



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches
Bauwesen in Bayern e.V.

Endbericht zum
Forschungsvorhaben

**Einsatz von selbstfahrenden Mähfahrzeugen auf
bayerischen Milchviehbetrieben zur Verringerung der
Mechanisierungskosten**

Förderung durch das Bayerische Staatsministerium
für Landwirtschaft und Forsten
Az. A2 – 7209 – 593 (v. 08.11.2004)

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches
Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising-Weihenstephan

Berichtszeitraum: 18.11.2004 – 01.07.2007

Projektleiter:

Dr. A. Weber

Dr. M. Demmel

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) R. Geischerder

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
2. Bedeutung des Grünlandes in Bayern.....	7
3. Problemstellung.....	8
4. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes.....	8
5. Marktübersicht - Stand der Technik.....	9
6. Material und Methode.....	38
6.1. Manuelle Datenerfassung.....	38
6.2. Automatische Datenerfassung.....	38
6.3. Methode der Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	40
7. Ergebnisse und Diskussion.....	44
7.1. Maschinenringumfrage.....	44
7.2. Manuell erfasste Daten.....	45
7.3. Automatische Datenerfassung.....	46
7.4. Maschinenkostenberechnung und Bewertung der Systeme.....	50
8. Schlussfolgerungen.....	57
9. Ausblick.....	59
10. Literaturverzeichnis.....	60

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Aufteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche Bayerns 2005.....	7
Abb. 2: Front-Heck-Mähwerkskombination am Traktor in der Dreipunkthydraulik angebaut.....	9
Abb. 3: Traktor mit Rückfahreinrichtung zum Mähen mit einer Triple-Mähkombination in Schubfahrt	10
Abb. 4: Das Schmetterlingsmähwerk mit ausgeschwenkten Schwadzusammenführungsbändern.	11
Abb. 5: Leichtzügige Mähkombination Pöttinger NovaDisc 900 mit Seitenaufhängung	14
Abb. 6: Pöttinger NovaCat 8600 extradry in der aufgelösten Front-Heck-Variante	16
Abb. 7: Pöttinger NovaCat 8600 extradry in der Transportstellung, hier die Schubfahrtvariante für Traktoren mit Rückfahreinrichtung	16
Abb. 8: Krone EasyCut CV mit Schwadzusammenführung im Einsatz	18
Abb. 9: Kuhn GMD 883, mit LIFT-CONTROL	21
Abb. 10: Triple-Mähwerkskombination in aufgelöster Form	23
Abb. 11: Triple-Mähkombination mit eigenem Fahrwerk	25
Abb. 12: Kombinationsmöglichkeiten für den Einsatz der Triple-Mähkombination Form „Schmetterling; 2. gesamte Kombination im Frontanbau; 3. gesamte Kombination im Heckanbau bei Traktoren mit Rückfahreinrichtung; 4. Kombination für selbstfahrende Zugmaschinen	26
Abb. 13: Fella SM 900 TL KC mit Zinkenrotoraufbereiter in Kombination mit Fella SM 310 FZ KC mit Zinkenrotoraufbereiter	27
Abb. 14: Fella SM 900 Trans megacut, Dreifachkombination mit Transportfahrwerk im praktischen Einsatz	29
Abb. 15: Schwadzusammenführung bei einem gezogenen Mähwerk.....	31
Abb. 16: Links der Versuch einen Feldhäcksler mit einer Triple-Mähwerkskombination zusätzlich auszulasten. Rechts der Systemtraktor mit einer Triple-Mähwerkskombination.	32
Abb. 17: Großflächenmäher auf der Basis umgebauter Feldhäcksler von Claas.	32

Abb. 18:Links der „Big M I“ und rechts der „Big M II“ der seit 2003 seinen Vorgänger abgelöst hat.	33
Abb. 19:Selbstfahrmäher mit Triple-Mähkombination im Frontanbau und zwei Mähbalken an seitlichen Auslegern. Zum Transport wird die Kabine gedreht.	36
Abb. 20:GPS-Datenlogger mit Antenne und Reedkontakt	39
Abb. 21:Links sind die Rohdaten dargestellt nachdem die Koordinaten mit der Mähwerksstellungsinformation eingelesen sind. Rechts nach der Größenbestimmung.	40
Abb. 22:Ermittlung der Zinskosten bei einer linearen Abschreibung.....	42
Abb. 23:Auswertung der Maschinenringumfrage hinsichtlich des Verbreitungsgrades von GFM in Bayern.	45
Abb. 24:Aufteilung der manuell erfassten Arbeitszeitdaten.....	46
Abb. 25:Flächenleistung in Abhängigkeit von Schlaggrößen.....	47
Abb. 26:Anteil der Wendezeit in Abhängigkeit der Schlaggröße.....	49
Abb. 27:Aufteilung der automatisch erfassten Daten an fünf zufällig ausgesuchten Mähtagen.	49
Abb. 28:Aufschlüsselung der reinen Mähzeit auf der Fläche. Zu Grunde gelegt sind die Daten beider Systeme.....	50
Abb. 29:Kostenverlauf des Selbstfahrmähers bei einer Mähleistung von ca. 9 ha/h ohne Transportzeiten.	52
Abb. 30:Kostenverlauf des Selbstfahrmähers bei einer Mähleistung von ca. 5 ha/h ohne Transportzeiten.	53
Abb. 31:Kostenverlauf bei der traktorangebauten Triple-Mähwerkskombination und der Mähleistung auf der Fläche.....	54
Abb. 32:Kostenverlauf bei der traktorangebauten Triple-Mähwerkskombination inklusive Transport	55
Abb. 33:Vergleich verschiedener Mäher mit unterschiedlichen Leistungsklassen und Listepreise.....	56

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Claas DISCO 8550 und 8550 C (Claas 2007)	12
Tab. 2: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Claas DISCO 8550 AS (Claas).....	13
Tab. 3: Technische Daten und Listenpreise Pöttinger NovaDisc 730 und 900 und Frontmäherwerk Pöttinger EuroCat 316 Plus Front Classic (Pöttinger 2007).....	15
Tab. 4: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Pöttinger NovaCat 8600 und Frontmäherwerk Pöttinger NovaCat 306 Alphasport.....	17
Tab. 5: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Krone EasyCut 9140 und EasyCut 9140 CV (Krone 2007).....	19
Tab. 6: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Krone EasyCut 9000 und EasyCut 32 P (Krone 2005)	20
Tab. 7: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Kuhn FC 883 und FC 883 RA (Kuhn 2007)	22
Tab. 8: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GX 9005 SM (JF-Stoll 2007).....	24
Tab. 9: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GXT 12005 SM (JF-Stoll 2007).....	25
Tab. 10: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GXT 12005 SM (Ziegler 2007).....	26
Tab. 11: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Fella SM TL 900 und SM 310 FC (Fella 2007).....	28
Tab. 12: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreise Fella SM 900 Trans megacut und Fella SM 1100 Trans megacut ...	30
Tab. 13: Technische Daten und Listenpreis des Mähauflückers Big M I.....	34
Tab. 14: Technische Daten und Listenpreis des Mähauflückers Big M II (Seggering, M. Krone 2003)	35
Tab. 15: Technische Daten und Listenpreis des selbstfahrenden Mähauflückers Claas Cougar 1400.....	37
Tab. 16: Kostenelemente der Berechnungsgrundlage.....	41

