei Spedo-Bearbeitung, Geräte-Kombination, in Variante 8 (Lochfolie/Öko-Mower) und in der unbearbeiteten Kontrolle.

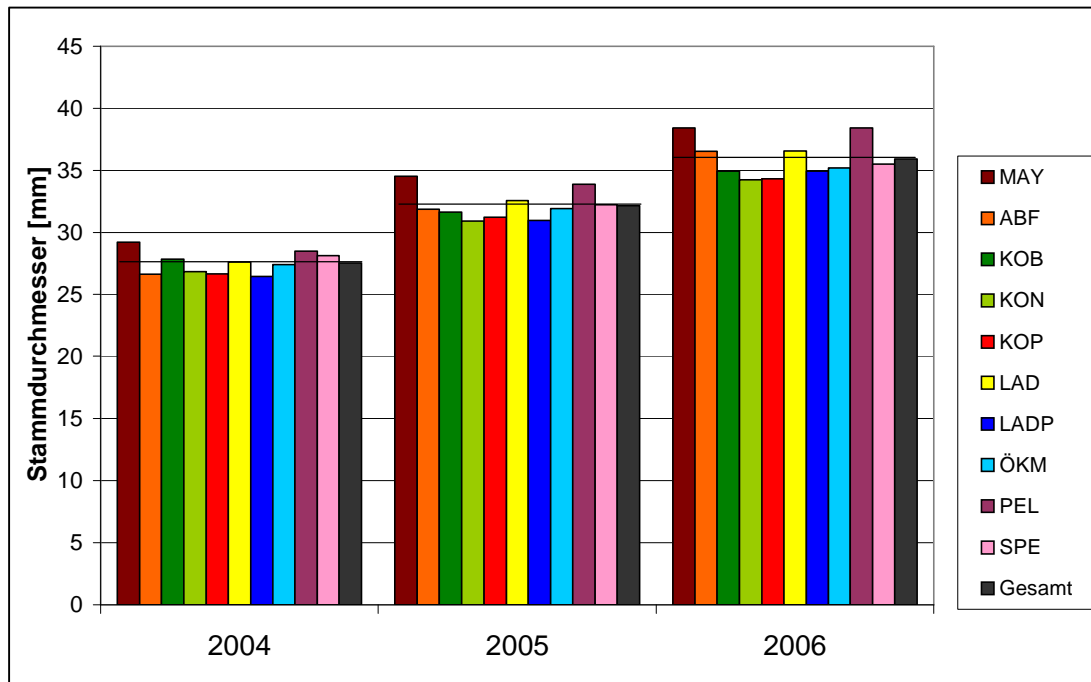


Abb. 44: Entwicklung des Stammdurchmessers in 20 cm über der Veredlung bei verschiedener Baumstreifenpflege. Messung jeweils im Frühjahr

3.4.4 Ergebnisse der Blütenbonitur am Standort Schlachters

Die Bäume blühten 2004 und 2005 mittelstark bis stark und 2006 eher schwach. Die Unterschiede zwischen den Behandlungen waren unbedeutend (Tab.16).

Tab. 16: Blühstärke bei verschiedener Baumstreifenpflege von 2004 bis 2006 (Note 1: keine Blüte, Note 9: Weißblüte)

Mittelwert der Blühstärke Behandlung	Jahr		
	2004	2005	2006
MAY	6,1	6,1	4,5
ABF	5,8	6,7	4,5
KOB	6,2	6,1	3,7
KON	6,2	6,4	3,6
KOP	6,1	6,2	4,2
LAD	6,1	6,4	4,3
LADP	6,0	6,6	4,1
ÖKM	6,1	6,2	3,8
PEL	6,4	6,2	4,4
SPE	5,8	6,3	3,4
Durchschnitt	6,0	6,3	4,0

3.4.5 Ergebnisse der Fruchtbonituren am Standort Schlachters

Der mittelstarken Blüte entsprechend fiel der Ertrag von 2004 bis 2006 mittel oder eher schwach aus (Abb. 45). Es wurde jeweils nach dem Junifall eine Handausdünnung durchgeführt, um durch Schädlingsfraß beschädigte Früchte auszusondern und die Fruchtanzahl je Blütenbüschel auf eine bis maximal 2 Früchte einzustellen. Die Beschattung durch die Hagelnetzüberdachung und die mäßige Bodenfruchtbarkeit waren weitere Gründe für den unterdurchschnittlichen Ertrag. Die Alternanz war eher gering.

Die verschiedenen Pflegeverfahren wirkten sich auf den Ertrag aus. Durch Bewuchs während der Vegetation kam es zu Ertragseinbußen. Die unbearbeitete Kontrolle brachte die geringsten Erträge von durchschnittlich 5,4 kg pro Baum und Jahr. Demgegenüber deutlich höhere Erträge mit knapp 9 kg wurden bei Bearbeitung mit dem Ladurner-Krümler und dem Pellenc-Tournesol erzielt. Die anderen Pflege-Varianten lagen im Mittelfeld mit 6,6 bis 7,8 kg Ertrag pro Baum und Jahr.

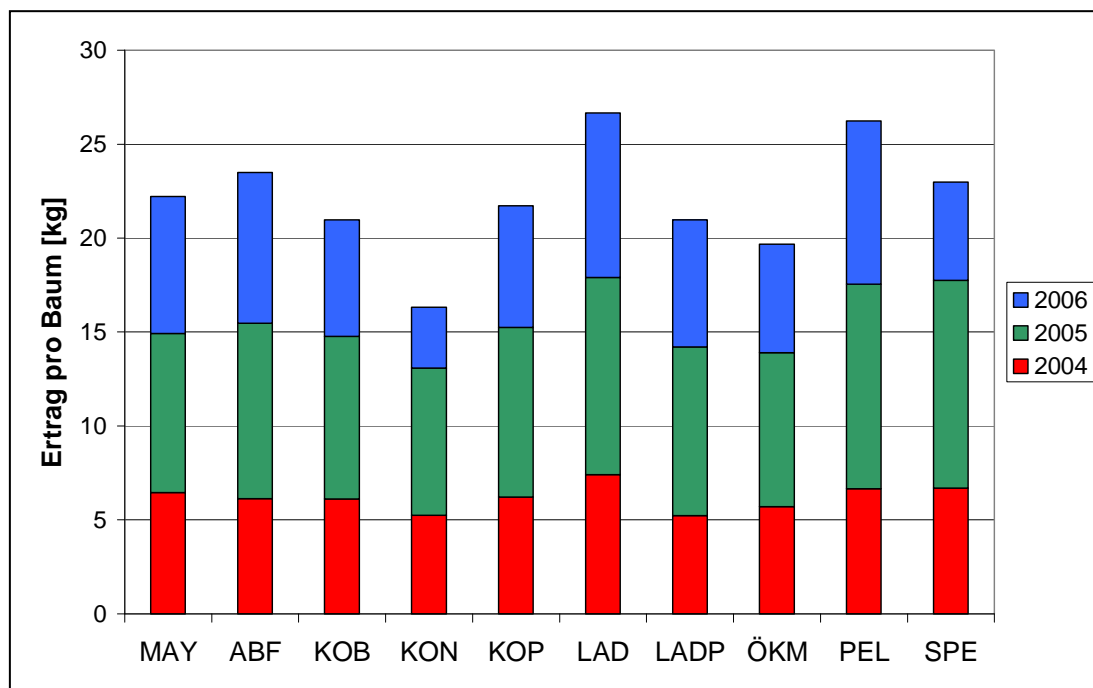


Abb. 45: Mittlere Baumerträge der Jahre 2004 bis 2006 aufsummiert bei verschiedener Baumstreifenpflege

In den drei Versuchsjahren schwankte das mittlere Fruchtgewicht. Durch den mittleren Behang in 2004 und 2005 wurde ein ausreichendes Fruchtgewicht von 148 bzw. 155 g pro Frucht erzielt. Die späte Blüte in 2006 und der anschließend trockene Sommer führte zu allgemein kleineren Kalibern.

Tab. 17: Mittleres Fruchtgewicht in Gramm bei verschiedener Baumstreifenpflege von 2004 bis 2006

Mittelwerte der Fruchtgewichte (g)	Jahr		
	2004	2005	2006
Behandlung			
MAY	152	159	140
ABF	144	169	146
KOB	145	156	151
KON	151	141	126
KOP	146	153	146
LAD	150	156	144
LADP	147	155	147
ÖKM	145	142	147
PEL	156	174	147
SPE	147	144	141
Durchschnitt	148	155	144

Der Einfluss der Baumstreifenpflege auf das mittlere Fruchtgewicht war statistisch nicht abzusichern. In der Tendenz war jedoch in der ungepflegten Kontrolle eine Abnahme des Fruchtgewichts von Jahr zu Jahr zu beobachten. In 2006 wogen hier die Früchte im Mittel nur 126 g. Auch bei Spedo- und Öko-Mower-Bearbeitung waren die Früchte etwas zu leicht, was sich auch in der Fruchtsortierung an den erzielten Durchmessern erkennen lässt (Abb. 46). Während der drei Versuchsjahre wurden die größten Früchte mit 174 g in 2005 in den Pel-lenc-Bearbeitungsparzellen geerntet. In 2006 erzielte die Geräte-Kombination mit durchschnittlich 151 g die schwersten Früchte (Tab. 17).

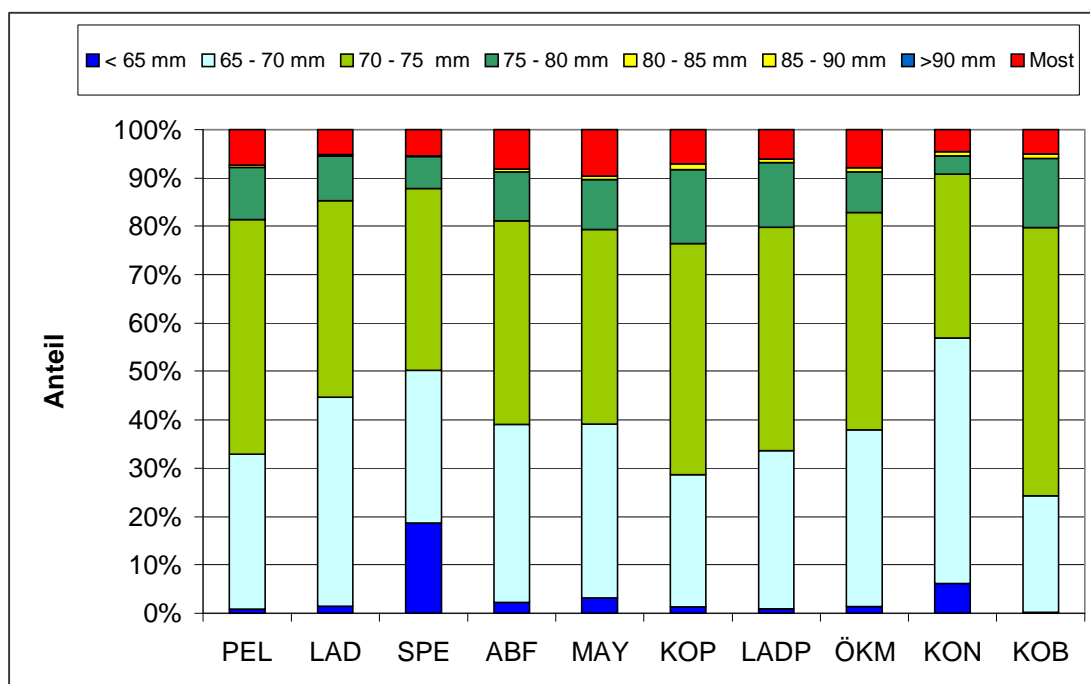


Abb. 46: Fruchtsortierung der Ernte 2006 bei verschiedener Baumstreifenpflege

3.4.6 Erfahrungen zum Einsatz der Bodenbearbeitungsgeräte und -verfahren am Standort Schlachters

3.4.6.1 Verfahrensbedingte Baumschäden und Ausfälle am Standort Schlachters

Das Pellenc-Gerät verursachte häufiger kleinere und größere Schäden am Stamm (Tab. 18 bis 20). Durch den Heckanbau war den Fahrer die Sicht zum Bearbeitungsteller versperrt. Er erkannte somit nicht, wann das Gerät zu weit an die Bäume herangeführt wurde. Die Zapfen am Bearbeitungsteller schlugen dann die Rinde am Stammgrund ab. Insbesondere bei schräg stehenden Bäumen waren Schäden häufig. Durch die flache Bearbeitung kam es seltener zu Wurzelschäden. Wühlmausschäden traten ebenfalls seltener auf.

Tab. 18: Verletzungen an Stamm und Wurzel nach der ersten Behandlung in 2005

Variante	Art der Verletzung			Mäuseschaden
	kleine Verletzung am Stamm	größere Verletzung am Stamm	sichtbare Wurzelbeschädigung	
Pellenc Tournesol	5	5	1	0
Ladurner Standard-Hackgerät	3	2	0	0
Spedo Scheibenhackgerät	0	0	2	0
Abflammen	4	10	0	1
Mypex Bändchengewebe	0	2	0	1
Kompost	4	2	0	0
Ladurner mit Pfahl	0	2	0	0
Öko-Mower	3	4	0	0
Kontrolle	4	2	0	0

Tab. 19: Verletzungen an Stamm und Wurzel vor der ersten Behandlung in 2006

Variante	Art der Verletzung			Mäuseschaden
	kleine Verletzung am Stamm	größere Verletzung am Stamm	sichtbare Wurzelbeschädigung	
Pellenc Tournesol	0	0	0	0
Ladurner Standard-Hackgerät	0	0	0	0
Spedo Scheibenhackgerät	0	0	0	4
Abflammen	0	0	0	0
Mypex-Bändchengewebe	0	0	0	8
Kompost	0	0	0	10
Ladurner mit Pfahl	0	0	0	1
Kombination	0	0	0	7
Kontrolle	0	0	0	14

Tab. 20: Verletzungen an Stamm und Wurzel nach der ersten Behandlung in 2006

Variante	Art der Verletzung			Mäuseschaden
	kleine Ver- letzung am Stamm	größere Verletzung am Stamm	sichtbare Wur- zel- beschädigung	
Pellenc Tournesol	7	17	0	2
Ladurner Standard-Hackgerät	0	1	0	0
Spedo Scheibenhackgerät	1	0	0	9
Abflammen	2	0	0	0
Mypex-Bändchengewebe	1	1	0	2
Kompost	1	0	0	0
Ladurner mit Pfahl	1	1	0	3
Kombination	1	0	0	3
Kontrolle	0	1	0	14

Der Ladurner Krümmler verursachte einzelne Stammschäden, insbesondere bei schräg stehenden Bäumen. Häufiger als bei allen anderen Geräten wurden Bäume an der Veredlungsstelle abgeschlagen. Der Pfahl konnte die Anzahl Verletzungen etwas reduzieren. Wurzelbeschädigungen wurden nicht beobachtet.

Das Spedo-Gerät arbeitete sehr Stamm schonend. Durch den langen Tastarm wird das Gerät beim Abhäufeln sicher um den Stamm geführt. Das Anhäufeln erfolgt ohne Taster in weitem Abstand vom Stamm. Durch die tiefe schollige Bearbeitung waren häufiger als bei den anderen Geräten abgeschnittene und freigelegte Wurzeln zu sehen. Durch die besondere Art der Bearbeitung wurden die Mausgänge freigelegt und erst dann sichtbar. Der Mausschaden war im Vergleich zu den anderen Bearbeitungsgeräten höher.

Das Abflammgerät verursachte an den jungen Blättern der unteren Triebe Blattrand-Nekrosen. Bei zu langer Hitzeeinwirkung kam es häufig zu Rindenschäden am Stamm. Wurzelschäden traten nicht auf und Mäuseschäden waren ebenfalls selten.

Durch das Mypex-Bändchengewebe kam es zu keiner Stamm oder Wurzelverletzung. Schäden die trotzdem zu verzeichnen waren, kamen von der Entfernung der Unkrautinseln mit der Handhacke. Mausschäden waren dagegen häufiger als bei den Bearbeitungsvarianten.

Auch die Kompost-Abdeckung lockte Mäuse stärker als die Bearbeitungsvarianten an. Am stärksten von Mäusen befallen war jedoch die ungepflegte Kontrolle. Hier waren 14 von 40 kontrollierten Bäumen von Mäusen geschädigt.

Tab. 21: Anzahl Baumausfälle über drei Versuchsjahre bei verschiedener Baumstreifenpflege

Variante	Ausfälle Gesamt
Pellenc Tournesol	3
Ladurner Standard-Hackgerät	0
Spedo Scheibenhackgerät	0
Abflammen	1
Mypex Bändchengewebe	1
Kompost	0
Ladurner mit Pfahl	4
Lochfolie/Öko-Mower	2
Kontrolle	3
Kombination	2

Unabhängig von der Bearbeitung starben einige Bäume ab. Die hohe Ausfallrate von 1,3 % je Jahr durch Obstbaumkrebs, Bearbeitungsschäden und Mäusebefall gefährdete die Wirtschaftlichkeit der Anlage (Tab. 21).

3.4.7 Beurteilung der verschiedenen Verfahren am Standort Schlachters

Zum Vergleich der geprüften Verfahren wurden Noten für die einzelnen über 3 Jahre untersuchten Merkmale (Baumschäden, Ertrag/Qualität, vegetatives Wachstum) nach dem Schulsystem vergeben (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = ausreichend, 5 = ungenügend, 6 = mangelhaft). Die Durchschnittsnote aus den drei Merkmalen ergab die pflanzenbauliche Leistung des Verfahrens.