Tab. 17: Ergebnisse der Umfrage zum Einsatz von Großflächenmähdwerken in Bayern 2004.	44
Tab. 18: Kenngrößen des Einsatzes eines selbstfahrenden Großflächenmähdwerkes in der Mähgemeinschaft BTG im Jahr 2004	46
Tab. 19: Vergleich der Mäheffizienz zwischen der reinen Flächenleistung und der Flächenleistung inkl. Transport.....	48

1. Einleitung

Der wirtschaftliche Druck sowie der Strukturwandel hin zu größeren Betrieben in der Milchviehhaltung erfordert immer schlagkräftigere Ernteverfahren bei der Futterbergung. Da das Grundfutter einer der wichtigsten Produktionsfaktoren für die Milchviehbetriebe ist, müssen gerade hier alle Möglichkeiten genutzt werden Futter mit höchster Qualität zu niedrigsten Kosten zu erzeugen. Neben einer Reihe von pflanzenbaulichen Faktoren, die zur Erfüllung dieser Anforderungen beitragen, kommt es vor allem auf die Einhaltung des richtigen Schnitzeitpunktes und damit unter anderem auf die Leistung der Mähtechnik an.

Dies ist ein Grund dafür, dass auch das Grasmähen zunehmend überbetrieblich durchgeführt wird. Höchste Mähleistungen erzielen vor allem Dreifachkombinationen an Traktoren oder Trägerfahrzeugen sowie selbstfahrende Mähgeräte. Die Arbeitsbreiten reichen von 8 Metern bis zu 14 Metern.

2. Bedeutung des Grünlandes in Bayern

Von den ca. 3,25 Mio. Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche Bayerns, werden rund 35,4 %, das entspricht einer Fläche von rund 1,2 Mio. Hektar, als Dauergrünland genutzt. Dazu kommen noch rund 100.000 ha Klee gras, Luzerne usw. aus dem Feldfutterbau (Abb. 1) (Agrarbericht Bayern 2006).

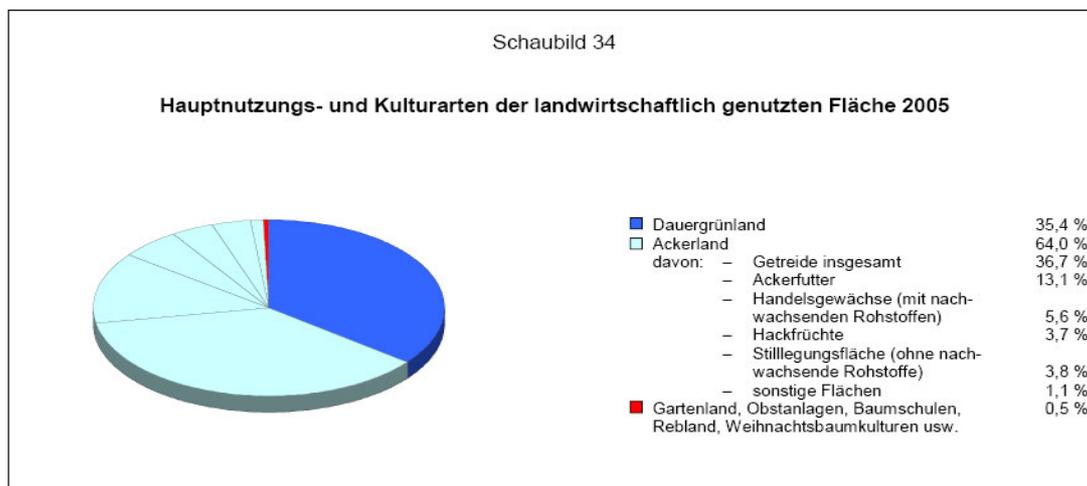


Abb. 1: Aufteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche Bayerns 2005. (Quelle: Agrarbericht Bayern 2006).

3. Problemstellung

Für die Beurteilung und Einordnung des Verfahrens „Gras mähen mit Großflächenmäherwerken“ liegen derzeit nur wenige bzw. unvollständige Daten vor. Zur richtigen Zuordnung und zur optimaleren Organisation des Verfahrens sind möglichst genaue Verfahrenskennwerte in Abhängigkeit von unterschiedlichen Flächengrößen, Feldentfernungen und den daraus resultierenden Kosten notwendig.

4. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Derzeit werden auf dem deutschen Markt von drei Herstellern selbstfahrende Großflächenmäher (GFM) angeboten und vertrieben. Durch diese Systeme soll die nötige Schlagkraft erzielt werden, die zunehmend von den Landwirten gefordert wird.

Ziel der Untersuchung ist es zu klären, welche Schlagkraft mit diesen Maschinen unter bayerischen Bedingungen erreichbar ist, wie die Wirtschaftlichkeit zu beurteilen ist und wie die gesamte Verfahrenskette aufeinander abgestimmt sein muss. Entscheidende Faktoren sind neben den Einsatzbedingungen (z. B. Schlaggröße, Entfernung usw.), die Vegetationszeit sowie die vorherrschende Witterung. Vor allem bei Selbstfahrern, die ausschließlich zum Mähen verwendet werden und nur eine begrenzte Zahl von Feldarbeitstagen eingesetzt werden können, ist die Wirtschaftlichkeit kritisch zu hinterfragen. Außerdem sind die selbstfahrenden Systeme mit den verschiedenen Mäherwerkskombinationen zu vergleichen, die als Schmetterlings- sowie als Dreifachkombination im Heckanbau bei Großtraktoren mit Rückfahreinrichtung betrieben werden können.

Für die wirtschaftliche Betrachtung des Verfahrens liegen derzeit keine bzw. unvollständige Daten vor. Deshalb müssen möglichst genaue Verfahrenskennwerte über den Einsatz von selbstfahrenden GFM in Bezug auf notwendige Flächengrößen, Feldentfernungen und den daraus resultierenden Kosten des Verfahrens ermittelt werden. Hierzu ist die Durchführung von Arbeitszeitanalysen unter den gegebenen Voraussetzungen wie Flächengröße, -form, Aufwuchs, Einsatzumfang und Feldentfernung notwendig.

Des Weiteren muss beim Einsatz solcher Maschinen auch die nötige nachfolgende Logistik bedacht werden. Da gerade bei der Silagekette jedes Glied aufeinander abgestimmt sein muss, dürfen keine Engpässe auftreten, um schlagkräftige Mechanisierungsketten für das Gesamtverfahren zu erreichen.

5. Marktübersicht - Stand der Technik

Der Trend hin zu Scheibenmähdwerken setzt sich weiter fort. Durch den Einsatz von Aufbereitern, immer höheren Arbeitsbreiten sowie der Einsatz einer Schwadzusammenführung, führt zu hohen Gewichten, die bei den vergleichbar bauschwereren Trommelmähdwerken nicht mehr effizient eingesetzt werden können. Balkenmähdwerke haben nur noch eine geringe Bedeutung und kommen nahezu ausschließlich im alpinen Gelände zum Einsatz.

Die derzeit auf dem Markt vorhandene Großflächenmähtechnik (> 5 m Arbeitsbreite) ist charakterisiert durch die Kombination von zwei bis fünf einzelnen Scheibenmähdwerken mit Aufbereitern, die entweder von ausreichend motorisierten Standarttraktoren, Systemtraktoren oder von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen eingesetzt werden.