Die beste pflanzenbauliche Leistung erbrachte die Mypex-Abdeckung danach folgte in kurzem Abstand der Pellenc-Tournesol und der Ladurner Krümmler mit der Note 2. Eine befriedigende pflanzenbauliche Leistung erzielte das Spedo-Gerät, das Abflammgerät, die Kompost-Abdeckung, der Ladurner Krümmler mit Pfahl, der Öko-Mower und die Geräte Kombination. Die Kontrolle erzielte die Note 4 (Tab. 22).

Tab. 22: Benotung der pflanzenbaulichen Leistung der geprüften Baumstreifenpflege-Verfahren nach dem Schulnotensystem

Variante	Note Baum Schäden	Note Ertrag Qualität	Note vegetatives Wachstum	Gesamt- note Pflan- zen- bauliche Leistung
Pellenc Tournesol	3	1	2	2
Ladurner Standard-Hackgerät	3	1	2	2
Spedo Scheibenhackgerät	2	2	4	2,7
Abflammen	4	2	2	2,7
Mypex Bändchengewebe	1	2	2	1,7
Kompost	3	3	3	3
Ladurner mit Pfahl	2	3	3	2,7
Öko-Mower	2	3	4	3
Kontrolle	3	5	4	4
Kombination	3	3	4	3,3

In die Gesamtbewertung wurde die pflanzenbauliche Leistung doppelt gewertet und die Benotung der Maschinen- und Arbeitskosten einfach einbezogen (Tab. 23).

Das Mypex-Gewebe schnitt weiterhin sehr günstig ab. Nur zwei jedoch sehr entscheidende Punkte sprechen gegen dieses Verfahren: Die hohe Gefahr von Mausebfall und damit verbundene Baumausfälle sowie der hohe Arbeitseinsatz im Frühjahr und Herbst.

An zweiter Stelle stehen der Pellenc Tournesol und der Ladurner Krümmler mit guter Gesamtleistung. Der Pellenc Tournesol ist kostengünstiger als der Ladurner Krümmler. Bei schwerem Boden ist die Bearbeitung jedoch schlechter als beim Ladurner Krümmler und verursacht dann mehr Arbeitskosten für die Beseitigung der Unkrautinseln um den Baumstamm.

In der pflanzenbaulichen Leistung ist das Spedo-Gerät zwar schlechter als das Pellenc und Ladurner Gerät, punktet jedoch mit günstigen Maschinenkosten und akzeptablen Arbeitskosten. Das Spedo-Gerät sollte nicht in Junganlagen eingesetzt werden, da es tief den Boden bearbeitet und häufiger als die anderen geprüften Hackgeräte die Wurzeln beschädigt. Auf schweren Böden entstehen Schollen und Rillen, die zu gefährlichen Stolperfallen werden. Auf lockeren Böden und in etablierten Anlagen ist das Spedo-Gerät ein kostengünstiges Verfahren mit hoher Schlagkraft.

Das Abflammen erreicht in der Gesamtbewertung eine befriedigende Note. Die wesentlichen Nachteile dieses Verfahrens sind die hohen Maschinenkosten auf Grund des Energieeinsatzes und die Pflanzenschäden durch Verbrennungen an Blättern und Stamm. Außerdem eignet es sich nicht als alleiniges Gerät. Nach dem Winter und bei ungünstigen Witterungsbedingungen (Dauerregen) muss zu hoher Bewuchs mit einem Hackgerät beseitigt werden.

Tab. 23: Gesamtbewertung verschiedener geprüfter Baumstreifenpflege-Verfahren nach dem Schulnotensystem

Variante	Note Pflanzenbauliche Leistung	Note Maschinenkosten	Note Arbeitskosten	Gesamtnote
Pellenc Tournesol	2	2	3	2,3
Ladurner Standard-Hackgerät	2	3	2	2,3
Spedo Scheibenhackgerät	2,7	1	3	2,4
Abflammen	2,7	5	2	3,1
Mypex-Bändchengewebe	1,7	1	4	2,1
Kompost	3	3	4	3,3
Ladurner mit Pfahl	2,7	3	2	2,6
Öko-Mower	3	2	1	3
Kontrolle	4	1	1	2,5
Kombination	3,3	3	2	2,9

Durch die hohe Wasserspeicherkraft des Bodens und die hohen Niederschläge am Standort Schlachters ist es nicht erforderlich den Boden monatlich zu bearbeiten. Eine Zerstörung der oberirdischen Krautschicht wäre aus pflanzenbaulicher Sicht ausreichend. Hier wäre der Öko-Mower eine gute Ergänzung auf Betrieben, die auf Grund ihrer Größe zwei Geräte benötigen. Auf ein Hackgerät kann nicht verzichtet werden, da der Baumstreifen ohne Bewuchs in den Winter gehen sollte, um Mausbefall vorzubeugen. Die Maschinenkosten sind mit rund 2300 Euro pro 10 Hektar und Jahr genauso hoch wie beim Pellenc Tournesol. Auf kleinen Betrieben lohnt sich der Öko-Mower somit nicht.

Die Kompost-Abdeckung begünstigte zunächst den Unkrautbewuchs und beeinträchtigte damit den Ertrag. Außerdem verursachte das Ausbringen des Kompostes zusätzlich Kosten. Langfristig wurde jedoch die Struktur des Bodens verbessert. Kompost eignet sich daher als Pflanzen- und Bodendünger und nicht als Maßnahme zur Unkrautunterdrückung.

Die Kombination der verschiedenen Geräte konnte deren pflanzenbauliche Leistung nicht verbessern. Nicht alle Geräte sind gut zu kombinieren. Neben den notwendigen Kombinationen wie z. B.: Öko-Mower und Hackgerät oder Abflammen und Hackgerät, ist es nur in folgenden Fällen sinnvoll, die Hackgeräte untereinander zu kombinieren:

Wenn auf schweren Böden der Pellenc Tournesol aus Kostengründen eingesetzt wird, sollte jährlich die Bearbeitungssohle durch ein anderes Hackgerät (z. B. Ladurner) aufgerissen werden. Bei Dammbildung durch das Pellenc-Gerät könnte das Abhäufeln mit dem Spedo-Gerät erwogen werden.

Die Bodenunebenheiten durch das Spedo-Gerät könnten vor der Ernte mit dem Ladurner Krümmler beseitigt werden. Eine kostengünstige Kombination verschiedener Hackgeräte ließe sich auch auf kleineren Betrieben mit Hilfe überbetrieblicher Maschinennutzung realisieren.

In biologisch bewirtschafteten Kernobstanlagen sollte auf ein Pfahlgerüst verzichtet werden, weil es zusätzliche Kosten verursacht. Die meisten Bäume haben an der Veredlung einen Knick im Stamm. Der Obstbauer sollte bei der Pflanzung neuer Anlagen strengstens darauf achten, dass die Unterlage des Baumes senkrecht im Boden steht. Denn die meisten Rindenverletzungen und Stammbrüche durch den Ladurner Krümmer und den Pellenc Tournesol entstehen, weil das Werkzeug auf die schräg stehende Unterlage auffährt.

3.5 Wirtschaftliche Bewertung der Arbeitsverfahren

Im Laufe der Versuchsanstellung sind am Standort Dresden die durch die Bodenbearbeitung entstehenden Kosten ermittelt worden (siehe hierzu Tab. A8 u. A9 sowie Abb. A1 – A6). Diese sind zu einem hohen Grad von dem mit dem Verfahren verbundenen Handarbeitsaufwand abhängig. Da das Folienverfahren mit einem erhöhten Handarbeitsaufwand verbunden ist, ist dieses Verfahren vergleichsweise teuer. Am Standort Dresden-Pillnitz wurden dafür Kosten von durchschnittlich 1302 €/Jahr u. ha in den Jahren 2005 und 2006 ermittelt. Am Standort Schlachters wurden Kosten von 1640 €/Jahr u. ha ermittelt (Tab. A 17). Bei beiden Modellen sind bereits die die Materialkosten rechnerisch enthalten. Besonders bei der wirtschaftlichen Bewertung der Folienvarianten ist der Standort zu beachten. Der Boden am Standort Dresden-Pillnitz ist aufgrund des hohen Tonanteils häufig so hart, das das Befestigen der Folie mit den Nägeln am Boden nur unter Zuhilfenahme eines Hammers möglich war. Zum Herausziehen im Herbst waren dann Zangen notwendig. Diese Arbeiten sind auf leichteren Böden wesentlich einfacher und somit schneller zu verrichten.

Insgesamt ergab sich eine relative große Spanne die Kosten der Bodenbearbeitung betreffend. Das günstigste Verfahren am Standort Dresden-Pillnitz, das Sandwich-Verfahren mit dem abgemulchten Mittelstreifen, lag mit im Mittel der beiden Jahre 2005 und 2006 ca. 730 €/Jahr u. ha 570 € unterhalb der Kosten, die in der Folienvariante ermittelt wurden. Festzustellen ist allerdings, dass die Sandwichvarianten bei denen die Abdeckung des Mittelstreifens mit Xylit vorgenommen worden sind, deutlich teurer waren als der Durchschnitt der Behandlungskosten.

Die beiden erfolgreichen mechanischen Varianten, das Gerät Pellenc-Tournesol und der Ladurner-Krümmer, sind am Standort Jork in einem direkten Kostenvergleich gegenübergestellt worden.

Die durch die Geräte verursachten fixen Maschinenkosten werden dabei maßgeblich durch die Anschaffungskosten verursacht. Bei den Geräten Pellenc und Ladurner werden hier Kosten von 5.000 bzw. 12.700 Euro unterstellt.

Tab. 24: Fixe Maschinenkosten pro Jahr

Maschine	Pellenc	Ladurner
Anschaffungspreis	5.000 €	12.700 €
Nutzungsdauer	10 J	10 J
AfA linear (Altwert 10%)	450 €	1.143 €
Zinsansatz 4%	200 €	508 €
Fixe Kosten pro Jahr	650 €	1.661 €

Tab. 25: Variable Maschinenkosten pro Stunde

Maschine	Pellenc	Ladurner
Reparaturen 3% vom Neuwert auf 100 h	1,50 €	3,81 €
Wartung Pflege 0,1 Akh pro h Einsatz 14 Euro/Akh	1,40 €	1,40 €
Variable Kosten pro Stunde	2,90 €	5,21 €

Tabelle 25 zeigt die variablen Maschinenkosten. Auf Grund der deutlich höheren kalkulierten Anschaffungskosten für das Gerät Ladurner kommen sowohl höhere fixe Kosten pro Jahr als auch deutlich erhöhte variable Maschinenkosten pro Stunde zustande.

In Tabelle 26 ist der Maschinenzeitaufwand dargestellt. Die zugrunde liegende Anlage hat dabei einen Reihenabstand von 3,5 m, es wurde weiter von einem ideellen Hektar mit 100 x 100 m Kantelänge ausgegangen. Ein anteiliges Gewende (Wegeflächen + Vorgelände) von 10% der Fläche unterstellt. Da mit dem Gerät Ladurner nach Aussage der Versuchsansteller und Praktiker tendenziell 0,4 km/h schneller gefahren werden kann, resultiert hier ein geringerer Zeitaufwand je ha.

Tab. 26: Maschinen-Zeitaufwand ha/Jahr bei 2,571 km Reihenlänge pro ha und einseitiger Bearbeitung

Maschine	Pellenc ¹	Ladurner ²
Einsätze pro Jahr	5	5
Zeitaufwand / ha (Stunden)	02:34	02:09
Zeitaufwand in Stunden pro 1 ha und Jahr	12:50	10:45

¹ Fahrgeschwindigkeit: 2,0 km/h

² Fahrgeschwindigkeit: 2,4 km/h

Neben den Kosten für die Bodenbearbeitungsmaschinen selbst sind jeweils noch die Kosten für den Schlepper als auch noch für die geleisteten Personalstunden zu berücksichtigen (Tab. 27).

Tab. 27: Schlepperkosten / h

Maschine	Schlepper
Variable Kosten Schlepper/h ¹⁾	6,75 €
Betriebsstoffe	6,50 €
Fixe Kosten ²⁾³⁾	6,21 €
Personalkosten/h	15,00 €
Summe	34,50 €

¹⁾ Quelle: KTBL, 49-60kw

²⁾ Die ermittelten Zahlen gelten nur bei 666,67 Std. Nutzung/Jahr!

³⁾ Hier sind bereits die AfA-Kosten enthalten

In Tabelle 28 sind die aus den beiden verglichenen Geräten resultierenden Gesamtkosten pro Jahr in Abhängigkeit von der damit bewirtschafteten Fläche dargestellt. Die Gesamtkosten des Pellencs pro Jahr und ha übertreffen die Ladurnerkosten dann, wenn die zu bearbeitende Fläche 19 ha übersteigt. Dieser Umstand rührt daher, dass mit dem Ladurner in der Vergleichskalkulation mit höherer Geschwindigkeit gefahren wird, aber kein höherer Treibstoffverbrauch in dieser Kalkulation unterstellt wird. Der Treibstoffverbrauch eines Schleppers ist in erster Linie nur von der Maschinenarbeitsstunde abhängig, die gefahrene Geschwindigkeit hat einen zu vernachlässigenden Einfluss. Diese Kalkulation macht deutlich, dass bei der mechanischen Bodenbearbeitung ein wesentlicher Teil der Kosten auf dem Schlepper bzw. auf den Personalstunden lastet, Geräte die die Schlagkraft erhöhen sind leicht in der Lage, deutlich höhere Anschaffungskosten auszugleichen.

Tab. 28: Gesamtkosten pro Jahr und ha abhängig von der Fläche

Maschine	Pellenc	Ladurner
Fixe Kosten (siehe Tab 1) pro Jahr	0.650 €	1.661 €
1 ha	1.130 €	2.088 €
5 ha	610 €	760 €
10 ha	545 €	593 €
19 ha	514 €	514 €

4. Zusammenfassung

An vier Standorten in Deutschland, Schlachters in Bayern, Ahrweiler in Rheinland-Pfalz, Dresden-Pillnitz in Sachsen und Jork in Niedersachsen sind im Zeitraum Mitte 2004 bis Ende 2006 verschiedene Verfahren und Geräte zur Bodenbearbeitung im Rahmen eines Verbundprojektes untersucht worden. Gegenstand der Untersuchungen waren, neben der Eignung der Geräte und Verfahren für den ökologischen Obstbau, die Auswirkungen der Verfahren auf das Ertrags- und Qualitätsverhalten der Obstkulturen, mögliche Schäden an den Obstbäumen, die aus den Verfahren resultieren, sowie die Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Unkrautflora. Dabei wurden sowohl mechanische Bodenbearbeitungsgeräte, Mulchverfahren als auch thermische Geräte eingesetzt. Ergänzend wurde am Standort Dresden-Pillnitz das Sandwich-Verfahren in mehreren verschiedenen Variationen getestet.

Die getesteten mechanischen Geräte waren alle in der Lage, den Unkrautbewuchs zumindest vorübergehend einzudämmen. An den drei Standorten, an denen das Gerät Ladurner eingesetzt wurde, wurde es von den zuständigen Versuchsanstellen als sehr praxistaugliches Gerät eingestuft. Auch das Gerät Pellenc-Tournesol wurde standortübergreifend als sehr taugliches Gerät eingestuft.

Die getesteten Mulchvarianten sind nach den Erkenntnissen des vorliegenden Versuches bedingt für den Einsatz im Kernobst geeignet. Als vergleichsweise schlecht hat sich die Abdeckung des Bodens mit Kompost oder auch Miscanthus-Stroh erwiesen. Diese Verfahren führten zu keiner nennenswerten Unkrautunterdrückung. Gute pflanzenbauliche Ergebnisse hingegen erzielten die Mulchvarianten mit Mypex-Bändchengewebe, allerdings mit der Einschränkung, dass dieses Verfahren in jedem Fall mit erhöhtem Arbeitsaufwand verbunden ist. Am Standort Dresden-Pillnitz verursachte das Verfahren deutlich höhere Kosten als alle anderen Varianten. Ein weiteres Problem aller Mulchvarianten waren Schäden durch Mäuse, sei es unter den Mypex-Folien oder in organischen Mulchauflagen. Einzig der Standort Jork hatte

im Laufe der Versuchsanstellung keine Probleme mit Mäuseschäden. Folglich kann das Verfahren lediglich für kleinere Betriebe empfohlen werden, in denen sich der erhöhte Arbeitsaufwand in Grenzen hält, bzw. die auf Grund innerbetrieblicher Strukturen auf die Anschaffung mechanischer Geräte verzichten wollen. An einigen Standorten führte die Variante Mypex-Folie zu erhöhten Erträgen pro Baum, ohne, dass dabei ein einheitlicher Trend erkennbar wäre.

Die getesteten thermischen Varianten konnten bisher nicht überzeugen. Neben den steigenden Kosten für den Brennstoff Propangas verursachte die deutlich zu geringe Flächenleistung, vor allem beim Infra-Plus-Gerät, insgesamt einen zu hohen Aufwand. Am Standort Schlachters traten darüber hinaus auch noch Schäden an den Kulturpflanzen durch die Hitzeentwicklung auf.

Gute Erfahrungen konnten am Standort Dresden-Pillnitz mit dem Sandwichverfahren gemacht werden. Der Verzicht auf die Tastertechnologie und das damit verbundene ein- und ausschwenken der Werkzeuge zwischen den Bäumen stellt eine deutliche Rationalisierung dar. Mit dem Material Xylit für die Mittelstreifenabdeckung ist im Prinzip ein geeignetes Material für die Bedeckung des Mittelstreifens gefunden worden, allerdings wurden im Verlauf des Projektes auch die Grenzen dieses Verfahrens im Zusammenhang mit Wurzelunkräutern deutlich, die auf Dauer in der Lage sind, die Schicht zu durchwachsen.