Bei den traktorangebauten Mähkombinationen wird durch die Art des Anbaus und der Anbaukombination unterschieden.

Die häufigste Standardlösung sind Front-Heck-Mähwerkskombinationen, die vor allem im Süddeutschen Raum eingesetzt werden. Das Vorhandensein der immer leistungsfähiger werdenden Traktoren (120 PS) auf den Betrieben, die standardmäßig mit Frontkraftheber und –zapfwelle ausgestattet sind, führt in manchen Regionen zu einer hohen Eigenmechanisierung beim Grasmähen. So können mit einer Front-Heck-Kombination theoretische Arbeitsbreiten von über 6 m erreicht werden (Abb. 2).



Abb. 2: Front-Heck-Mähwerkskombination am Traktor in der Dreipunkthydraulik angebaut.

Für Traktoren mit mehr als 150 PS gibt es die sogenannten Triple-Mähwerkskombinationen. Die drei kombinierten Mähwerke erreichen eine Arbeitsbreite von bis zu 11,50 m. Diese werden überwiegend zum überbetrieblichen Mähen bei Lohnunternehmern und Mähgemeinschaften eingesetzt. Hierfür gibt es zwei Kombinationsarten, Traktoren mit Rückfahreinrichtungen bzw. Systemtraktoren (z. B. der Xerion von Claas) können die drei Mähwerke zusammen am Heckkraftheber in Schubfahrt (Abb. 3) einsetzen, wodurch eine gute Sicht auf die Mähwerke gewährleistet ist. Da das gesamte Gewicht der Mähwerke auf der Hinterachse lastet, empfiehlt es sich möglichst großvolumige Räder auf der Hinterachse einzusetzen. Außerdem ist am Traktor ein Frontkraftheber notwendig, um ein geeignetes Ballastgewicht für die sichere Transport- und Feldfahrt anbauen zu können.



Abb. 3: Traktor mit Rückfahreinrichtung zum Mähen mit einer Triple-Mähkombination in Schubfahrt (Valtra 2003)

Die zweite Möglichkeit besteht darin, die drei Mähwerke aufzuteilen. Hierzu muss der Traktor mit Frontkraftheber und -zapfwelle ausgestattet sein. Das mittlere Mähwerk wird im Frontkraftheber geführt. Die hinteren beiden Mähwerke sind links und rechts angeordnet. Diese Kombination wird als Schmetterlingskombination (= engl. Butterfly) bezeichnet (Abb. 4). Der Vorteil dieser Kombination ist, die bessere Gewichtsverteilung ohne ein Zusatzgewicht anbauen zu müssen. Der Bauaufwand für eine mögliche Schwadzusammenführung ist geringer, da an den im heckangebauten Mähwerken ausreichend Platz für solche Schwadzusammenführungsbänder ist. Der Blick auf alle drei Mähwerke ist dagegen nicht möglich, wodurch das korrekte Anschlussfahren Übung bedarf.

Des Weiteren kommt es bei Kurvenfahrten leicht zu Streifenbildung zwischen dem Front und Heckmähwerken, da bei dieser Anordnung ein großer Abstand zwischen Frontmähwerk und Heckmähwerke vorhanden ist und bei stärkeren Lenkeinschlägen die Überlappung der drei Mähwerke nicht ausreicht.



Abb. 4: Das Schmetterlingsmäherwerk mit ausgeschwenkten Schwadzusammenführungsbändern.

Neben den Mähwerkstypen, die in den Tabellen 1 – 2 aufgeführt sind, bietet Claas noch eine weitere Kombinationsvariante an. Diese kann jedoch nur in aufgelöster Form, also bestehend aus einem Frontmähwerk und den bekannten beiden Heckmähwerken gefahren werden. Der Nettopreis für diese Kombination beläuft sich auf 26.905,00 € netto. Sämtliche angegebenen Listenpreise beziehen sich nur auf die Doppelmähwerke im Heck. Diese können mit zwei verschiedenen Frontmähwerken kombiniert werden. Ist die Heckkombination mit Aufbereitern versehen, so muss diese mit dem DISCO 3050 FC kombiniert werden. Bei diesem Frontmähwerk handelt es sich um ein Scheibenmäherwerk mit Aufbereiter und einer Arbeitsbreite von 3,00 m. Der Listenpreis ohne Mehrwertsteuer liegt bei 16.750,00 €. Werden die Heckkombinationen ohne Aufbereiter gefahren, so bietet sich das DISCO 3100 F Profil an. Dieses Frontscheibenmäherwerk hat ebenfalls eine Arbeitsbreite von 3,00 m. Das DISCO 3100 F kann jedoch nicht mit einem Aufbereiter ausgestattet werden und bietet sich deshalb für derartige Heckkombinationen an. Somit ergibt sich ein vergleichsweise niedriger Nettopreis von 10.565,00 € (Claas 2007).

Tab. 1: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Claas DISCO 8550 und 8550 C (Claas 2007)

Typ	Claas DISCO 8550/8550 C
Kurzbeschreibung	Großflächen- Scheibenmähwerk für geschobene Form im Heckanbau oder ausgesplittete Form in Front- Heck- Kombination
Anbauposition	Front- Heck-Anbau oder geschoben
Zapfwellendrehzahl U/min	1000
Arbeitsbreite	8,00 m (8,30 m in geschobener Variante mögl.)
Mähscheiben	2 x 7
Messer	2
Messerbefestigung	Messerschnellwechsel
Schnitthöhe	30 – 70 mm
Schwadbreite	ohne Aufbereiter 2 x 1800 mm , mit Aufbereiter 2 x 1200 – 2200 mm
Aufbereiter	Zinkenconditionierer
Aufbereiterdrehzahl U/min	900 / 770
Gewicht ohne Frontmähwerk	1900 kg ohne Aufbereiter, 2400 kg mit Aufbereiter
Bedienung	Claas Control Terminal, Einzelaushub, Drehzahlüberwachung, 1 x ew Steuergerät
Kraftbedarf kW/PS	120/150 ohne Aufbereiter, 140/190 mit Aufbereiter
Mähleistung pro Stunde	7 – 10 ha
Listenpreis	DISCO 8550 28.635,00 €, oh. MWSt DISCO 8550 C 36.060,00 € oh. MWSt

Tab. 2: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis
Claas DISCO 8550 AS (Claas)

Typ	Claas DISCO 8550 AS
Kurzbeschreibung	Großflächen- Scheibenmähwerk mit Schwadzusammenführung, Möglichkeit zum Umbau zur Breitablage, Schwadzusammenführungsbänder können abgebaut werden, dann ist auch der Betrieb in Rückfahreinrichtung möglich
Anbauposition	Front- Heck- Anbau
Zapfwellendrehzahl U/min	1000
Arbeitsbreite	8,00 m
Mähscheiben	2 x 7
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechseleinrichtung
Schnitthöhe	30 – 70 mm
Schwadbreite	Ca. 2200 mm – 3000 mm
Aufbereiter	Zinkenconditionierer
Aufbereiterdrehzahl U/min	1020
Gewicht ohne Frontmähwerk	3300 kg
Bedienung	Claas Control Terminal, Einzelaushub, Drehzahlüberwachung, 1 x ew-. 1 x dw- Steuergerät
Kraftbedarf kW/PS	160/220
Mähleistung pro Stunde	ca.10 ha
Listenpreis	59.870,00 € oh. MWSt

Die Firma Pöttinger führt zwei Formen der Großflächenmähkombinationen. Die Kombinationen der Serien NovaDisc sind leichtzügige Mäheinheiten ohne Aufbereiter mit Seitenaufhängung, die schon von Traktoren der unteren bis mittleren Leistungsklassen gefahren werden können (techn. Daten siehe Tab. 3). Beim NovaDisc kommt das Frontmähwerk EUROCAT 316 PLUS FRONT CLASSIC zum Einsatz. Bei der Kombination NovaCat 8600 ist das Frontmähwerk NovaCat 306 alphamotion Standard.



Abb. 5: Leichtzügige Mähkombination Pöttinger NovaDisc 900 mit Seitenaufhängung

Tab. 3: Technische Daten und Listenpreise Pöttinger NovaDisc 730 und 900 und Frontmäherwerk Pöttinger EuroCat 316 Plus Front Classic (Pöttinger 2007)

Typ	Pöttinger NovaDisc 730 und NovaDisc 900
Kurzbeschreibung	Dreifachkombination aus Fronttrommelmäher mit stufenloser Schnitthöhenverstellung, Heckeinheit bestehend aus 2 Mäheinheiten mit gemeinsamen Tragrahmen, kein Aufbereiter
Zapfwellendrehzahl U/min	1000
Arbeitsbreite	7,24 m bzw. 8,92 m
Mähscheiben	2 x 6 bzw. 2 x 8
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Antrieb	Keilriemenband
Anfahrssicherung	Mechanische Anfahr- und Ausklinkvorrichtung
Gewicht	1.260 kg bzw. 1.520 kg
Bedienung	Hydraulische Einzelaushebung
Kraftbedarf kW/PS	63/85 bzw. 74/100
Mähleistung pro Stunde	7,0 ha bzw. 11,0 ha
Listenpreis	17.595,00 € bzw. 22.770,00 €
Typ	Pöttinger EuroCat 316 Plus Front Classic
Kurzbeschreibung	Keine Umrüstung auf Aufbereiter möglich, stufenlose zentral von oben verstellbare, gekapselte Schnitthöhenverstellung von 45- 65 mm, 3,05 m Arbeitsbreite
Mähtrommeln	4
Messer	3
Antrieb	zentrales Getriebe, Zapfwellendrehzahl 1000 U/min
Listenpreis.	10.130,00 € oh. MWSt

Den Kombinationen der NovaDisc-Serie steht die Mähkombination NovaCat 8600 (technische Daten siehe Tab. 4) gegenüber. Diese Kombination ist baulich sehr viel aufwändiger als die NovaDisc-Kombinationen. Das NovaCat 8600 kann aufgelöst im Front-Heck-Anbau (Abb. 6) und auch als Triple-Kombination in Verbindung mit einer Rückfahreinrichtung gefahren werden.

Triple-Mähkombinationen von der Firma Pöttinger sind im Bayerischen Raum weit verbreitet. Bei der automatischen Datenerfassung waren die beiden untersuchten Traktorlösungen in unterschiedlichen Gebieten mit der Triple-Mähkombination NovCat 8600 / ED / CRW (Abb. 7) ausgerüstet.

Pöttinger hat im Jahr 2006 bei den Mähkombinationen über 5 m Arbeitsbreite einen Marktanteil von 21,9 % erreicht (gesamt BRD). 47 Kombinationen der Serie NovaCat 8600 wurden 2006 abgesetzt (Reiter, Th Fa. Pöttinger 2007).



Abb. 6: Pöttinger NovaCat 8600 extradry in der aufgelösten Front-Heck-Variante (Pöttinger 2006)



Abb. 7: Pöttinger NovaCat 8600 extradry in der Transportstellung, hier die Schubfahrtvariante für Traktoren mit Rückfahreinrichtung (Pöttinger 2006)

Tab. 4: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Pöttinger NovaCat 8600 und Frontmähwerk Pöttinger NovaCat 306 Alphamotion

Typ	Pöttinger NovaCat 8600 / ED / CRW optional Collector
Kurzbeschreibung	Hochleistungsmähkombination aus 2 Mäheinheiten mit gemeinsamen Tragrahmen, pendelnde Mittenaufhängung der Mähbalken, die beiden Aufbereiterformen können gegeneinander substituiert werden
Anbauposition	Schubfahrt oder Front- Heck- Kombination
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,30 m
Mähscheiben	2 x 7
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Aufbereiter	Fingerrotor mit Breitstreueinrichtung oder Walzenkonditionierer
ED- Ausführung	Fingerrotor mit Breitstreueinrichtung, Rotordrehzahl 940 U/min
CRW- Ausführung	Walzenkonditionierer, beide Hartgummiwalzen angetrieben, obere Walze höhenverstellbar
Anfahrssicherung	hydraulisch
Gewicht ohne Frontmähwerk	1.800 kg bei 8600, ED/CRW- Ausführung 2.200 kg, Collector 3140 kg
Bedienung	Elektrohydraulische Komfortbedienung Direct Control, oder ISO- Bus Steuerung mit Joystick
Kraftbedarf kW/PS	81/110 bei 8600, ED/CRW- Ausführung 99/135; Collector 110/150
Mähleistung pro Stunde	Ca. 10 ha
Listenpreis	25.451,00 € oh. MWSt
ED/CRW- Variante	32.505,00 € bzw. 35.167,00 €
Collector- Variante	53.654,00 € bzw. 61.894,00 €

Bei Krone sind wie bei Class neben den Selbstfahrenden Mähaufbereitern auch Dreifachkombinationen für den Schlepperanbau im Programm. Krone wirbt bei den Mähwerken der EasyCut Baureihen vor allem mit dem keilförmigen Mähbalken. Diese keilförmige Gestaltung des Mähholms soll noch größere Einstellmöglichkeiten bieten, was sich vor allem bei erschwerten Einsatzbedingungen, wie beispielsweise liegenden Grasbeständen auf die Mähqualität positiv auswirken soll. Zudem arbeiten die Mähscheiben voll im Schutz des Mähbalkens, was sie vor zu hohem Verschleiß schützt. Krone verbaut in den Mähwerken eine Schwerpunktaufhängung, die dafür sorgt, dass über die gesamte Arbeitsbreite ein gleich bleibender Auflagedruck vorliegt. Diese Entwicklung wird von Krone EasyCut Balance genannt. Optional sind Aufbereiter und eine Schwadzusammenführung realisierbar. Die in Tab. 5 und Tab. 6 beschriebenen Heckeinheiten werden mit den Frontmähwerken EasyCut 32 ohne Aufbereiter für 8.985,00 € oder dem EasyCut 32 CV mit Aufbereiter für 12.060,00 € kombiniert. Diese beiden Frontmähwerke sind mit fünf Mähscheiben und zwei Trommeln ausgerüstet. Sie erreichen eine Arbeitsbreite von 3,14 m. Der Rotor der CV-Variante ist mit pendelnden V-förmigen Stahlzinken bestückt (Krone 2007).