Da die vier Versuchsstandorte jeweils eine andere Artenzusammensetzung aufweisen, ist eine zusammenfassende Betrachtung der Auswirkungen auf die Vegetationszusammensetzung an dieser Stelle nur schwer möglich und wenig sinnvoll. Insgesamt scheinen vor allem die mechanischen Werkzeuge den Anteil an ausläuferbildenden Unkräutern zu fördern. Weiter wurde der Anteil der Gräser an einigen Standorten durch die Varianten gefördert, welche die Vegetation oberirdisch abschlugen.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung der Verfahren hat sich die Folienvariante als vergleichsweise teures Verfahren herausgestellt. Das Sandwich-Verfahren mit dem abgemulchten Mittelstreifen hat sich als günstigstes Verfahren erwiesen. Die Kostenentwicklungen der anderen getesteten Mulchvarianten sind vornehmlich vom im Mittelstreifen verwendeten Material abhängig. Beim direkten Kostenvergleich der erfolgreich getesteten Geräte Pellenc-Tournesol und Ladurner-Krümler hat sich ergeben, dass für Betriebe über 20 ha Größe die Anschaffung eines Ladurners günstiger sein kann, sofern mit diesem mindestens 0,4 km schneller gearbeitet werden können.

5. Vergleich der geplanten Ziele mit den erreichten Zielen

Im Berichtszeitraum wurden alle geplanten Arbeitsschritte durchgeführt und die projektierten Arbeitsziele großteils erreicht. Dies gilt besonders für die Beurteilung der verschiedenen Verfahren hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit. Zu diesem Aspekt können heute, genau wie zu der Frage der Auswirkung der Verfahren auf die Vegetation sichere Aussagen getroffen werden. Auch die Frage der Verfahrenskosten konnte zufrieden stellend gelöst werden, hier sind im Rahmen der Versuchsanstellung belastbare Daten generiert worden.

Gewisse Abstriche, hinsichtlich des geplanten Ziels, griffige Behandlungskonzepte für die Praxis zu erstellen, müssen dennoch gemacht werden. Dies hat mehrere Gründe. Zum einen wurde im Rahmen der Versuchsanstellung noch einmal deutlich, wie stark die Eignung der verschiedenen Verfahren großteils vom Standort abhängt. Jeder Standort bringt seine eigene Unkrautflora mit, dazu sind die Bodenverhältnisse und auch die Kleinklimaten extrem unterschiedlich. Demzufolge ist das Erstellen einer konkreten Behandlungsstrategie höchstens für Regionen gleicher Gegebenheiten möglich, es muss aber selbst dann noch mit dem jeweiligen betriebsinternen Hintergrund abgeglichen werden. Die Ergebnisse des vorliegenden Projektes können den Prozess einer Strategiefindung jedoch wesentlich unterstützen.

6. Übersicht der Veröffentlichungen

Tab. 24: Übersicht der Veröffentlichungen im Berichtszeitraum am Standort Jork

Termin	Veranstaltung	Art der Darstellung
Aug 05	Vorerteführung des OVB für Obstbauern des Niederelbegebietes	Erläuterung der Forschungsaktivitäten
Jan 06	Mitgliederversammlung des ÖON in Jork	Ausführlicher Bericht zu den Ergebnissen des Forschungsprojektes
Jun 06	Maschinentag des ÖON auf dem Versuchsbetrieb Esteburg	Erläuterung und Diskussion der Ergebnisse der Versuchsanstellung mit Betriebsleitern
Nov 2006	Umstellungsberatung ÖON	Darstellung der Erfahrungen aus der Projektarbeit gegenüber Betriebsleitern in der Umstellung auf ökol. Wirtschaftsweise

7. Literatur

Dierauer, H. U. (2000): Abflammen. FiBL-Merkblatt, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Schweiz

Ibenthal, W.-D. (2002): Abschlussbericht zum F+E-Projekt 98 UM 067 „Beikrautregulierung im Öko-Obstbau durch Anwendung von thermischen Verfahren im Vergleich zu mechanischen Verfahren“ (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE), Fachbereich Biologie der Universität Hamburg, Hamburg.

Quast, P. (1986): Düngung, Bewässerung und Bodenpflege im Obstbau. Verlag Eugen Ulmer, (1986) Stuttgart

Rank, H. und Görne, W. (2004): Möglichkeiten zur Optimierung der mechanischen Baumstreifenbearbeitung im Apfelanbau. Infodienst 7/2004, 97-103

Schmid, A. und Weibel, F. (2000): Das Sandwichsystem – ein Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenbewirtschaftung? Obstbau 4/2000, 214-217

Schmid et al. (2004): Sandwich-System – Neues Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenpflege im Obstbau. Erwerbs-Obstbau 3, Springer Berlin und Heidelberg. 87-94

8. Anhang

Tab. A1: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2005 am Standort Jork

Nr.	Bezeichnung	Arbeitszeitpunkte	Ergänzende Tätigkeiten
1	Standardhackgerät (Ladurner)	13.4; 24.5; 4.7.; 12.10.05;	Handhacke am 1. 7.05
2	Scheibenegge (Spedo)	Die Variante wurde in 2005 nicht durchgeführt, da das Gerät nicht zur Verfügung stand	-
3	Hackgerät (Pellenc Tournesol)	13.4; 24.5; 4.7.05; 12.10.05;	Handhacke am 1. 7.05
4	Faden-Mähgerät (Fadentechnik)	24.5.05	Handhacke am 1.7.05
5	InfraPlus	26.4.; 13.7.05	Handhacke am 1.7.05
6	Handhacke	1.4.; 1.7.; 18.10.05	-
7	Mulchfolie (Mypex)	Reingelegt: 6.4.05, Aufgenommen: 31.10.05	10.8.2005 Seitenstreifen mit Freischneider gemäht
8	Gerätekombination	13.4. (Pellenc); 4.7. (Ladurner)	Handhacke am 1.7.05

Tab. A2: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2006 am Standort Jork

Nr.	Bezeichnung	Arbeitszeitpunkte	Ergänzende Tätigkeiten
1	Standardhackgerät (Ladurner)	4.5.; 7.6.; 27.6.; 6.7.; 12.10.06;	Handhacke am 29.6.06
2	Scheibenegge (Spedo)	29.5.; 8.6.; 27.6.; 14.7.; 25.10.06	Handhacke am 29.6.06 u. 4.9.06
3	Hackgerät (Pellenc Tournesol)	4.5.; 7.6.; 23.6.; 6.7.; 12.10.06;	Handhacke am 29.6.06
4	Faden-Mähgerät (Fadentechnik)	4.5.; 7.6.; 23.6.; 6.7.; 12.10.06;	Handhacke am 29.6.06
5	Infra-Plus	10.5.; 14.7.06	Handhacke am 29.6.06
6	Handhacke	27.4.; 14.6.; 13.10.06	-
7	Mulchfolie (Mypex)	Reingelegt: 9.5.06, Aufgenommen: 13.10.06	4.9.06 Seitenstreifen mit Freischneider gemäht
8	Standort- und vegetation-sangepas. Gerätekombination	Pellenc: 5.5.; 3.6.; 12.10.06 Ladurner: 7.6.; 14.7.06	Handhacke am 29.6.06

Tab. A3: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2005 am Standort Ahrweiler

Nr.	Bezeichnung	Arbeitszeitpunkte	Ergänzende Tätigkeiten
1	Standardhackgerät (Ladurner)	15.4.; 19.5.; 16.6.; 21.7.; 8.10.*; 19.10.05.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
2	Scheibenegge (Spedo)	15.4.; 2.5.; 25.5.; 8.6.; 24.6.; 13.7.; 22.7.; 8.10.*; 19.10.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
3	Hackgerät (Pellenc Tournesol)	15.4.; 2.5.; 25.5.; 8.6.; 24.6.; 20.7.; 8.10.*; 19.10.05.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
4	Miscanthus-Abdeckung	15.4.; 19.5.; 8.6.; 21.7.; 8.10.*; 19.10.05.*	15.4., 19.5., 8.6. und 21.7.05 Seitenstreifen mit Ladurner
5	Müller-Schar	15.4.; 19.5.; 8.6.; 21.7.; 8.10.*; 19.10.05.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
6	Lappentechnik (umgebauter Müller-Schar)	15.4.; 19.5.; 25.5.; 8.6.; 16.6; 24.6.; 22.7.; 8.10.*; 19.10.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
7	Handhacke	15.4; 25.5; 21.6.; 8.10.*; 19.10.05.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich
8	Mulchfolie (Mypex)	Reingelegt: 19.5.05, Aufgenommen: 15.8.05	16.7.05 Ränder mit Mäher gemäht
9	Standort- und vegetationsangepas. Gerätekombination	15.4.; 19.5.; 25.5.; 8.6.; 16.6; 20.7.; 8.10.*; 19.10.05.*	Handhacke am 27.6.05 im Stammbereich

* Diese Bearbeitungsgänge wurden nur im Betrieb Bert Krämer durchgeführt, alle weiteren wurden gleichzeitig im Betrieb Joh. Nachtwey und Bert Krämer durchgeführt;

Tab. A4: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2006 am Standort Ahrweiler

Versuchsvariante	Einsatzdatum
1 Mulchfolie (Mypex)	auflegen: 09.05.; reinholen: 6.11.*; 8.11.
2 Handhacke	24.04.; 09.05.; 23.05.; 18.7.; 17.8.*; 8.11.
3 Ladurner-Krümler	08.04.; 03.05.; 16.06.; 31.10.
4 Müller Schar	28.03.; 03.05.; 24.05.; 17.7.; 31.10.
5 Pellenc (Tournesol)	28.03.; 25.04.; 08.06.; 14.7.; 31.10.
6 Spedo	28.03.; 03.05.; 07.06.; 18.7.; 17.8.*; 2.11.
7 Lappentechnik	28.03.; 03.05.; 24.05.; 31.05.; 17.7.; 31.10.
8 Gerätekombination	28.03.; 25.04.; 08.06.; 31.10.
9 Abdeckung mit Miscanthus	08.04.; 03.05.; 16.06.; 31.10.

*Bearbeitung nur Betrieb Krämer

Tab. A5: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2005 am Standort Dresden-Pillnitz

Nr.	Bezeichnung	Arbeitszeitpunkte	Ergänzende Tätigkeiten
1	Scheibenegge (Spedo)	30.3.; 26.4.; 25.5.; 24.6.; 14.7.; 5.8.; 1.9.; 1.10.05	28.7.05 Handhacke
2	neuartiges Hackgerät (Pellenc Tournesol)	30.3.; 26.4.; 25.5.; 24.6.; 14.7.; 5.8.; 14.10.05	28.7.05 Handhacke
3	Versuchsgerät seitlich, Mit- te mit Xylit	30.3.; 20.4.; 12.5.; 1.6.; 24.6.; 14.7.; 5.8.; 1.9.; 13.10.05	25.5., 10.7., 28.7.05 Handhacke
4	Versuchsgerät seitlich, Mit- te gemulcht	30.3.; 20.4.; 12.5.; 1.6.; 24.6.; 10.7.; 20.7.; 5.8.; 1.9.; 13.10.;	5.8.05 Handhacke
5	Versuchsgerät seitlich, Mit- te gehackt	30.3.; 20.4.; 12.5.; 1.6.; 24.6.; 10.7.; 20.7.; 5.8.; 1.9.; 13.10.;	5.8.05 Handhacke
6	Humus Planet (Standardva- riante)	30.3.; 26.4.; 25.5.; 24.6.; 14.7.; 5.8.; 14.10.05	28.7.05 Handhacke
7	Mulchfolie (Mypex)	Reingelegt:30.3.05, Aufgenommen: 14.10.05	1.4., 6.6., 28.7.05 Handhacke
8	Standort- und vegetation- sangepas. Gerätekombination	30.3.* ¹ ; 20.4.* ¹ ; 12.5.* ² ; 1.6.* ³ ; 24.6.* ¹ ; 14.7.; * ¹ , 5.8.* ³ ; 1.9. * ² ; 13.10.05* ²	28.7.05 Handhacke

*¹ Spedo als Bestandteil der Kombinationsvariante

*² Versuchsgerät Standort Pillnitz als Bestandteil der Kombinationsvariante

*³ Pellenc-Gerät als Bestandteil der Kombinationsvariante

Tab. A6: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2006 am Standort Dresden-Pillnitz

Versuchsvariante	Einsatzdatum	zusätzl. Behandlungen
Humus Planet	16.4.; 26.4.; 24.5.; 12.6.; 18.7.; 8.8.; 2.11.	Handhacke 16.7.
Pellenc	16.4.; 26.4.; 24.5.; 20.6.; 20.7.; 2.8.; 2.11.	Handhacke 18.7.
Spedo & Figli	16.4.; 26.4.; 18.5.; 12.6.; 30.10.; 2.11.	Handhacke 2.8.
Folie	auflegen 17.4. abnehmen 26.10.	Humus Planet 16.4./ 2.11. Handhacke 16.4.
Xylit	27.4.; 11.5.; 7.7.; 2.8.; 15.9.; 26.10.	Humus Planet 26.4. Handhacke 12.6./ 20.7.
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	26.4.*; 27.4.; 11.5.; 6.6.; 20.6.*; 7.7.; 2.8.; 8.8.*; 15.9.; 26.10.; 2.11.*	Humus Planet 16.4. Handhacke 20.7.
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	26.4.*; 27.4.; 11.5.; 18.5.*; 6.6.; 20.6.* 7.7.; 2.8.; 8.8.*; 15.9.; 26.10.; 2.11.*	Handhacke 18.7.
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	26.4.*; 27.4.; 11.5.; 6.6.; 20.6.* 7.7.; 2.8.; 8.8.*; 15.9.; 26.10.; 30.10.*	Humus Planet 16.4.

* Bearbeitung des Mittelstreifens zwischen den Bäumen; restliche Daten Bearbeitung seitlich neben der Baumreihe

Tab. A7: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2005 am Standort Schlachters

Nr.	Bezeichnung	Arbeitszeitpunkte	Ergänzende Tätigkeiten
1	Standardhackgerät (Ladurner)	13.4.; 1.6.; 18.7.; 7.9.; 28.10.05	26.4.; 8.6.; 28.10.05 **
2	Scheibenegge (Spedo)	13.4.; 30.5.; 15.7.; 8.9.05	8.6.; 28.10.05**
3	Pellenc Tournesol	2.5.; 4.7.;	11.5.; 28.10.05**
4	Abflammgerät (Thermische Variante)	13.4. 19.5., 1.6., 10.8.05	13.4.* ² ; 19.5.* ³ ; 10.8.* ³ ; 28.10.* ²⁺ **
5	Grüingutkompost (unge-siebt)		13.4.* ² ; 26.4.**; 2.5.* ¹ ; 10.8.* ³ ; 7.9.* ² 28.10.* ²⁺ **
6	Öko-Mower	12.4.; 19.5; 10.8.;	28.10.* ²⁺ **
7	Standardhackgerät (Ladurner), mit Pfahl	13.4.; 1.6.; 18.7.; 28.10.05	26.4.**; 8.6.**; 28.10.05**
8	Mulchfolie (Mypex)	Reingelegt: 4.5.05, Aufgenommen: 28.10.05	26.4.**; 19.5.* ³ ; 15.7. u. 27.10. FS; 28.10.**
9	Gerätekombination	13.4.* ² ; 10.8.* ³ ; 7.9.* ² ; 28.10.05 * ²	26.4. u. 28.10.05 Handhacke;

*¹ Pellenc als ergänzende Behandlung

*² Ladurner als ergänzende Behandlung

*³ Ökomower als ergänzende Behandlung

** Handhacke als ergänzende Tätigkeit

FS Freischneider als ergänzende Tätigkeit

Tab. A8: Termine der Bodenbearbeitung im Jahr 2006 am Standort Schlachters

Versuchsvariante	Einsatzdatum	zusätzliche Behandlung
Pellenc	20.6.; 13.7.; 27.10.	Handhacke 26.-30.6.
Ladurner	12.5.; 14.6.; 15.7.; 8.11.	Handhacke 26.-30.6.
Spedo	abhäufeln: 16.5.; 14.7. anhäufeln: 9.6.; 20.10.	Handhacke 31.7.
Abflammen	22.5.; 9.6.; 27.6.; 13.7.	Ladurner 12.5. Handhacke 26.-30.6.
Mypex	Folie schließen: 24.5. Folie öffnen: 26.10.	Freischneider 19.6.; 14.7.
Kompost		Ladurner 12.5.; 15.7.; 8.11. Handhacke 26.-30.6.
Ladurner + Pfahl	12.5.; 9.6.; 15.7.; 8.11.	Handhacke 26.-30.6.
Öko-Mower		Ladurner 9.6.; 15.7.; 8.11. Handhacke 26.-30.6.
Kontrolle		Wurzelschosser schneiden 26.-30.6. Freischneider 14.7. Ladurner 8.11.
Kombination	Spedo abhäufeln 16.5. Spedo anhäufeln 9.6. Pellenc 13.7. Handhacke 31.7. Spedo anhäufeln 20.10. Ladurner 8.11.	