Abb. 8: Krone EasyCut CV mit Schwadzusammenführung im praktischen Einsatz (Krone 2007)

Tab. 5: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Krone EasyCut 9140 und EasyCut 9140 CV (Krone 2007)

Typ	Krone EasyCut 9140 und EasyCut 9140 CV
Kurzbeschreibung	Dreifachmähkombination mit Schwerpunktaufhängung, rundum geschlossene und geschweißte Mähholme mit keilförmigem Profil, in der Aufbereiterversion CV mit Leitblechen für Breitverteilung
Anbauposition	Front- Heck- Anbau
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,70 m
Mähscheiben	2 x 5 + 2 x 2 Trommeln
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Schnellwechseleinrichtung
Anfahrssicherung	mechanisch, stufenlose Einstellung über Spiralfeder, 1,40 m Ausschwenkweg
Aufbereiter nur bei EasyCut CV	V- Stahlzinken, pendelnd
Aufbereiterdrehzahl U/min	600 / 900
Gewicht Frontmäherwerk	EasyCut 9140 840 kg, CV- Variante 960 kg
Gewicht Heckeinheit	EasyCut 9140 1.550 kg, CV- Variante 2.540 kg
Kraftbedarf kW/PS	95/130 bzw. 125/170
Mähleistung pro Stunde	ca. 9 – 12 ha
Listenpreise	25.160,00 € bzw. 34.485,00 € oh. MWSt

Tab. 6: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Krone EasyCut 9000 und EasyCut 32 P (Krone 2005)

Typ	Krone EasyCut 9000 plus EasyCut 32 P
Kurzbeschreibung	Triple-Mähkombination aus 2 Mäheinheiten ohne Aufbereiter in aufgelöster Form ab 120 PS Traktorleistung einsetzbar
Anbauposition	Front-Heck-Kombination
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,70 m
Mähscheiben	3 x 7
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Mähscheiben	2 x 5 + 2 x 2 Trommeln
Messerbefestigung	Schnellwechseleinrichtung
Anfahrssicherung	nicht vorhanden
Gewicht Frontmäherwerk	EasyCut 32 P 840 kg
Gewicht Heckeinheit	EasyCut 9000 1.500 kg
Kraftbedarf kW/PS	90/120
Mähleistung	ca.10 ha/h
Listenpreis	27.600,00 € oh. MWSt
optional Aufbereiter + Querförderband	46.400,00 €

Kuhn bietet im Bereich der Dreifach- Mähkombinationen drei verschiedene Arbeitsbreiten an. Die Arbeitsbreiten variieren von 7,00 m über 8,10 m bis hin zu 8,80 m. Die Dreifachkombinationen sind auf Wunsch auch mit Aufbereitern und einer Schwadzusammenführung kombinierbar. Die V-förmigen Zinken des Mähgutaufbereiters, sind nicht wie bei anderen Herstellern aus Stahl, sondern aus hochfestem Kunststoff, der zur Seite hin elastisch ist. Diese Ausführung bietet ein Sicherheitsplus vor allem bei auftretenden Fremdkörpern. Um die Streifenbildung beim Mähen am Hang zu vermeiden erlauben es die Kuhn Mähwerkskombinationen, die beiden hinteren Einheiten vom Traktor aus um 27 cm hangaufwärts zu verschieben. Kuhn verbaut ein aktives Anfahrssicherungssystem, namens LIFT-CONTROL.

Bei diesem System wird sowohl mechanisch als auch hydraulisch ein Ausweichen des Mähbalkens nach hinten gewährleistet. Nach dem Ansprechen der Anfahrtsicherung, verringert sich der Auflagedruck des Mähbalkens, dies hat zur Folge dass das Mähwerk nach Erreichen des Schwenkwinkels von 11° hydraulisch unterstützt weiter nach hinten ausweicht. In der Folge wird die betroffene Mähwerksseite vollständig ausgehoben. Nach Überwindung des Hindernisses schwenkt das Mähwerk in seine Ausgangsposition zurück. In Tab. 7 wird ein Überblick bezüglich der technischen Daten und Ausstattungsvarianten der Mähwerkskombination FC 883 gegeben.



Abb. 9: Kuhn GMD 883, mit LIFT-CONTROL, der Non-Stop-Anfahrtsicherung (Kuhn 2007)

Tab. 7: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Kuhn FC 883 und FC 883 RA (Kuhn 2007)

Typ	Kuhn FC 883 und FC 883 RA
Kurzbeschreibung	Dreifachmähkombination mit mittiger Pendelaufhängung und hydraulisch- mechanischer Anfahrssicherung, Bedienung über separate Konsole, bei Ausstattung mit Schwadzusammenführung (FC 883 RA) mit Transportstützrad
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,80 m
Mähscheiben	2 x 8
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Verschraubte Messerhalter
Aufbereiter	V-förmige, elastische Finger mit verstellbaren Leitblechen und einstellbaren Kamm
Aufbereiterdrehzahl U/min	615/888
Schwadbreite	1,30 m bis 2,80 m bei FC 883, zusammengeführter Schwad von 1,80 m bis 2,60 m bei FC 883 RA
Gewicht	2.986 kg FC 883, 4.620 kg FC 883 RA
Leistungsbedarf inkl. Frontmähwerk kW/PS	140/190 bzw. 170/230
Listenpreise inkl. Frontmäher	51.956,00 € bzw. 72.873,00 € oh. MWSt

Neben den beiden beschriebenen Mähwerken führt Kuhn noch die Modelle FC 703 bzw. FC 703 RA mit 7,00 m Arbeitsbreite, die nur in Schubfahrt, das heißt nur in Verbindung mit einer Rückfahreinrichtung eingesetzt werden können. Das FC 703 und das FC 703 RA sind mit V-förmigen Aufbereitern ausgestattet, wobei beim FC 703 RA noch ein Schwadzusammenführung verbaut ist. Die Listenpreise belaufen sich auf 49.149,00 € bzw. 56.788,00 €. Der Leistungsbedarf an der Zapfwelle wird von Kuhn mit 130 bzw. 140 kW angegeben.

Eine weitere Baureihe, die sich im Kuhn- Produktprogramm befinden, ist die Serie FC 813. Die Mähwerke der FC 813- Serie erreichen eine Arbeitsbreite von 8,10 m, bei einem angegebenen Leistungsbedarf von 125 kW an der Zapfwelle. Es stehen zwei Bauformen von Aufbereitern zur Wahl. Zum einen die bei Kuhn bekannte Bauform mit elastischen V-förmigen Finger auf einem Rotor sitzend, und zum anderen ein Walzenkonditionieren mit Polyurethanwalzen bei Modell FC 813 R. Die von Kuhn angegebenen Listenpreise für diese Modelle sind 49.132,00 € für das FC 813 und 55.357,00 € für das FC 813 RA. Beide Listenpreise beinhalten die Kosten für das passende Frontmähwerk.

Die letzte Dreifachkombination die Kuhn anbietet, ist das GMD 883. Bei diesem Mähwerk wird eine Arbeitsbreite von 8,80 m erreicht. Im Kuhn Produktprogramm wird dieses Mähwerk als die Einstiegsversion, die in der Regel nicht im überbetrieblichen Einsatz gefahren wird gesehen. Des Weiteren ist bei diesem Typ eine Ausstattung mit Aufbereitern nicht möglich. Der Leistungsbedarf liegt bei 103 kW, was ebenfalls dafür spricht, dass Kuhn mit dieser Mähkombination eher auf kleinere Familienbetriebe abzielt. Zudem ist der im Vergleich zu den anderen Dreifachkombinationen günstige Listenpreis von 38.158,00 € inklusive der Fronteinheit ein weiteres Verkaufsargument in dieser Zielgruppe.