Tab. A9: Bearbeitungsparameter am Standort Sachsen im Jahr 2005

Bearbeitungstermine, Fahrgeschwindigkeiten und Gesamtaufwand an reiner Maschinen- und Handarbeitszeit 2005

Versuchsparzellen	Erklärung	Datum der Bearbeitungsgänge																		Maschinengänge			Masch.-zeit gesamt (h / ha)	Handarbeit gesamt (h / ha)		
		30.03.	01.04.	20.04.	26.04.	12.05.	25.05.	01.06.	06.06.	24.06.	10.07.	14.07.	20.07.	27.07.	28.07.	05.08.	29.08.	01.09.	10.10.	13.10.	14.10.	mit 2 km/h			mit 7 bzw. 9 km/h	gesamt
Humus Planet (Standard)	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h	2	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	2	7	0	7	22	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
Pellenc	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h	2	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	2	7	0	7	22	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Spedo & Figli	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ²	7	-	-	2	-	7	-	-	2	-	7	-	-	-	2	-	7	-	-	2	4	4	8	16	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
Folienabdeckung	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ³	2 ⁷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ⁷	2	0	2	6	
	Handarbeit in h/ha ^{1,4}	10	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	10	-	-	-	-	124
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	9	-	9	-	9	-	9	-	9	-	9	-	-	-	9	9	-	-	9	-	0	9	9	6	
	Handarbeit in h/ha ^{1,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	2 ⁷	-	9	-	9	-	2	-	9	2	-	9	-	-	2	-	9	-	9	-	4	6	10	17	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
starres Gerät seitlich; Mitte gehackt	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	2 ⁷	-	9	-	9	-	2	-	9	2	-	9	-	-	2	9	-	-	9	-	4	6	10	17	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
starres Gerät seitlich; Mitte Öko-Mover	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	2 ⁷	-	9	-	9	-	2	-	2	-	9	-	-	-	2	-	9	-	9	-	4	5	9	16	
	Geräteart ⁸	HP	-	-	-	-	(ÖM)	ÖM	-	ÖM	-	Spe	-	(ÖM)	-	ÖM	-	-	-	-	(ÖM)	-	-	-	-	-
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30

- Anmerkungen:
- 1) Arbeitsaufwand für 1 Akr pro ha zur Handhacke am Stammgrund; Bezugsbasis für 1 ha: 2600 Bäume (3,20 m Reihenabstand, 1,20 m Baumabstand)
 - 2) beim Spedo-Gerät werden 2 verschiedene Werkzeuge verwendet: a) Lockerungsscheibe mit 2 km/h, b) Verfüllscheibe mit 7 km/h
 - 3) Einsatz des Baumstreifengerätes Humus-Planet kurz vor Auslegung bzw. nach Abnahme der Folie
 - 4) zusätzlicher Arbeitsaufwand für 2 Akr pro ha zum Folienauflegen und -abnehmen; im Versuch 2 x 2 h für 240 m, hochgerechnet auf 1 ha entspricht das bei 3125 laufenden Metern (3,20 m Reihenabstand) = 2 x 1562 min = 2 x 26 h = 52 Akh gesamt - das Ganze 2x pro Jahr
 - 5) zzgl. der Handarbeit für die Xylit-Ausbringung: einmalig zu Beginn 50 h/ha - umgelegt auf die Nutzungsdauer von 4 Jahren müssen also noch **10 h/ha dazugerechnet werden**
 - 6) starres Gerät zur seitlichen Bearbeitung mit 9 km/h; Bearbeitung des Mittelstreifens zwischen den Bäumen mit 2 km/h
 - 7) erster bzw. letzter Maschineneinsatz im Jahr mit einem Hackgerät (Kreiselkrümmer) zum Auflockern des Bodens (im Versuch Standardgerät Humus-Planet mit 2 km/h)
 - 8) Öko-Mover (ÖM) erst ab Mai vorhanden; vorwiegend Testfahrten da umfangreiche Geräteanpassung notwendig war; Anbau und Steuerung entsprachen noch nicht den optimalen Bedingungen; zusätzlich 1x Humus Planet (HP), 1x Spedo (Spe); Ergebnisse 2005 sind nicht direkt vergleichbar mit den anderen Versuchsvarianten

Tab. A10: Bearbeitungsparameter am Standort Sachsen im Jahr 2006

Bearbeitungstermine, Fahrgeschwindigkeiten und Gesamtaufwand an reiner Maschinen- und Handarbeitszeit 2006

Versuchsparzellen	Erklärung	Datum der Bearbeitungsgänge																				Maschinengänge			Masch.-zeit gesamt (h / ha)	Handarbeit gesamt (h / ha)
		16.04.	17.04.	26.04.	27.04.	11.05.	18.05.	24.05.	06.06.	12.06.	20.06.	07.07.	16.07.	18.07.	20.07.	02.08.	08.08.	15.09.	26.10.	30.10.	02.11.	mit 2 km/h	mit 7 bzw. 9 km/h	gesamt		
Humus Planet (Standard)	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	2	7	0	7	22	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-				30	
Pellenc	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2	7	0	7	22	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-				26	
Spedo & Figli	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ²	2	-	7	-	-	2	-	-	7	-	-	-	-	2	-	-	-	-	7	2	4	3	7	15	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-				45	
Folienabdeckung	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ³	2 ⁷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ⁷	2	0	2	6	
	Handarbeit in h/ha ^{1,4}	16	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-				96	
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	-	-	2 ⁷	9	9	-	-	9	-	-	9	-	-	-	9	-	9	9	-	-	1	7	8	8	
	Handarbeit in h/ha ^{1,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	zzgl. pro Nutzungsjahr anteilig 10 h/ha für die Xylit-Ausbringung			50	
starres Gerät seitlich; Mitte gemulcht	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	2 ⁷	-	2	9	9	-	-	9	-	2	9	-	-	-	9	2	9	9	-	2	5	7	12	20	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-				26	
starres Gerät seitlich; Mitte gehackt	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	-	-	2	9	9	2	-	9	-	2	9	-	-	-	9	2	9	9	-	2	5	7	12	20	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-				32	
starres Gerät seitlich; Mitte Öko-Mover	Arbeitsgeschwindigkeit in km/h ⁶	2 ⁷	-	2	9	9	-	-	9	-	2	9	-	-	-	9	2	9	9	2	-	5	7	12	20	
	Handarbeit in h/ha ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				0	

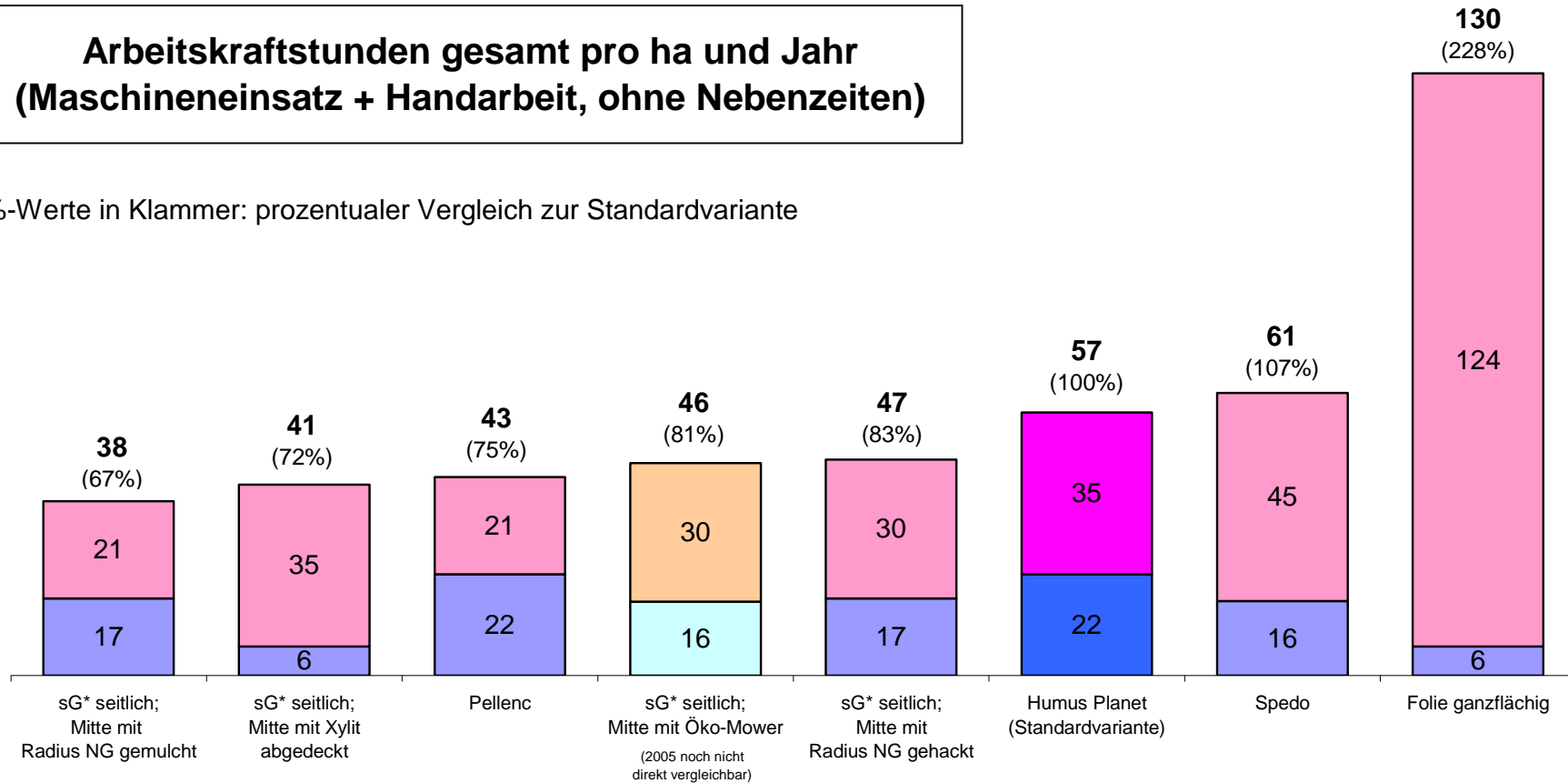
- Anmerkungen:
- 1) Arbeitsaufwand für 1 Akr pro ha zur Handhacke am Stammgrund; Bezugsbasis für 1 ha: 2600 Bäume (3,20 m Reihenabstand, 1,20 m Baumabstand)
 - 2) beim Spedo-Gerät werden 2 verschiedene Werkzeuge verwendet: a) Lockerungsscheibe mit 2 km/h, b) Verfüllscheibe mit 7 km/h
 - 3) Einsatz des Baumstreifengerätes Humus-Planet kurz vor Auslegung bzw. nach Abnahme der Folie
 - 4) zusätzlicher Arbeitsaufwand für 2 Akr pro ha zum Folienauflegen und -abnehmen; im Versuch 2 x 2 h für 240 m, hochgerechnet auf 1 ha entspricht das bei 3125 laufenden Metern (3,20 m Reihenabstand) = 2 x 1562 min = 2 x 26 h = 52 Akh gesamt - das Ganze 2x pro Jahr
 - 5) zuzgl. der Handarbeit für die Xylit-Ausbringung: einmalig zu Beginn 50 h/ha - umgelegt auf die Nutzungsdauer von 4 Jahren müssen also noch **10 h/ha dazugerechnet werden**
 - 6) starres Gerät zur seitlichen Bearbeitung mit 9 km/h; Bearbeitung des Mittelstreifens zwischen den Bäumen mit 2 km/h
 - 7) erster und letzter Maschineneinsatz im Jahr mit einem Hackgerät (Kreiselkrümmer) zum Auflockern des Bodens (im Versuch Standardgerät Humus-Planet mit 2 km/h)

BLE-Projekt "Optimierung der mechanischen Baumstreifenbearbeitung"
 2. Versuchsjahr, 2005; Standort Sachsen

■ Maschinenezeit in h pro ha und Jahr ■ Handarbeitsaufwand in h pro ha und Jahr

**Arbeitskraftstunden gesamt pro ha und Jahr
 (Maschineneinsatz + Handarbeit, ohne Nebenzeiten)**

%-Werte in Klammer: prozentualer Vergleich zur Standardvariante



sG* = starres Gerät zur seitlichen Bearbeitung neben der Baumreihe

Versuchsvarianten

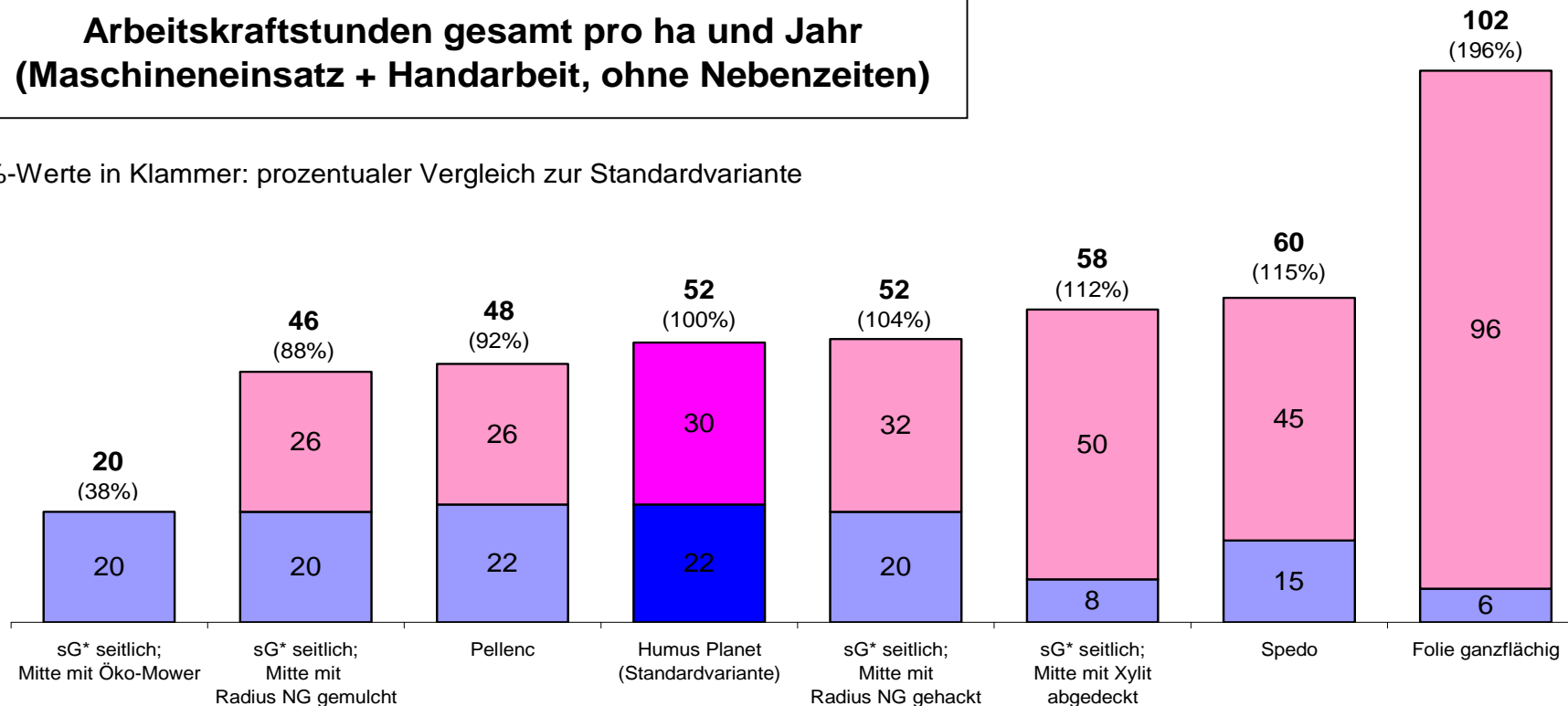
LfL, FB 5, Ref. 51, H. Rank, 2005

Abb. A1: Arbeitskraftstunden pro ha/Jahr in Abhängigkeit vom Bearbeitungsverfahren im Jahr 2005 am Standort Dresden-Pillnitz

■ Maschinenzzeit in h pro ha und Jahr ■ Handarbeitsaufwand in h pro ha und Jahr

**Arbeitskraftstunden gesamt pro ha und Jahr
 (Maschineneinsatz + Handarbeit, ohne Nebenzeiten)**

%-Werte in Klammer: prozentualer Vergleich zur Standardvariante



sG* = starres Gerät zur seitlichen Bearbeitung neben der Baumreihe

Versuchsvarianten

LfL, FB 5, Ref. 51, H. Rank, 2006

Abb. A2: Arbeitskraftstunden pro ha/Jahr in Abhängigkeit vom Bearbeitungsverfahren im Jahr 2006 am Standort Dresden-Pillnitz

Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten (berechnet für eine 15 ha große Apfelanlage)

2005

Ausgangsdaten	Abk.	Maß- einheit	Kreisel- krümmer (Standard)	Pellenc	Spedo Scheiben- egge	mit Folie abgedeckt	getrennte Bearbeitung: starres Werkzeug seitlich neben der Baumreihe				Bemerkungen
							Mitte mit Xylit abgedeckt	Mitte mit Radius NG		Mitte mit Öko-Mover	
								gehackt	gemulcht		
Neuwert der Maschinen ¹	A	€	11000	6150	2000		1700	4700	4700	7700	Listenpreise
Reparaturkostenfaktor	RF		0,6	0,6	0,5		0,2	0,6	0,6	0,6	lt. Fachlit. u. Hersteller
Nutzungsdauer	N	Jahre	10	10	10	4	5	10	10	10	nach KTBL
Arbeitsgeschwindigkeiten	Vmax. 1	km/h	2	2	2	2	2	2	2	2	eigene Erfahrungen (Spedo mit 2 Geschw.)
	Vmax. 2	km/h	-	-	7	-	9	9	9	9	
Anzahl Maschinen- durchfahrten/Jahr	mit Vmax. 1		7	7	4	2	-	4	4	4	eigene Erfahrungen
	mit Vmax. 2		-	-	4	2	9	6	6	5	
sonstiger Zeitbedarf pro Arbeitsgang		h	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	An-/Abbau, Wendezeit, An-/Abfahrt, Reingung usw.
Maschinenzeit- bedarf/ha und Jahr	n(ha)	h	24,0	24,0	18,5	6,9	9,0	19,7	19,7	18,7	Reihenabst. 3,20 m; Fahrstr. 6250 m/ha
Einsatzstunden/Jahr	n(J)	h	360	360	277	103	134	295	295	280	= 15 ha [n(ha) x 15]
Einsatzstunden in N	n(N)	h	3596	3596	2771	411	671	2950	2950	2801	n(J) x N
Kostenberechnungen für Maschineneinsatz (Abschreibung, Zinsen, Reperaturkosten, Traktorkosten, Lohnkosten für Fahrer)											
Abschreibung	AfA	€/h	3,06	1,71	0,72		2,53	1,59	1,59	2,75	A/n(N)
Zinskosten (6%)		€/h	0,92	0,68	0,29		0,51	0,64	0,64	1,10	A/2 x 0,06/n(J)
Reparaturkosten	RK	€/h	1,84	1,03	0,36		0,51	0,96	0,96	1,65	RF x AfA
Traktorkosten		€/h	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	nach KTBL
Lohnkost. Fahrer		€/h	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	nach KTBL
Kostensumme/Stunde	K(h)	€/h	32,11	29,72	27,67	26,30	29,85	29,49	29,49	31,80	
Kostensumme/ha	K(ha)	€/ha	769,88	712,54	511,13	180,16	267,12	579,90	579,90	593,75	K(h) x n(ha)
Zusatzaufwendungen für die einzelnen Baumstreifenpflegevarianten											
Handhacke/ha		Akh	35	21	45	20	25	30	21	30	eigene Erfahrungen
Abdeckmaterial Folie	FOL	m ² /ha				3125					3125m x 1m
Abdeckmaterial Xylit	XYL	m ³ /ha					185				3125m x 0,40m x 0,15m
Materialkosten FOL/ha	K(FOL)	€/ha				1562					Folie inclusive Nägel u.a. (Mayer)
Materialkosten XYL/ha	K(XYL)	€/ha					1850				10,00 €/m ³
Ausbring. FOL bzw. XYL/ha	A	Akh				104	50				auf 3125 m/ha
Kostenberechnungen für Zusatzaufwendungen (Material- und Lohnkosten)											
Lohnkost. Handhacke		€/ha	233	140	299	133	166	200	140	200	6,65 €/h/Saison-Akr
Lohnkost. A(FOL) bzw. A(XYL)	LK(A)	€/ha	0	0	0	692	333	0	0	0	6,65 €/h/Saison-AKr
Lohnkost. (XYL)/N		€/ha	0	0	0	0	67	0	0	0	aufgeteilt auf Nutzungsjahre
Mat.-Kosten FOL / XYL pro ha/N		€/ha	0	0	0	391	370	0	0	0	aufgeteilt auf Nutzungsjahre
Gesamtkosten/ha und Jahr		€/ha	1003	852	810	1395	870	779	720	793	
Vergleich zum Standardgerät:		%	100	85	81	139	87	78	72	79	

Abb. A3: Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten im Jahr 2005, am Standort Dresden-Pillnitz

Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten (berechnet für eine 15 ha große Apfelanlage)

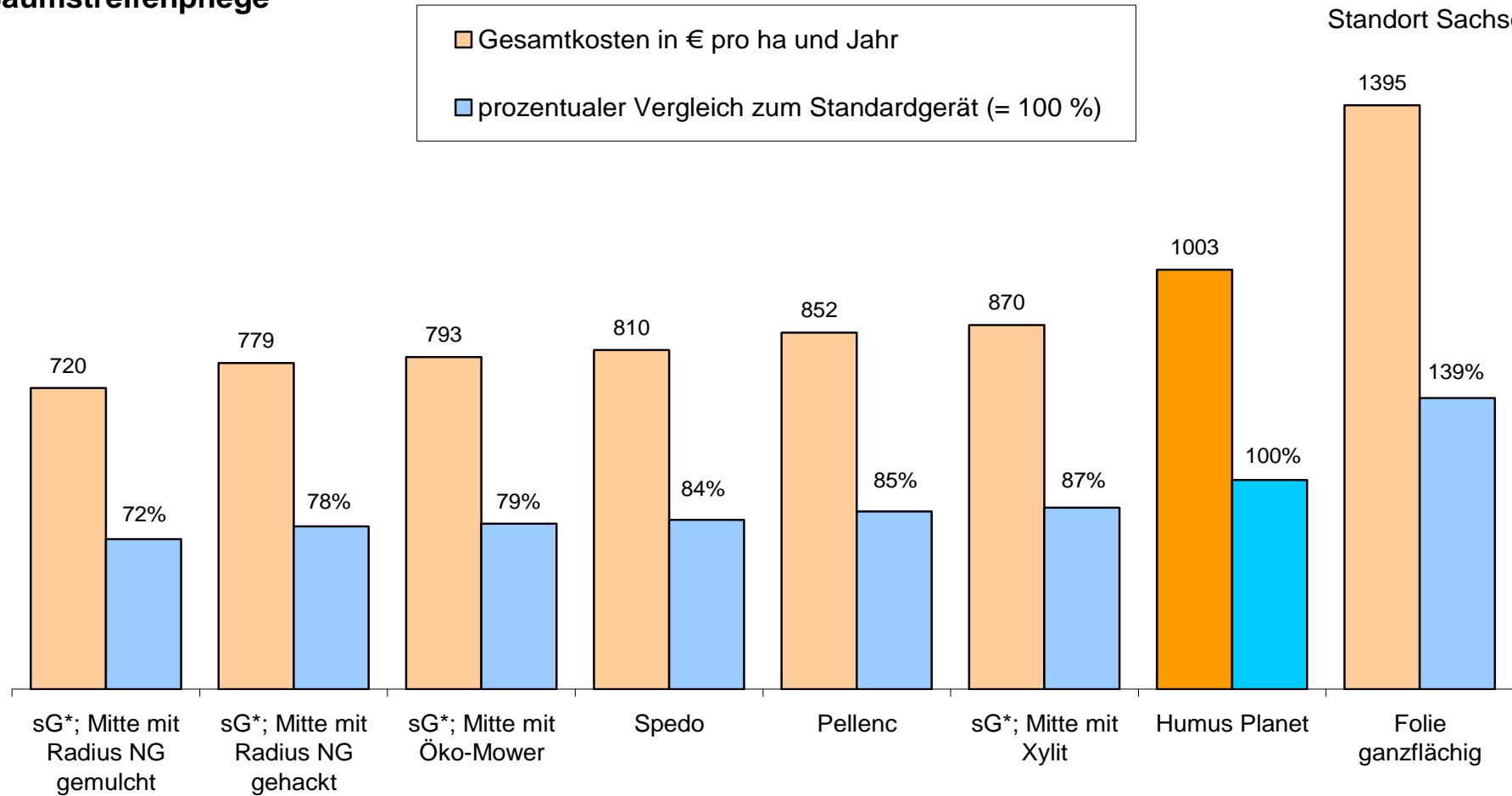
2006

Ausgangsdaten	Abk.	Maßeinheit	Kreiselkrümmer (Standard)	Pellenc	Spedo Scheibenegge	mit Folie abgedeckt	getrennte Bearbeitung: starres Werkzeug seitlich neben der Baumreihe				Bemerkungen
							Mitte mit Xylit abgedeckt	Mitte mit Radius NG		Mitte mit Öko-Mover	
								gehackt	gemulcht		
Neuwert der Maschinen ¹	A	€	11000	6150	2000		1700	4700	4700	7700	Listenpreise
Reparaturkostenfaktor	RF		0,6	0,6	0,5		0,2	0,6	0,6	0,6	lt. Fachlit. u. Hersteller
Nutzungsdauer	N	Jahre	10	10	10	4	5	10	10	10	nach KTBL
Arbeitsgeschwindigkeiten	Vmax. 1	km/h	2	2	2	2	2	2	2	2	eigene Erfahrungen (Spedo mit 2 Geschw.)
	Vmax. 2	km/h	-	-	7	-	9	9	9	9	
Anzahl Maschinen-durchfahrten/Jahr	mit Vmax. 1		7	7	4	2	1	5	5	5	eigene Erfahrungen
	mit Vmax. 2		-	-	3	-	7	7	7	7	
sonstiger Zeitbedarf pro Arbeitsgang ²		h	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	An-/Abbau, Wendezeit, An-/Abfahrt, Reingung usw.
Maschinenzeitbedarf/ha und Jahr	n(ha)	h	24,0	24,0	17,3	6,9	10,4	24,1	24,1	24,1	Reihenabst. 3,20 m; Fahrstr. 6250 m/ha
Einsatzstunden/Jahr	n(J)	h	360	360	259	103	156	361	361	361	= 15 ha [n(ha) x 15]
Einsatzstunden in N	n(N)	h	3596	3596	2592	411	779	3613	3613	3613	n(J) x N
Kostenberechnungen für Maschineneinsatz (Abschreibung, Zinsen, Reperaturkosten, Traktorkosten, Lohnkosten für Fahrer)											
Abschreibung	AfA	€/h	3,06	1,71	0,77		2,18	1,30	1,30	2,13	A/n(N)
Zinskost. (6%)		€/h	0,92	0,68	0,31		0,44	0,52	0,52	0,85	A/2 x 0,06/n(J)
Reparaturkosten	RK	€/h	1,84	1,03	0,39		0,44	0,78	0,78	1,28	RF x AfA
Traktorkosten		€/h	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	nach KTBL
Lohnkost. Fahrer		€/h	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	nach KTBL
Kostensumme/Stunde	K(h)	€/h	32,11	29,72	27,77	26,30	29,36	28,90	28,90	30,56	
Kostensumme/ha	K(ha)	€/ha	769,88	712,54	479,76	180,16	304,89	696,13	696,13	736,13	K(h) x n(ha)
Zusatzaufwendungen für die einzelnen Baumstreifenpflegevarianten											
Handhacke/ha		Akh	30	26	45	16	40	32	26		eigene Erfahrungen
Abdeckmaterial Folie	FOL	m ² /ha				3125					3125m x 1m
Abdeckmaterial Xylit	XYL	m ³ /ha					185				3125m x 0,40m x 0,15m
Materialkosten FOL/ha	K(FOL)	€/ha				1562					Folie inclusive Nägel u.a. (Mayer)
Materialkosten XYL/ha	K(XYL)	€/ha					1850				10,00 €/m ³
Ausbring. FOL bzw. XYL/ha	A	Akh				80	50				auf 3125 m/ha
Kostenberechnungen für Zusatzaufwendungen (Material- und Lohnkosten)											
Lohnkost. Handhacke		€/ha	200	173	299	106	266	213	173	0	6,65 €/h/Saison-Akr
Lohnkost. A(FOL) bzw. A(XYL)	LK(A)	€/ha	0	0	0	532	333	0	0	0	6,65 €/h/Saison-AKkr
Lohnkost. (XYL)/N		€/ha	0	0	0	0	67	0	0	0	aufgeteilt auf Nutzungsjahre
Mat.-Kosten FOL / XYL pro ha/N		€/ha	0	0	0	391	370	0	0	0	aufgeteilt auf Nutzungsjahre
Gesamtkosten/ha und Jahr		€/ha	969	885	779	1209	1007	909	869	736	
Vergleich zum Standardgerät:		%	100	91	80	125	104	94	90	76	

Abb. A4: Kalkulation und Vergleich der Verfahrenskosten im Jahr 2006, am Standort Dresden-Pillnitz

Kostenkalkulation Baumstreifenpflege

2. Versuchsjahr
2005
Standort Sachsen



sG* = starres Gerät zur seitlichen
Bearbeitung neben der Baumreihe

Versuchsvarianten

Abb. A5: Darstellung der ermittelten Kosten für die Baumstreifenpflege im Jahr 2005 am Standort Dresden-Pillnitz

Kostenkalkulation Baumstreifenpflege

3. Versuchsjahr
2006
Standort Sachsen

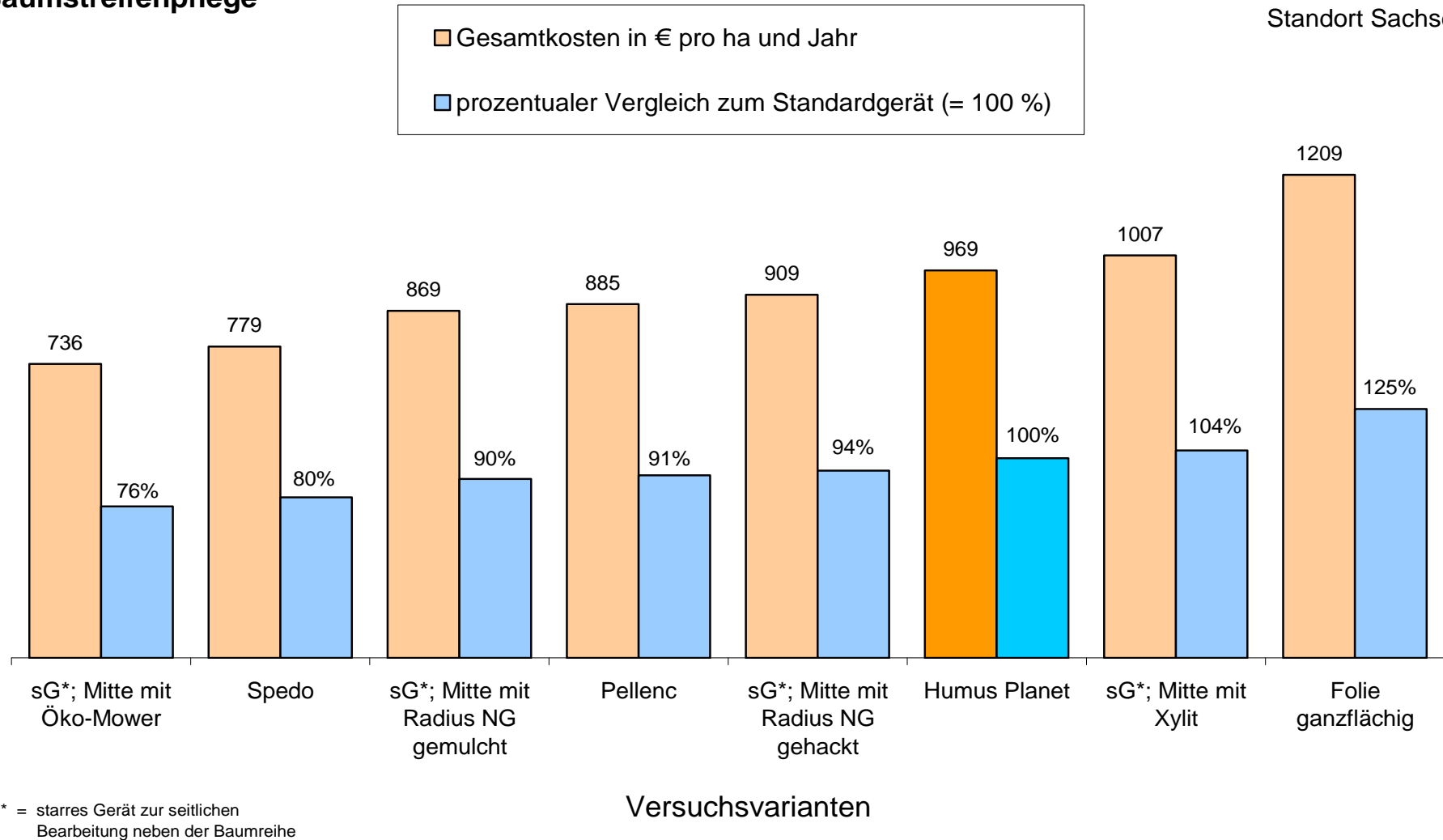


Abb. A6: Darstellung der ermittelten Kosten für die Baumstreifenpflege im Jahr 2006 am Standort Dresden-Pillnitz

Unkrautartenspektrum im Baumstreifen (in %-Anteilen)

2005 - 2. Versuchsjahr

Versuchsstandort Sachsen 1. Boniturtermin: 30. - 31. 03. 2005 (vor der ersten Bearbeitung)