Die Firma JF-Stoll bietet zwei verschiedene Triple-Mähkombinationen in aufgelöster Form zwischen 8,60 m und 11,50 m Arbeitsbreite an. Die 8,60 m Baureihe wird in der Dreipunkthydraulik gefahren. Laut Herstellerangaben kann die Kombination aus den GX 9005 Mähbalken ohne Aufbereiter bereits ab 140 PS schlagkräftig betrieben werden (Abb. 10).



Abb. 10: Triple-Mähwerkskombination in aufgelöster Form (JF-Stoll 2007)

Die Firma JF-Stoll bietet diese Mähwerkskombination ebenfalls mit Aufbereitern an, die mit V-förmigen Polyethylen-Fingern ausgestattet sind. Diese Mähwerke haben zusätzlich die Bezeichnung „SM“, der für die Ausführung mit Aufbereiter steht (Tab. 8). Derzeit sind die Mähwerke nicht mit einer Schwadzusammenführung ausgerüstet. Ab der Agritechnica 2007 wird eine Schwadzusammenführung bei beiden Triple-Kombinationen angeboten.

Tab. 8: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GX 9005 SM (JF-Stoll 2007)

Typ	JF-Stoll GX 9005 SM
Kurzbeschreibung	An der Front- und Heckdreipunkthydraulik angebaute Mähkombination aus 2 Mäheinheiten in aufgelöster Bauweise mit PE-Finger-Aufbereitern.
Anbauposition	Front-Heck-Kombination
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,60 m
Mähscheiben	3 x 8
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Aufbereiter	PE-Fingerrotor mit Breitstreueinrichtung
SM- Ausführung	Fingerrotor mit Breitstreueinrichtung, Rotordrehzahl 940 U/min
Anfahrsicherung	mechanisch 100 cm Ausweichweg nach hinten
Gewicht ohne Front- mähwerk	2.170 kg (Frontmähwerk 1.000 kg)
Bedienung	Elektrohydraulische Komfortbedienung Direct Control, oder ISO- Bus Steuerung mit Joystick
Kraftbedarf kW/PS	103/140 bei GX 9005, SM-Ausführung 129/175
Mähleistung pro Stunde	ca. 10 - 15 ha
Listenpreise	25.000 € (Frontmähwerk: 11.950,-- €) oh. MWSt
SM - Variante	37.800 € bzw. (Frontmähwerk: 13.990,-- €) oh. MWSt

Die gezogene Triple-Mähwerkskombination mit 11,50 m Arbeitsbreite soll ein noch effizienteres Grasmähen mit einem Traktor ermöglichen. Bei diesem Mähwerk werden die beiden im Heck befindlichen Mähwerke von einem eige-

dem Fahrwerk getragen (Abb. 11). Dies hat den Vorteil, dass die Traktorhinterachse deutlich entlastet wird, wodurch sich der Bodendruck, niedrigeren Reifeninnendruck verringern lässt. Die technischen Daten sind in Tab. 9 zu finden.



Abb. 11: Triple-Mähkombination mit eigenem Fahrwerk (Stoll 2007)

Tab. 9: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GXT 12005 SM (JF-Stoll 2007)

Typ	JF-Stoll GXT 12005 SM
Kurzbeschreibung	An der Front- und Heckdreipunkthydraulik angebaute Mähkombination aus 2 Mäheinheiten in aufgelöster Bauweise mit PE-Finger-Aufbereitern. Die beiden im Heck angehängten Mähbalken, werden über eine eigene Lafette gezogen.
Anbauposition	Front-Heck-Kombination
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	11,55 m
Mähscheiben	1 x 8 + 2 x 12
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Aufbereiter	PE-Fingerrotor mit Breitreueinrichtung
SM- Ausführung	Fingerrotor mit Breitreueinrichtung, Rotordrehzahl 940 U/min
Anfahrsicherung	mechanisch
Gewicht ohne Frontmähwerk	5.400 kg (Frontmähwerk 1.000 kg)
Bedienung	Elektrohydraulische Steuerung auf Wunsch
Kraftbedarf kW/PS	147/200 bei GX 9005, SM-Ausführung 184/250
Mähleistung pro Stunde	ca. 12 - 20 ha
Listenpreise	59.600,- € (Frontmähwerk 11.950,-) oh. MWSt
SM - Variante	73.590,- € (Frontmähwerk 13.990,-) oh. MWSt

Die Firma Ziegler vormals Niemeyer/Mörrtl bietet auf dem Segment der Triple-Mähkombinationen zweierlei Varianten an, die verschieden eingesetzt werden können (Abb. 12).

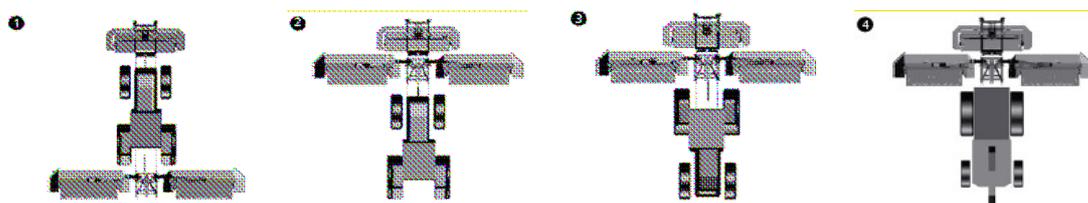


Abb. 12: Kombinationsmöglichkeiten für den Einsatz der Triple-Mähkombination von Ziegler. 1. aufgelöste Form „Schmetterling“; 2. gesamte Kombination im Frontanbau; 3. gesamte Kombination im Heckanbau bei Traktoren mit Rückfahreinrichtung; 4. gesamte Kombination für selbstfahrende Zugmaschinen (Ziegler 2007)

Die Mähkombination gibt es mit und ohne Mähgutaufbereitung. Die technischen Daten sind in Tab. 10 zu finden.

Tab. 10: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis GXT 12005 SM (Ziegler 2007)

Typ	Ziegler PowerDisc Kombination PD 856-IC
Kurzbeschreibung	
Anbauposition	Schubfahrt oder Front- Heck- Kombination
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,10 bzw. 8,40 m
Mähscheiben	1 x 6 ,2 x 7
Messer	2
Messerbefestigung	Schnellwechsellvorrichtung
Aufbereiter	Fingerrotor mit V-förmigen Kunststoffzinken Breitstreueinrichtung
IC- Ausführung	Fingerrotor mit Breitstreueinrichtung
Anfahrsicherung	hydraulisch
Gewicht ohne Frontmähwerk	1.970 kg bei PD 855-Ausführung, 2.140 kg bei PD 855 IC-Ausführung
Bedienung	Elektrohydraulische Steuerung mit Vorgewendemanagement
Kraftbedarf kW/PS	95/130 bei PD 856, 110/150; PD 856 IC
Mähleistung pro Stunde	ca. 12,5 ha
Listenpreise PD 856/PD 856 IC	33.940,00 € bzw. 45.835,00 €