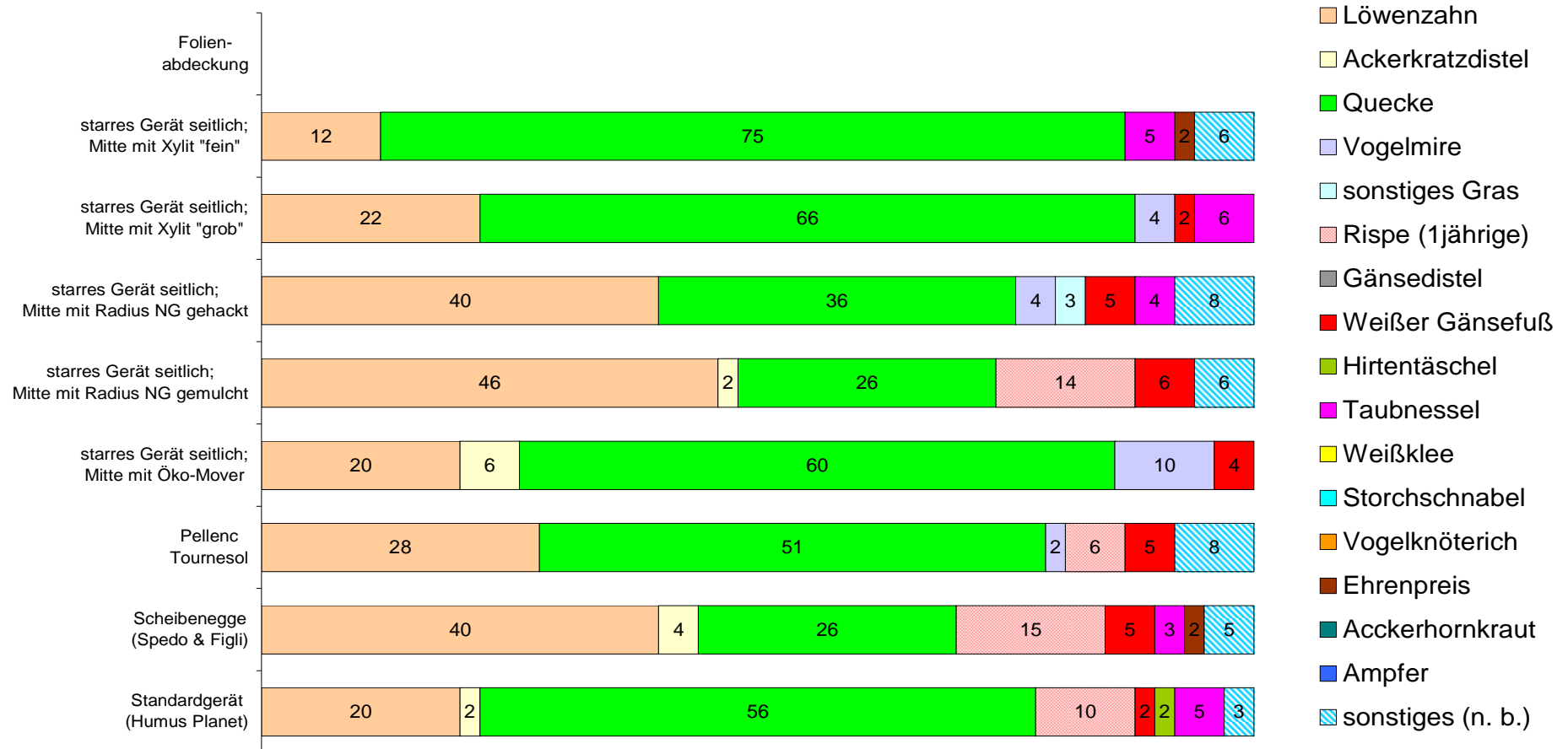


Abb. A7: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Dresden-Pillnitz im Jahr 2005 vor der ersten Behandlung

Unkrautartenspektrum im Baumstreifen (in %-Anteilen)

2005 - 2. Versuchsjahr

Versuchsstandort Sachsen 3. Boniturtermin: 15. - 16. 09. 2005

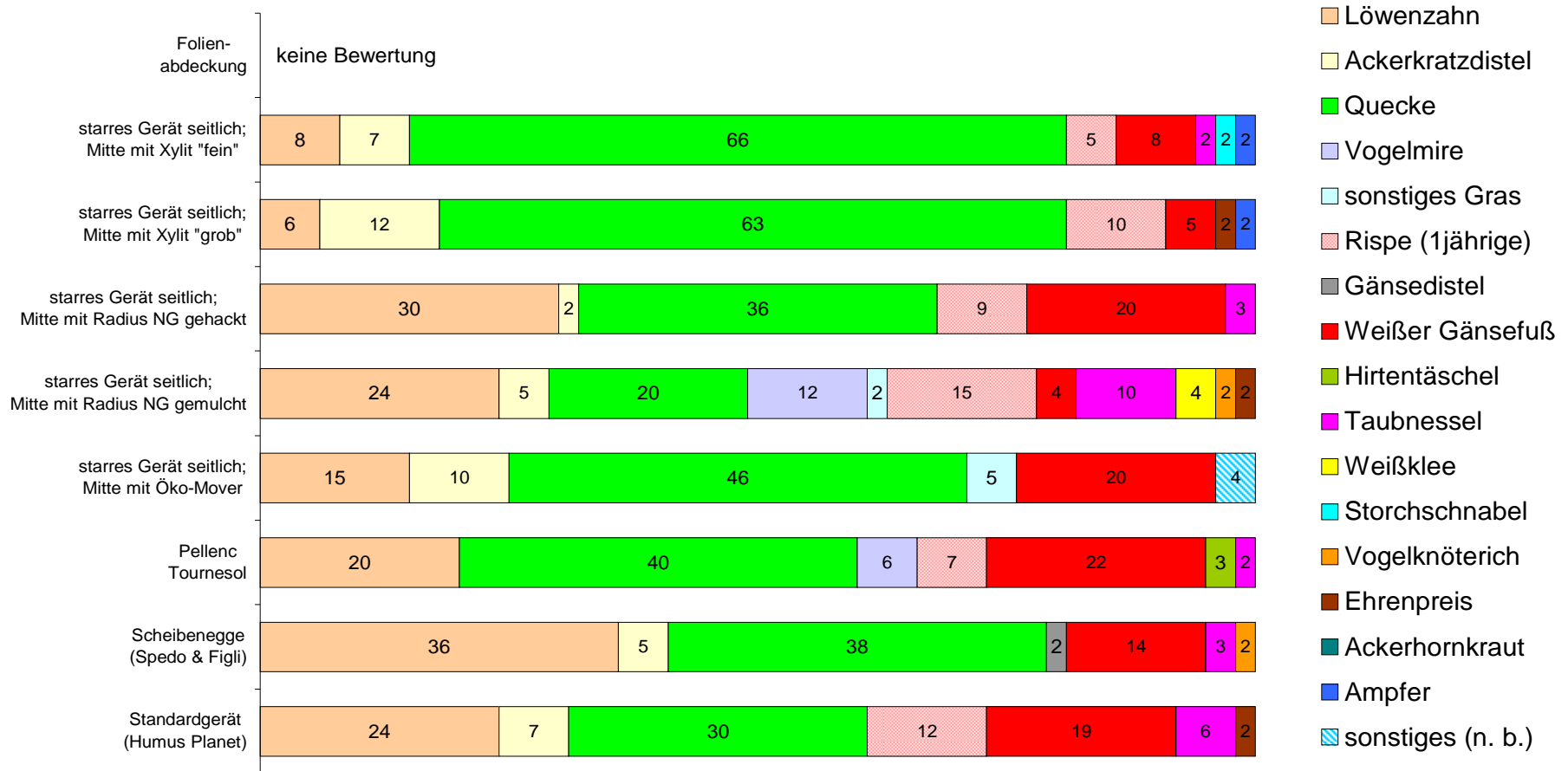


Abb. A8: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Dresden-Pillnitz im Jahr 2005 nach den Behandlungen

Unkrautartenspektrum im Baumstreifen (in %-Anteilen)

2006 - 3. Versuchsjahr

Versuchsstandort Sachsen

1. Boniturtermin: 12. - 13. 04. 2006 (vor der ersten Bearbeitung)

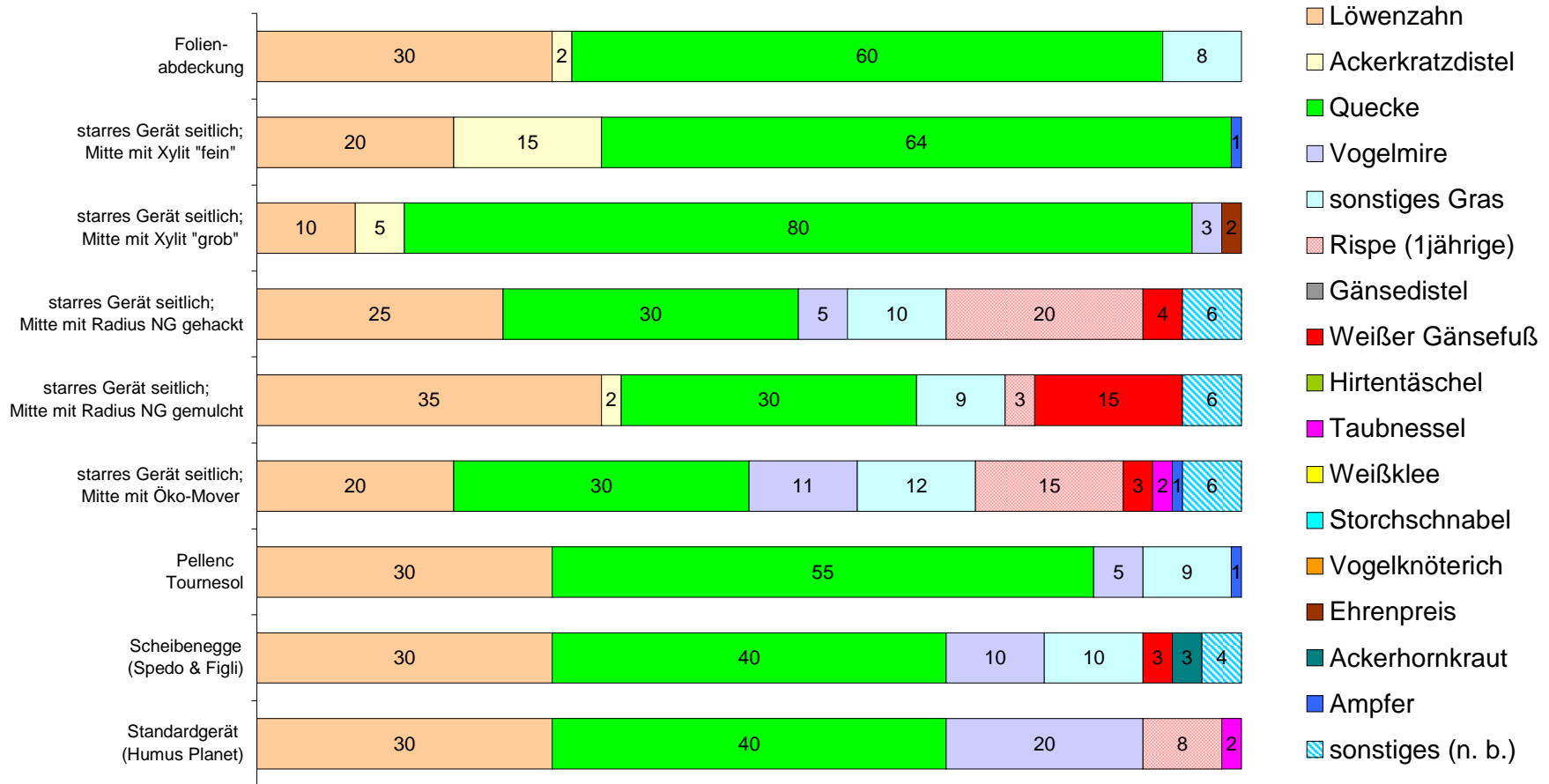


Abb. A9: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Dresden-Pillnitz im Jahr 2006 vor der ersten Behandlung

Unkrautartenspektrum im Baumstreifen (in %-Anteilen)

2006 - 3. Versuchsjahr

Versuchsstandort Sachsen

3. Boniturtermin: 21. - 22. 09. 2006

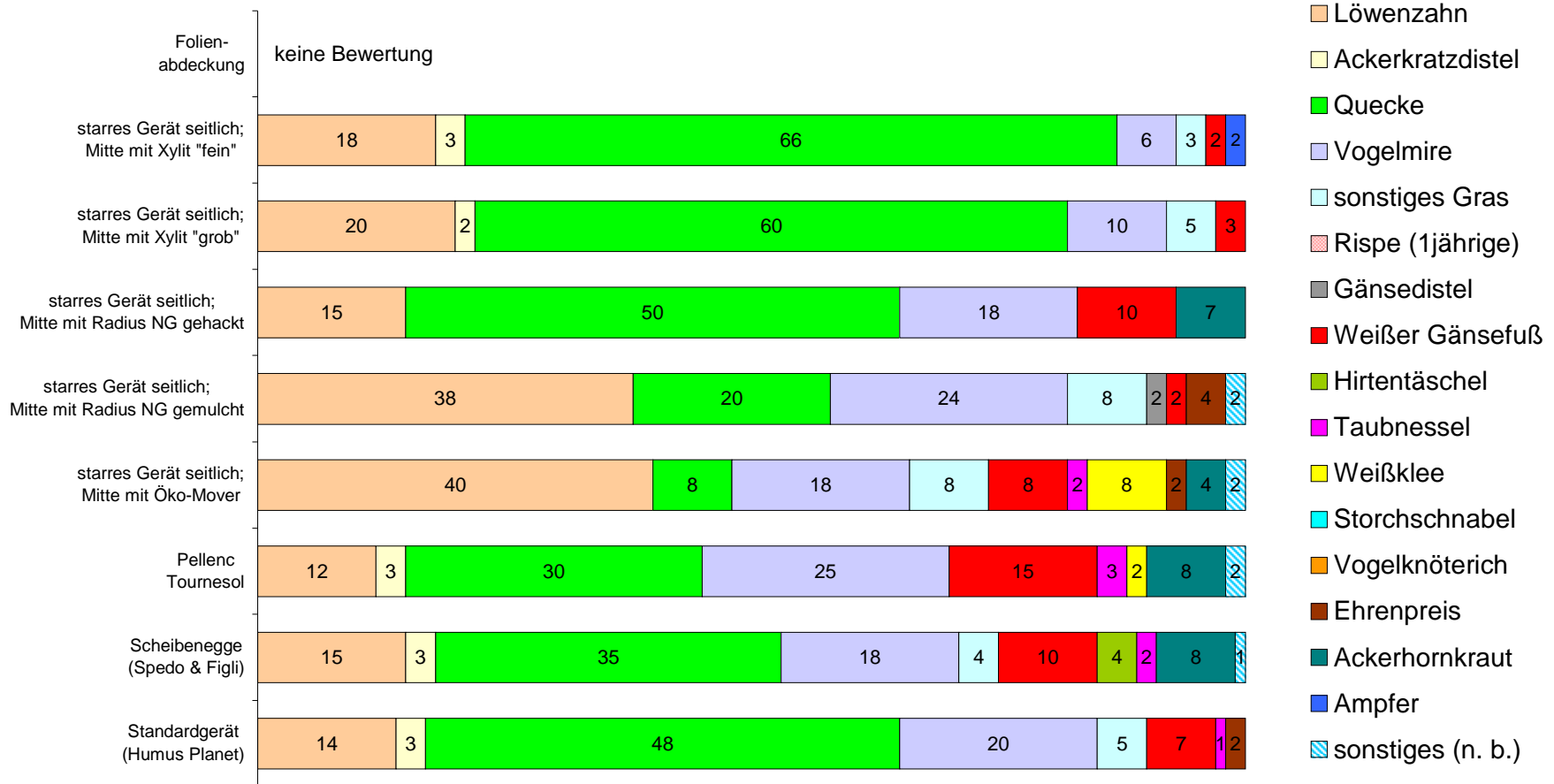


Abb. A9: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Dresden-Pillnitz im Jahr 2006 nach den Behandlungen

Tab. A11: Ergebnisse der Deckfarbenbonitur 2006 am Standort Dresden-Pillnitz

Fruchtzahl in % mit entsprechender Ausfärbung der Deckfarbe					- 2006 -
Versuchsvariante	Anteil Deckfarbe				
	0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit abgedeckt	5,0	20,2	44,5	20,8	9,5
Pellenc Tournesol	2,2	10,0	57,8	15,6	14,4
Humus Planet (Kreiselkrümler als Standard)	2,0	8,0	58,0	27,3	4,7
Folie ganzflächig	3,9	28,6	45,5	20,8	1,3
Spedo & Figli (Scheibenegge)	7,7	12,8	54,2	17,5	8,0
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	3,0	21,4	40,7	31,4	3,5
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	6,4	28,8	45,0	18,8	1,0
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	4,6	10,8	52,0	26,4	6,2
Durchschnitt der Versuchsvarianten	4,4	17,6	49,7	22,3	6,1

Tab. A12: Ergebnisse der Größenbonitur 2006 am Standort Dresden-Pill

Fruchtzahl in % mit entsprechender Größenkalibrierung					- 2006 -
Versuchsvariante	Größenkalibrierung				
	<=60mm	<=65mm	<=70mm	<=75mm	>75mm
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit abgedeckt	0,0	2,6	3,9	49,4	44,2
Pellenc Tournesol	0,0	10,4	9,1	51,9	28,6
Humus Planet (Kreiselkrümler als Standard)	0,0	0,0	5,2	57,1	37,7
Folie ganzflächig	1,3	0,0	14,3	55,8	28,6
Spedo & Figli (Scheibenegge)	0,0	0,0	2,6	46,8	50,6
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	3,9	6,5	13,0	53,2	23,4
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	1,3	0,0	20,8	44,2	33,8
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	0,0	0,0	16,9	37,7	45,5
Durchschnitt der Versuchsvarianten	0,8	2,4	10,7	49,5	36,5

Tab. A13: Ertrag in kg/Baum in Abhängigkeit von der Bearbeitungsvariante in 2006 am Standort Dresden-Pillnitz

Ertrag in kg/Baum			- 2006 -
	Mittelwert	min.	max.
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit abgedeckt	2,3	0,7	5,2
Pellenc Tournesol	2,6	1,5	6,0
Humus Planet (Kreiselkrümler = Standard)	2,5	1,2	6,2
Folie ganzflächig	3,2	1,5	5,3
Spedo & Figli (Scheibenegge)	2,5	1,3	6,0
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	3,1	2,1	6,1
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	2,8	1,8	5,3
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	2,6	1,8	4,8
Durchschnitt der Versuchsvarianten	2,7	1,5	5,6

Tab. A14: Darstellung der relevanten Parameter zur Ermittlung des Handarbeitsaufwandes
(Daten vom Standort Dresden-Pillnitz; 2005)

2005 Variante	Anzahl Bäume mit Bewuchs am Stammgrund in %	mittl. Durchmesser der Unkrautinseln in cm	notwendiger Zeitaufwand für Handhacke in h/ha
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit abgedeckt	75	nicht bestimmt	25
Pellenc Tournesol	75	30	21
Kreiselkrümmer Humus Planet (= Standardvariante)	90	50	35
Folie ganzflächig	50	20	20
Spedo - Scheibenegge	75	58	45
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	93	30	21
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	88	30	30
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	70	34	30