Fella bietet zwei Formen von Dreifachkombinationen an. Zum einen eine Kombination bestehend aus einer Fronteinheit und zwei Heckeinheiten, die zum Transport seitlich hochgeklappt werden können. Die zweite Variante besteht ebenfalls aus einer Fronteinheit und zwei Heckeinheiten, die jedoch mit einem Transportfahrwerk ausgestattet sind. Zur Straßenfahrt, werden die beiden Heckeinheiten seitlich nach hinten zusammengeführt. Bei dieser Kombination wird eine Arbeitsbreite von 10,34 m und eine Transportbreite von 3,00 m erreicht. Laut Herrn Beckert, Product Manager der Firma Fella, wird die Schmetterlingskombination SM 900 TL (techn. Daten siehe Tab. 11) idealerweise mit dem Frontmähwerk SM 310 FZ kombiniert, da dieses optional mit einer hydraulischen Seitenverschiebung für das Mähen am Hang ausgestattet werden kann. Die Mähwerke SM 900 TL und SM 310 FZ (Abb. 13) werden in gezogen Ausführung geführt, was vor allem für die Boden- und Narbenschonung von Vorteil ist. Die Ausführung des SM 900 TL mit Schwadzusammenführung und Zinkenrotoraufbereiter wird von Fella insbesondere an Biogasbetriebe oder Betriebe mit überbetrieblicher Nutzung verkauft.



Abb. 13: Fella SM 900 TL KC mit Zinkenrotoraufbereiter in Kombination mit Fella SM 310 FZ KC mit Zinkenrotoraufbereiter (Fella 2007)

Tab. 11: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreis Fella SM TL 900 und SM 310 FC (Fella 2007)

Typ	Fella SM 900 TL / KC / RC / KC- B
Kurzbeschreibung	Scheibenmäher mit zwei Mähbalken in Mittelaufhängung, das Fella Turbo- Lift- System ermöglicht eine hydropneumatische Entlastung und stufenlose Einstellung des Auflagedrucks am Mähbalken, optional mit Schwadzusammenführung
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,27 m inkl. Frontmähwerk
Mähscheiben	2 x 6
Messer pro Scheibe	2
Aufbereiter	Zinkenrotoraufbereiter (KC) oder Rollenconditionierer (RC)
Gewicht ohne Frontmähwerk	bei TL 900 1.759 kg, bei KC- Variante 2.225 kg, bei RC- Variante 2.339 kg, bei KCB- Variante 2.754 kg
Antrieb	Direktantrieb über Verteilgetriebe
Kraftbedarf kW/PS	bei TL 900 110/150, KC und KC- B – Variante 132/180, RC- Variante 128/175
Mähleistung pro Stunde	ca. 10 ha
Listenpreise ohne MWSt.	SM 900 TL 23.460,00 €, SM 900 TL KC 29.861,00 €, SM 900 TL RC 31.804,00 €, SM 900 TL KCB 41.375,00 €
Typ	Fella SM 310 FZ / KC / RC
Kurzbeschreibung	Frontmähwerk mit gezogener, freipendelnder Vierecksaufhängung
Arbeitsbreite	3,00 m
Mähscheiben	6
Messer	2
Gewicht	SM310FZ 930 kg, SM310 FZKC 1.150 kg, SM310 FZRC 1.202 kg
Listenpreis ohne MWSt.	310FZ 10.608,00 €, 310 FZKC 13.882,00 €, 310 FZRC 15.739,00 €

Die Heckeinheit Fella SM 900 Trans megacut (Tab. 12), die in Abb. 14 zu sehen ist, wird ebenso wie das Fella SM 900 TL mit dem Frontmähwerk SM 310 FZ kombiniert. Für diese Bauform der Fella- Kombinationen sind ebenfalls auf Wunsch ein Zinken- bzw. Rollenaufbereiter lieferbar. Auf Grund des Transportfahrwerks kann eine Arbeitsbreite von 10,34 m bei der Kombination SM 1100 Trans megacut erreicht werden, da die Transporthöhe die Kombination in ihrer Arbeitsbreite nicht mehr begrenzt. Ein weiterer Vorteil dieser Variante liegt in einem niedrigeren Schwerpunkt, der vor allem beim Wechsel zwischen den einzelnen Schlägen von Vorteil ist und ein plus an Sicherheit bringt. Beide Mähkombinationen werden ohne Frontmähwerk geliefert. Eine optionale Ausstattung mit einer Schwadzusammenführung ist nicht möglich.



Abb. 14: Fella SM 900 Trans megacut, Dreifachkombination mit Transportfahrwerk im praktischen Einsatz (Fella 2007)

Tab. 12: Technische Daten, Ausstattungsmerkmale und Listenpreise Fella SM 900 Trans megacut und Fella SM 1100 Trans megacut (Fella 2007)

Typ	Fella SM 900 Trans und Fella SM 1100 Trans
Kurzbeschreibung	Großflächen Scheibenmähwerk mit Radabstützung und seitlich ausschwenkbarem Mähwerken, breiter bügelförmiger Tragrahmen, Tastschwingen Zugbock
Zapfwellendrehzahl U/min	1.000
Arbeitsbreite	8,34 m bzw. 10,34 m
Transportlänge	7,17 m bzw. 8,13 m
Mähscheiben	2 x 6 bzw. 2 x 8
Messer pro Scheibe	2
Aufbereiter	Zinkenrotoraufbereiter (KC) oder Rollenkonditionierer (RC)
Gewicht ohne Frontmähwerk SM 900	bei 900 Trans 2.870 kg, bei KC- Variante 3.380 kg, bei RC- Variante 3460 kg
Gewicht ohne Frontmähwerk SM 1100	Bei 1100 Trans 3.260 kg, bei KC- Variante 3.950 kg, bei RC- Variante 4030 kg
Antrieb	Direktantrieb über Verteilgetriebe
Kraftbedarf kW/PS	110/150 bis 162/220
Listenpreise ohne MWSt. SM 900 Trans	SM 900 Trans 24.664,00 €, SM 900 Trans KC 31.136,00 €, SM 900 Trans RC 32.655,00 €
Listenpreise ohne MWSt. SM1100 Trans	SM 1100 Trans 29.978,00 €, SM 1100 Trans KC 36.496,00 €, SM 1100 Trans RC 41.514 €

Die in Norddeutschland hauptsächlich verbreiteten gezogenen Mähwerke (Abb. 15) sind in Bayern kaum vorhanden. Diese Mähwerke werden in einer Arbeitsbreite von bis zu 6 m angeboten. Kombiniert mit einem Frontmähwerk können ebenfalls Arbeitsbreiten von über 8 m erreicht werden. Die über die Deichsel geführten und gelenkten Mähwerke entlasten die Traktorhinterachse, da sie ein eigenes Fahrwerk besitzen und das Mähwerkgewicht über dieses getragen wird.



Abb. 15: Schwadzusammenführung bei einem gezogenen Mähwerk mit 6 m Arbeitsbreite (Kverneland 2005).

Des Weiteren ermöglicht diese Art der Anhängung eine hohe Wendigkeit am Vorgewende und bei Kurvenfahren. Die aufwendigere Konstruktion verteuert diese Technik gegenüber den im Dreipunkt angebauten Mähwerken bei gleicher Arbeitsbreite. Mit einer Arbeitsbreite von 3 m ist die Preiswürdigkeit gegenüber der angebauten Technik nicht gegeben.