Tab. A14: Darstellung der relevanten Parameter zur Ermittlung des Handarbeitsaufwandes
(Daten vom Standort Dresden-Pillnitz; 2005)

2006 Variante	Anzahl Bäume mit Bewuchs am Stammgrund in %	mittl. Durchmesser der Unkrautinseln in cm	notwendiger Zeitaufwand für Handhacke in h/ha
starres Gerät seitlich; Mitte mit Xylit abgedeckt	95	nicht bestimmt	40
Pellenc Tournesol	88	27	26
Kreiselkrümmer Humus Planet (= Standardvariante)	85	40	30
Folie ganzflächig	70	14	16
Spedo - Scheibenegge	88	50	45
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gemulcht	100	33	26
starres Gerät seitlich; Mitte mit Radius NG gehackt	75	40	32
starres Gerät seitlich; Mitte mit Öko-Mower	100	nicht bestimmt	-

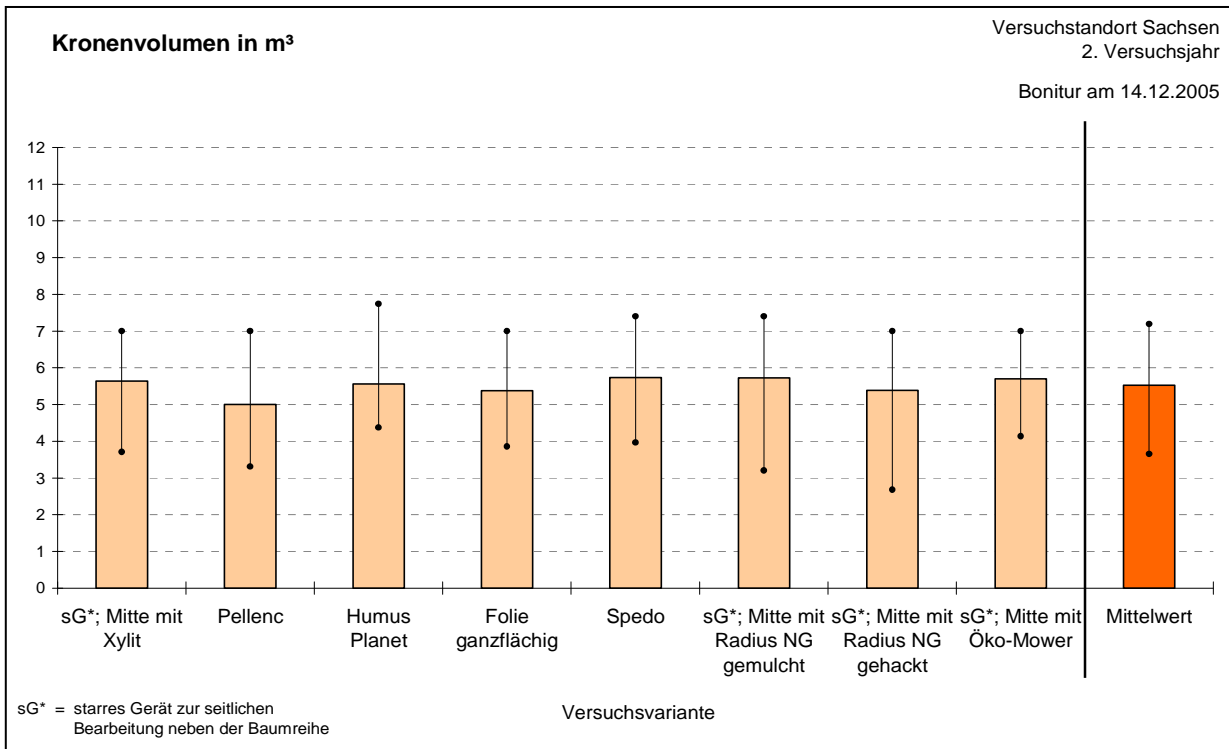


Abb. A10: Entwicklung des Kronenvolumens in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Standort Dresden-Pillnitz, 2005)

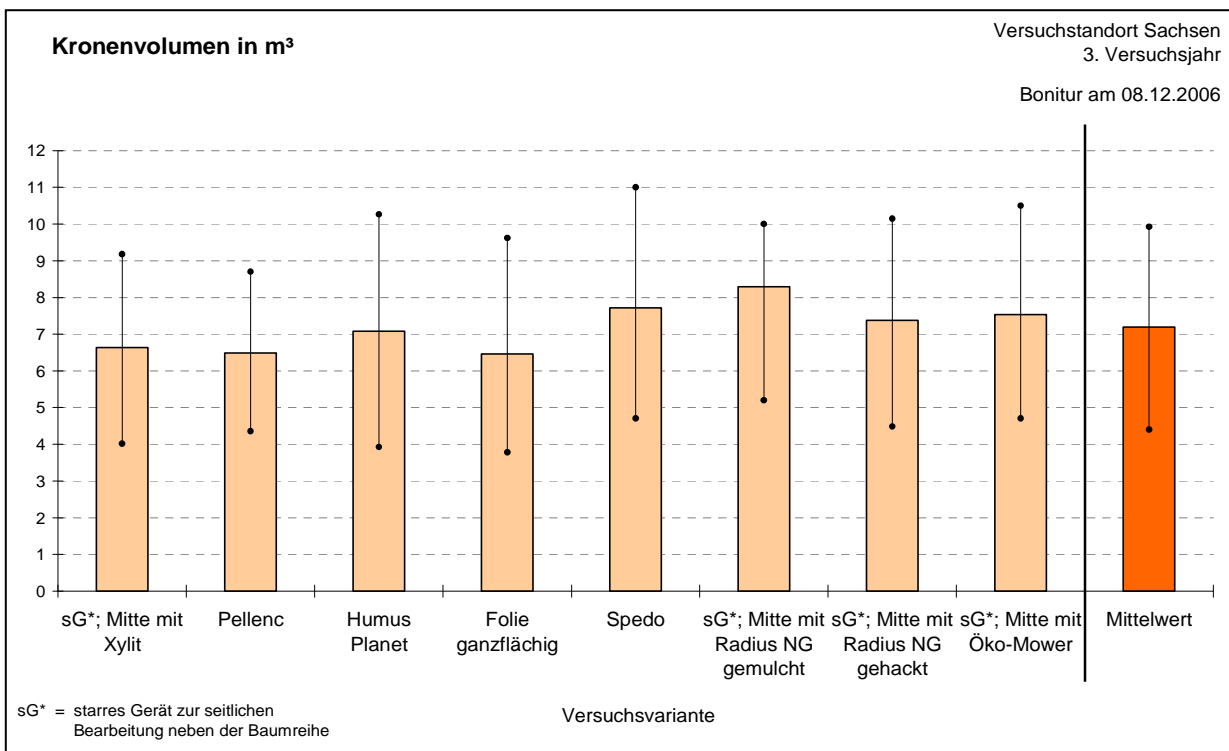


Abb. A11: Entwicklung des Kronenvolumens in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Standort Dresden-Pillnitz, 2006)

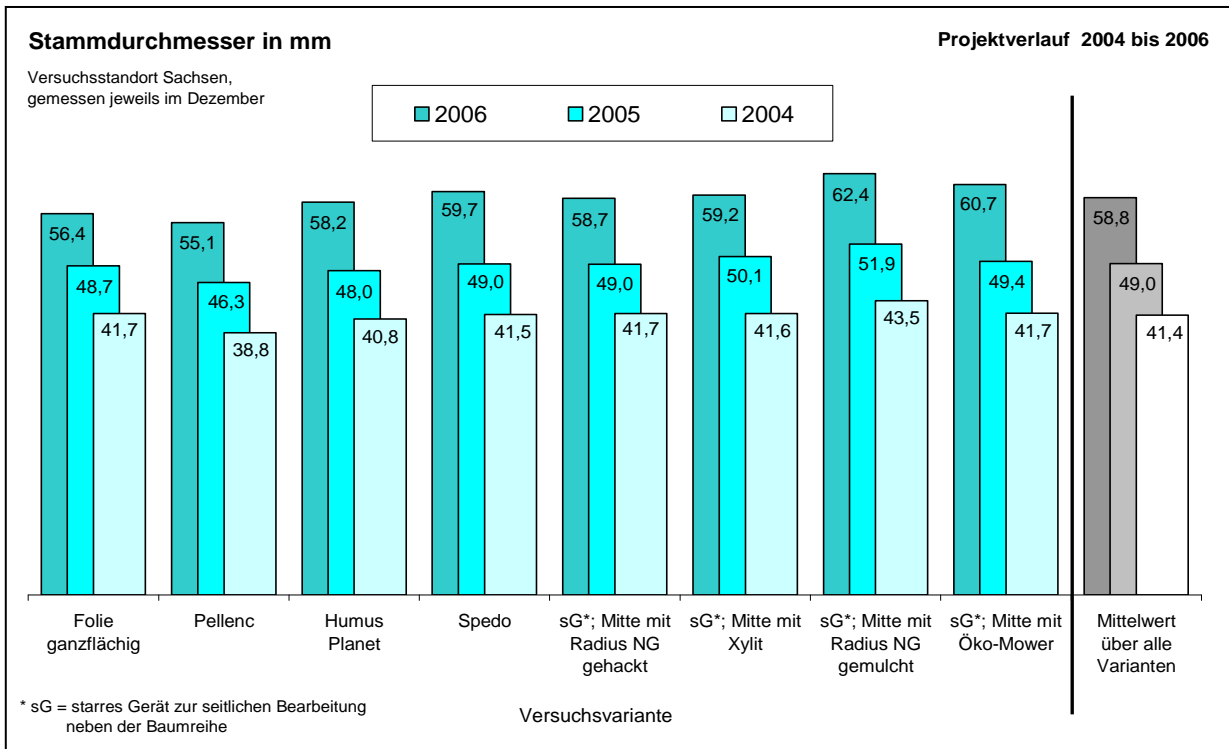


Abb. A12: Vegetatives Wachstum: Entwicklung der Stammdurchmesser in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Standort Dresden-Pillnitz)

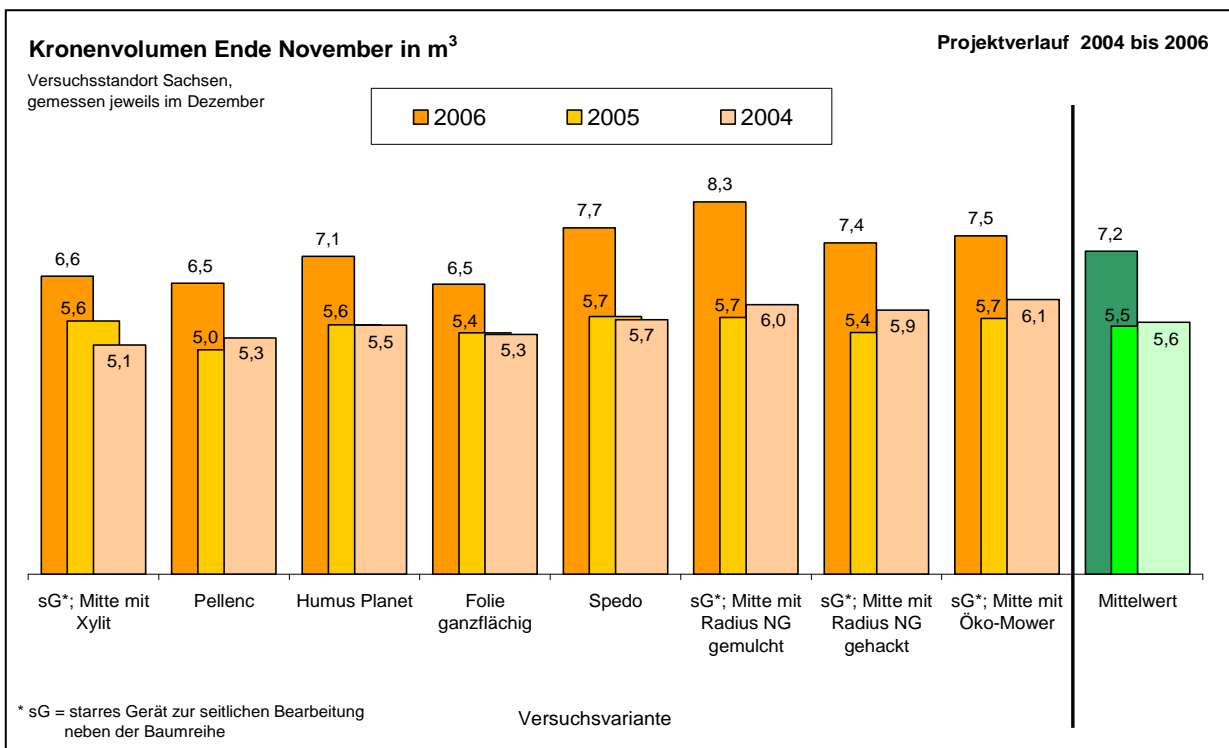


Abb. A13: Vegetatives Wachstum: Entwicklung der Kronenvolumen in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Standort Dresden-Pillnitz)

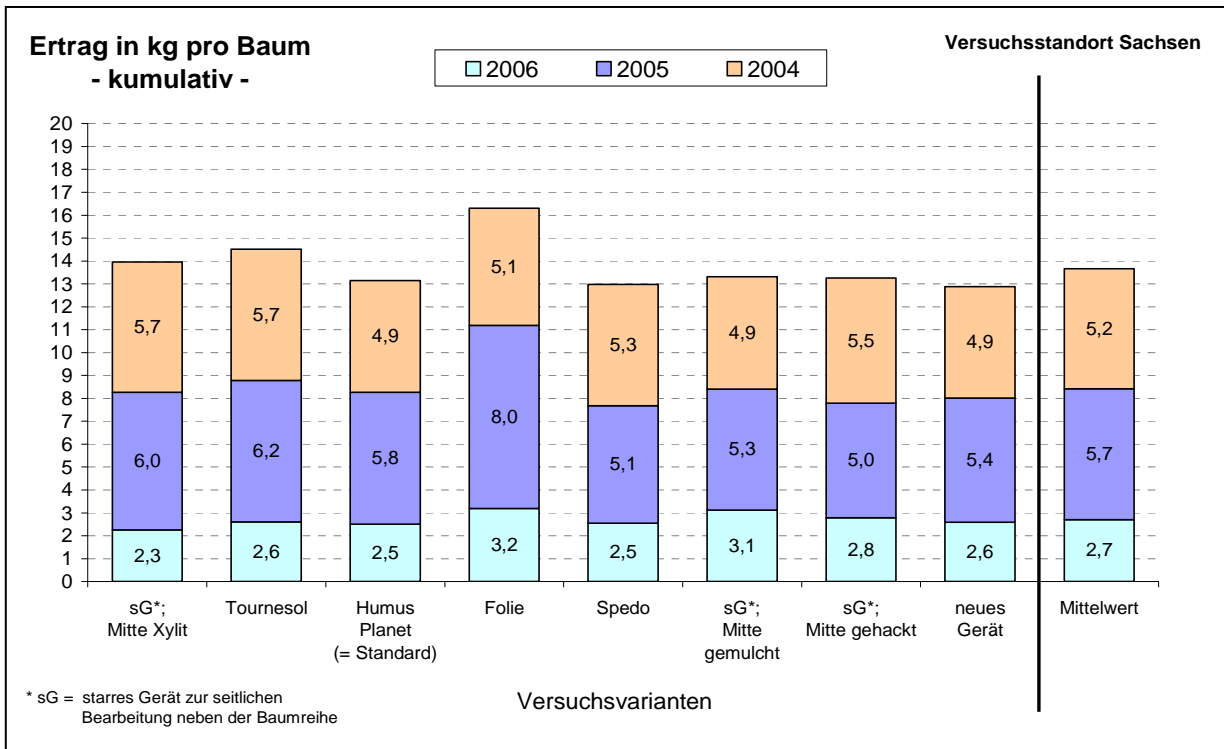


Abb. A14: Generatives Wachstum: Kumulierter Ertrag 2004-2006 in Abhängigkeit von der Bodenbearbeitung (Standort Dresden-Pillnitz)

Tab. A15: Detaillierter Arbeitskalender 2005, Standort Schlachters **ME: regulärer Einsatz der Geräte in der Variante, ÖM: Öko-Mower, FS: Freischneider**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Monat	Tag	PEL	LAD	SPE	ABF	MAY	KOP	LAD m Pf	ÖKM	KON	KOB
April	11.	Stammdurchmesser messen									
	12.	Unkrautbonitur vor der ersten Behandlung									
	12.								ME		
	13. / 14.	alle Taraxacum officinalis und Rumex obtusifolius manuell entfernt									
	13.		ME	ME anhfln.	1. Ladurner ME	2.	Ladurner	ME			Ladurner
	22.	Unkrautbonitur nach der ersten Behandlung									
	26./29.		Handhacke		Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke			Handhacke
Mai	02.	Blühstärke bonitieren									
	02.	ME + UB					Pellenc				
	04.					Folie schl.					
	11.	Handhacke									
	19.				ÖM u. ME	Ökomower			ME		
	30.			ME abhfln.							
Juni	01.		ME		ME			ME			
	08.		Handhacke	Handhacke				Handhacke			
Juli	04.	ME									
	15.			ME anhfln.		FS					
August	18.		ME					ME			
	10.				ÖM u. ME		Ökomower	Maschine			ÖM
Sept.	07.		ME				Ladurner	Ladurner			Ladurner
	08.			ME abhfln.							
Oktober	14.-20.	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte	Ernte
	27.			ME anhfln.		FS					
	28.		ME		Ladurner	Folie öffnen	Ladurner	Maschine	Ladurner	Ladurner	Ladurner
	ab 28.	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke
	31.	ME									
Novem-ber	08.		ME		Ladurner		Ladurner	ME	Ladurner	Ladurner	Ladurner

Tab. A16: Detaillierter Arbeitskalender 2006, Standort Schlachters **ME: regulärer Einsatz der Geräte in der Variante, FS: Freischneider**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Monat	Tag	PEL	LAD	SPE	ABF	MAY	KOP	LAD m. Pfahl	ÖKM	KON	KOB
Mai	02.	Stammdurchmesser messen									
	03. - 04.	Unkrautbonitur vor der ersten Behandlung, Krankheiten, Wühlmäuse									
	08. + 11.	Blühstärke bonitieren									
	12.		ME		Ladurner		Ladurner	ME			
	16.			abhäufeln							Spedo abh.
	22.				ME						
	24.					Folie schließen					
Juni	09.			anhäufeln	ME						Spedo anh.
	14.		ME					ME	Ladurner		
	19.					FS					
	20.	ME									
	26. bis 30.	Handhacke	Handhacke		Handhacke		Handhacke	Handhacke	Handhacke	Handhacke	Wurzel- schosser schneiden
	27.				ME						
Juli	13.	ME			ME						Pellenc
	13.	Unkrautbonitur im Sommer, Krankheiten, Wühlmäuse									
	14.			abhäufeln		FS				FS	
	15.		ME				Ladurner	ME	Ladurner		
	31.			Handhacke							Handh.
Oktober	ab 13.	Ernte und Sortierung									
	20.			anhäufeln							Spedo anh.
	26.					Folie öffnen					
	27.	ME									
November	08.		ME		Ladurner		Ladurner	ME	Ladurner	Ladurner	Ladurner

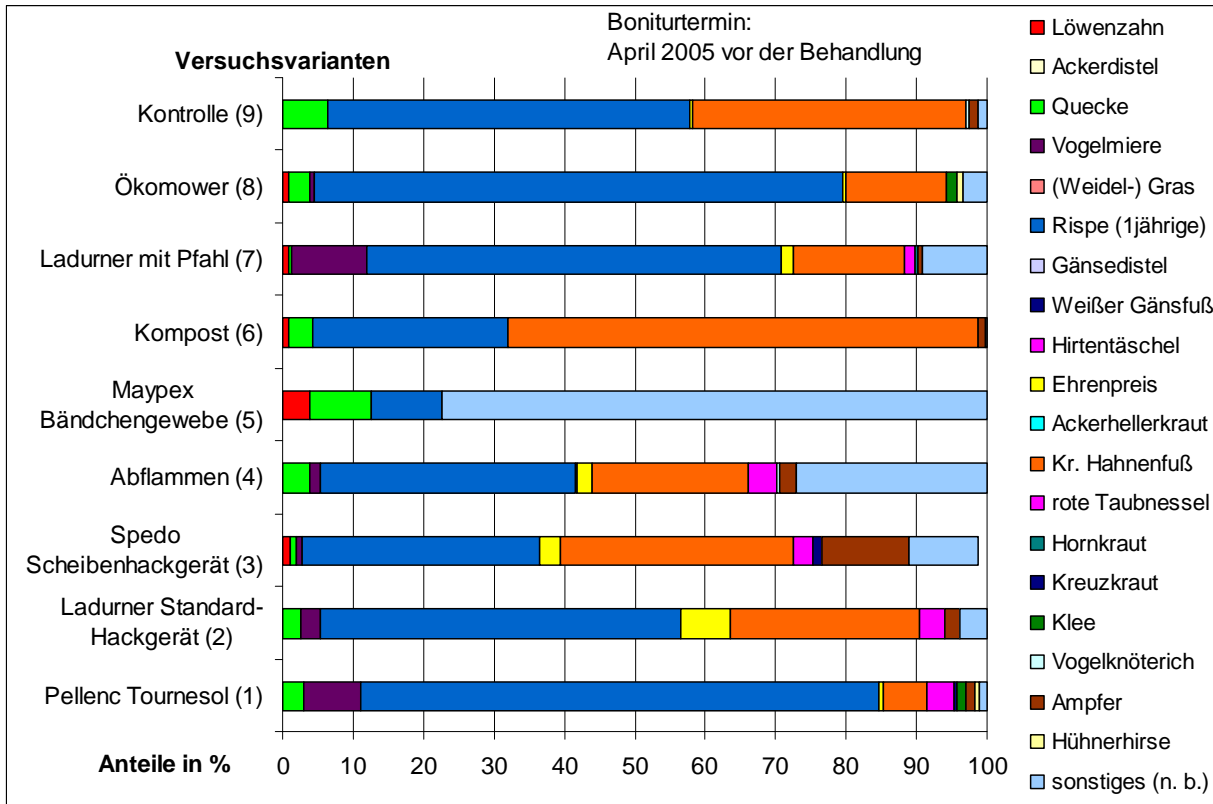


Abb. A15: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Schlachters im Jahr 2005 vor den Behandlungen

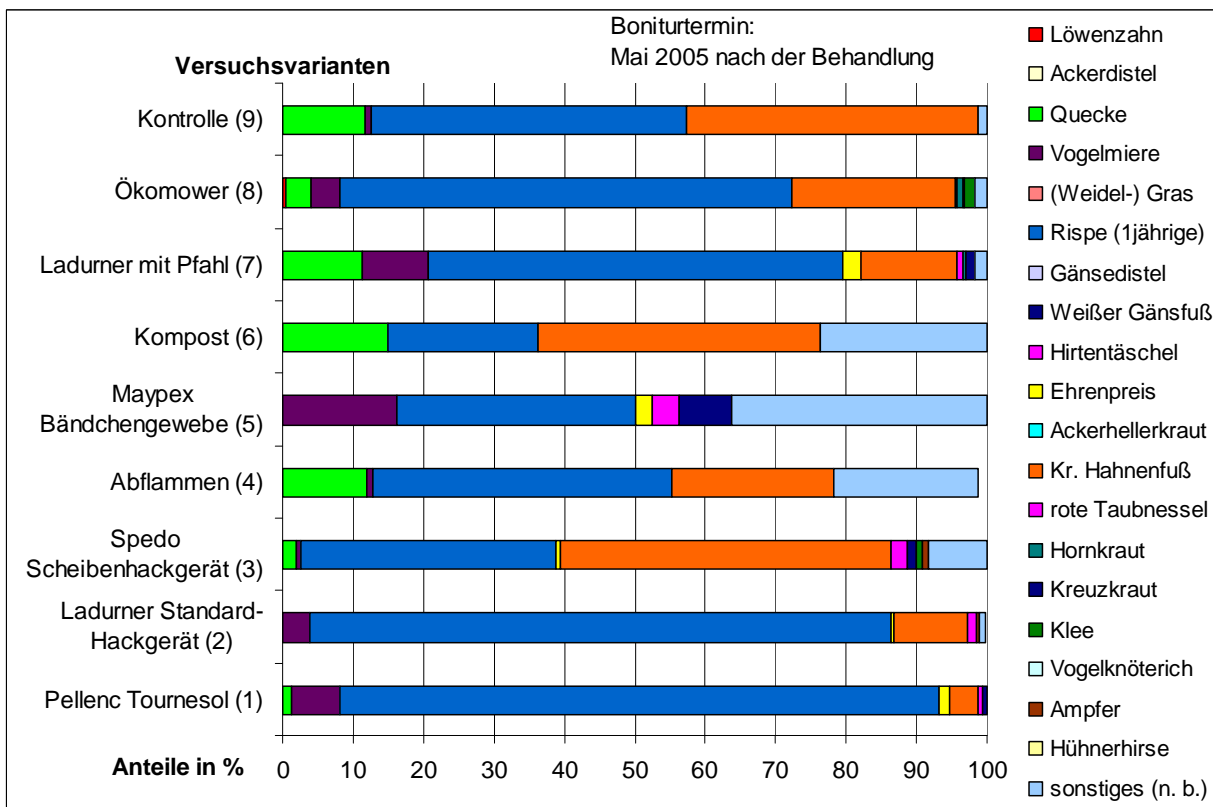


Abb. A16: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Schlachters im Jahr 2005 nach den Behandlungen

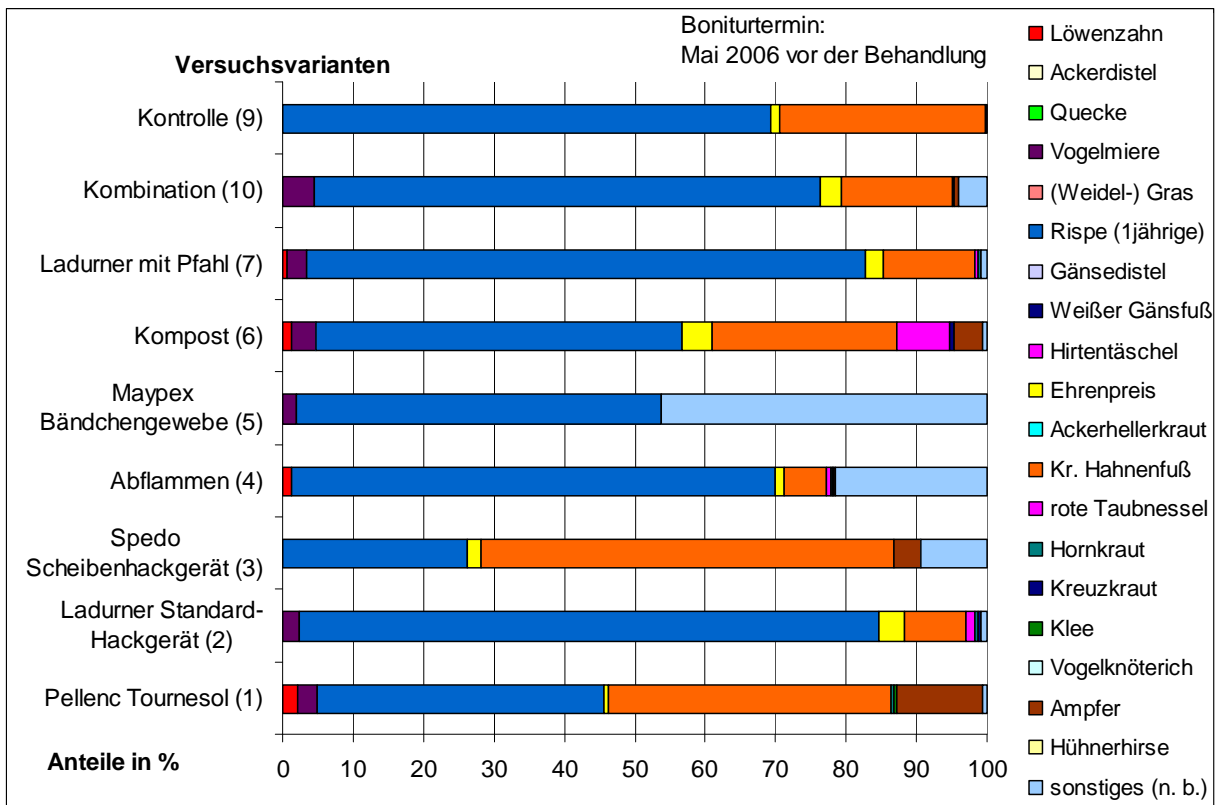


Abb. A17: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Schlachters im Jahr 2006 vor den Behandlungen

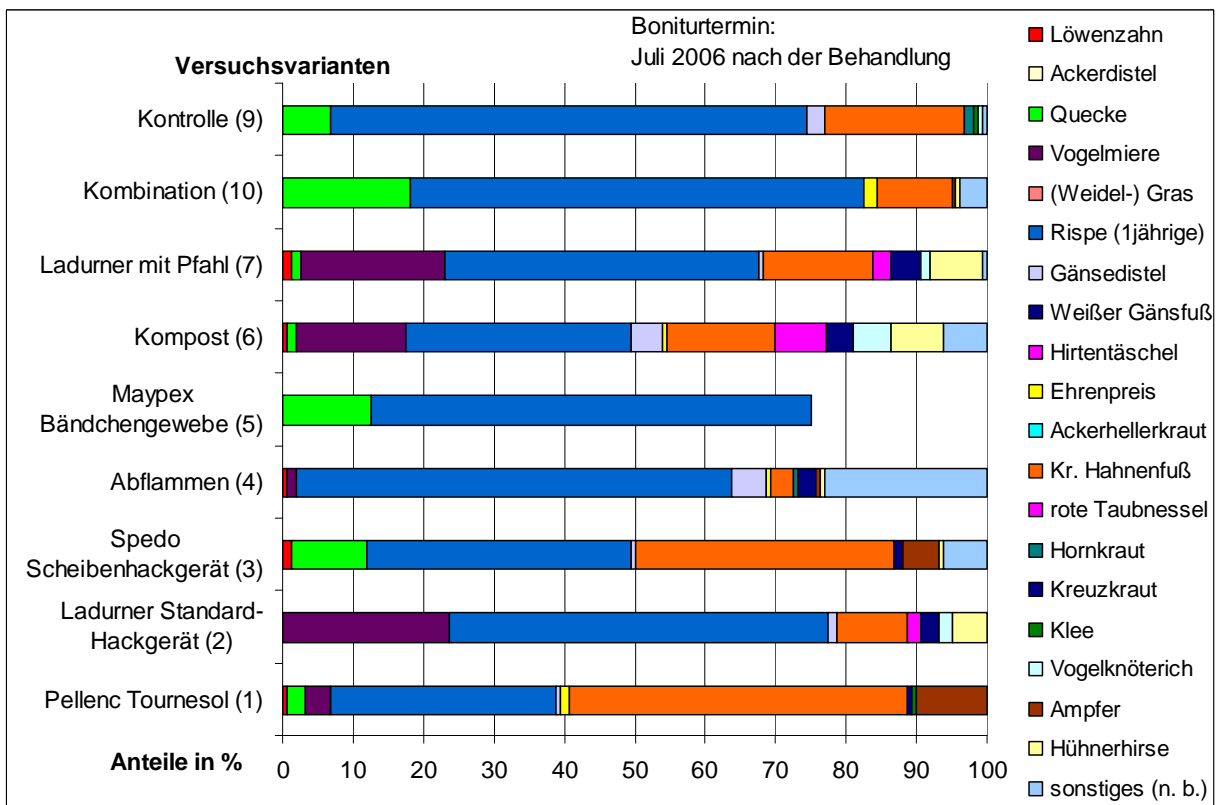


Abb. A18: Artenverteilung der Begleitvegetation im Baumstreifen am Standort Schlachters im Jahr 2006 nach den Behandlungen

Tab. A17: Arbeitszeiten und -kosten pro Hektar und Jahr sowie zusätzliche Materialkosten

Methode	Pellenc	Ladurner	Ladurner Pfahl	Spedo	Abflammen	Maypex * ¹	Kompost * ²
Unkrautinseln beseitigen einmalig pro Jahr [Std.]	44,10	28,92	32,13	56,20	24,24	--	30,46
Spez. Arbeiten [Std.]	--	--	--	--	--	179,21	--
Anlage umgelegt auf Nutzungsjahr [Std.]	--	--	--	--	--	24,61	75,63
Gesamtarbeitszeit pro Hektar und Jahr [Std.]	44,10	28,92	32,13	56,20	24,24	203,82	106,09
Gesamtarbeitskosten pro Hektar und Jahr bei 6 Euro Stundenlohn [Euro]	264,62	173,49	192,81	337,18	145,44	1222,90	636,52
Materialkosten pro Jahr [Euro]	--	--	--	--	--	420	630

*¹ Mypex: 10 Jahre Nutzung

*² Kompost: 3 Jahre Nutzung

9. Ausblick und Dankeschön

Mit dem Ablauf der Bodenbearbeitungssaison 2006 war das vorstehende Projekt beendet, ohne dass nun letztendlich alle Fragen die Bodenbearbeitung betreffend, abschließend geklärt wären. Eine solche abschließende Bewertung darf aber bei derartig komplexen Fragestellungen auch nicht erwartet werden. Die Versuchsansteller werden sich auch zukünftig intensiv mit den noch offenen Fragen der Bodenbearbeitung beschäftigen müssen, so finden u. a. am Standort Jork weitere Versuche statt, die auf den generierten Ergebnissen des Projektes aufbauen. Die beiden am Standort Jork erfolgreichsten mechanischen Varianten, Pellenc und Ladurner, werden seit der Saison 2007 auf der ökologisch bewirtschafteten Parzelle des Obstbau-Versuchs- und Beratungszentrums in einem direkten Vergleich weiterhin eingesetzt. Konzentriert auf wenige Varianten, soll so über einen längeren Zeitraum festgestellt werden, inwieweit sich Unterschiede einstellen, wenn Kulturen über die gesamte Kulturdauer mit den Geräten behandelt werden. Weiter soll festgestellt werden, ob und in welchem Maße es durch die mechanischen Verfahren zu einem Abbau von Humus kommt.

Für die Möglichkeit, in ihren Betrieben Versuche durchführen zu können, bzw. für das unentgeltliche zur Verfügung stellen von Maschinen und Arbeitskräften, möchten wir den bei Praxisbetrieben

Johannes Nachtwey, Grafenschaft und
Bert Krämer, Grafenschaft
Haug, Lindau

an dieser Stelle herzlich danken.

Ein weiteres Dankeschön geht an dieser Stelle an die Erntehelfer, ohne deren Mithilfe derartige „Vielparzellen-Versuche“ nicht durchführbar wären, sowie an die Mannschaften an den vier Standorten für die Unterstützung bei den Bonituren und Auswertungen.