Anfang der 80er Jahren wurde begonnen Triple-Mähwerkskombinationen an Feldhäcksler anzubauen, um diese besser auslasten zu können und zugleich eine leistungsfähige Mähtechnik zu schaffen (Abb. 16). Es wurde sehr früh festgestellt, dass beide Arbeitsverfahren auf ein und dem selben Trägerfahrzeug sich gegenseitig blockieren, wodurch sich diese Variante nicht durchgesetzt hat. Als mögliche Trägerfahrzeuge wurden die sogenannten Systemtraktoren verwendet. Diese hatten genügend Leistungsreserven und eigneten sich grundsätzlich zum Mähen von Gras. Die geringe Verbreitung dieser Spezialmaschinen in den Grünlandregionen (mangelnde Einsatzmöglichkeiten und somit zu niedrige Auslastung) sowie die hohen Anschaffungskosten dieser Spezialmaschinen ließen diese Technik nicht an Bedeutung gewinnen.



Abb. 16: Links der Versuch einen Feldhäcksler mit einer Triple-Mähwerkskombination zusätzlich auszulasten. Rechts der Systemtraktor mit einer Triple-Mähwerkskombination.

Seit Anfang der 90er Jahre bietet die Firma Wittrock umgebaute Feldhäcksler als Trägerfahrzeuge mit Mähwerken an (Abb. 17). Die generalüberholten Feldhäcksler ohne Häckselorgane werden mit modifizierten Standard-Triple-Mähkombinationen bis 8,60 m Arbeitsbreite ausgerüstet sowie für das Mähen angepasst. Diese Technik wird unter dem Namen „eCUT“ vertrieben. In Bayern ist diese Technik nicht verbreitet.



Abb. 17: Großflächenmäher auf der Basis umgebauter Feldhäcksler von Claas.

Mitte der 90er Jahre kam schließlich der erste serienreife „echte“ selbstfahrende Mäher von der Firma Krone auf den Markt und wurde zur Agritechnica 1997 präsentiert. Die Firma Vicon verfolgte ebenfalls ein Selbstfahrerprogramm mit dem Namen „Red Bull“, dieser kam allerdings nicht auf den Markt. Der Big M I von der Firma Krone ist mit einer Leistung von 300 PS versehen und erreicht eine Arbeitsbreite mit drei Mähwerken von 9,1 m, welche mit Aufbereitern ausgestattet sind.

Die Transportleistung wurde auf 40 km/h ausgelegt (Tab. 13). Bei diesem nur für das Mähen ausgelegtem Konzept wurden die drei Mähwerke so angeordnet, dass das Gewicht möglichst gleich verteilt wird. Aus diesem Grunde wurden die zwei seitlichen Mähwerke zwischen den Achsen angebaut. Mittlerweile gibt es vom Big M (Abb. 18) die zweite Generation (Big M II). Bei diesem wurde die Motorleistung sowie die Arbeitsbreite erhöht (Tab. 14). Beim BIG M II lasten 60 % des Gewichts auf der Vorder- und 40 % auf der Hinterachse. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit einer beidseitigen Schwadzusammenführung mittels Schneckenförderorgan, womit die Schwade der seitlichen Mähwerke auf den des mittleren Mähwerks zwischen den Rädern zusammengelegt werden können. Dies ermöglicht einen größeren Bergezeitpunkt gerade bei sehr hohen Temperaturen und geringerem Aufwuchs der Folgeschnitte. Des Weiteren kann dadurch die Schwadzeit deutlich verringert werden.



Abb. 18: Links der „Big M I“ und rechts der „Big M II“ der seit 2003 seinen Vorgänger abgelöst hat.

Tab. 13: Technische Daten und Listenpreis des Mähauflbereiders Big M I
(Krone Preisliste 2003)

Typ	Krone Big M I
Kurzbeschreibung	Hochleistungs- Mähauflbereiter mit drei Mäheinheiten und Aufbereitern, seitliche Mähauflbereiter in Mittelaufhängung, stufenloser Fahrtrieb in zwei Fahrstufen, Direkttrieb durch Radialkolbenmotoren, permanenter Allradtrieb mit zuschaltbarer Differentialsperre, Hinterachslenkung mit 53 ° Lenkeinschlag,
Arbeitsbreite	bei EasyCut CV 9,10 m
Transportbreite	3,00 m
Transportlänge	7,62 m
Transporthöhe	3,830 m
Motorleistung kW/PS	224 / 300
Bereifung VA HA	700/50 R26,5 600/55 R26,5
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Schnellverschluss mit Messerhaltebolzen
Aufbereiter	V- Stahlzinken- Aufbereiter, optional Rollenaufbereiter, optional Schwadzusammenführung für Stahlzinken- Aufbereiter
Aufbereiterdrehzahl	V- Stahlzinken- Aufbereiter: Drehzahl schaltbar 700 U/min; 1000 U/min Rollenaufbereiter: 800 U/min
Gewicht je nach Ausstattung	ca. 11.500 kg
Mähleistung pro Stunde	ca. 15 ha
Listenpreis	170.000,-- € oh. MWSt

Tab. 14: Technische Daten und Listenpreis des Mähaufbereiters Big M II (Seggering, M. Krone 2003)

Typ	Krone Big M II
Kurzbeschreibung	Hochleistungs- Mähaufbereiter mit drei Mäheinheiten und Aufbereitern, seitliche Mähaufbereiter in Mittelaufhängung, stufenloser Fahrtrieb in zwei Fahrstufen, Direktantrieb durch Radialkolbenmotoren, permanenter Allradantrieb mit zuschaltbarer Differentialsperre, Hinterachslenkung mit 53 ° Lenkeinschlag, Vorderachsfederung
Arbeitsbreite	bei EasyCut CV 9,70 m; bei EasyCut CRi 9,00 m
Transportbreite	3,00 m
Transportlänge	8,06 m
Transporthöhe	4,00 m
Motorleistung kW/PS	265 / 360
Bereifung VA HA	750/65 R26 600/65 R28
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Schnellverschluss mit Messerhaltebolzen
Aufbereiter	V- Stahlzinken- Aufbereiter, optional Rollenaufbereiter, optional Schwadzusammenführung für Stahlzinken- Aufbereiter
Aufbereiterdrehzahl	V- Stahlzinkenaufbereiter: Drehzahl schaltbar 700 U/min; 1000 U/min Rollenaufbereiter: 800 U/min
Gewicht je nach Ausstattung	12.260 kg
Mähleistung pro Stunde	ca. 15 ha
Listenpreis	259.000,-- € oh. MWSt

Zur Agritechnica 2003 wurde von der Firma Claas eine neue Dimension beim Mähen eröffnet. Der sogenannte „Cougar“ ist mit 5 Mähwerken und einer Arbeitsbreite von 14 m versehen (Abb. 19). Die Mähwerke sind mit Aufbereiter ausgestattet, die mit V-Zinken aus Stahl arbeiten. Des Weiteren sollen die beiden äußeren Mähwerke zukünftig mit einem Zusammenführband ausgestattet werden. Der Selbstfahrer besitzt eine Motorleistung von 460 PS und erreicht eine Transportgeschwindigkeit von 40 km/h. Das neu entwickelte Fahrwerk kann mit Reifen bis 900 mm Breite versehen werden und bietet die Möglichkeit des spurversetzten Fahrens („Hundegang“), das vor allem beim Mähen am Seitenhang mehr Sicherheit geben soll. Zum Mähen wird die Kabine wie beim „Xerion“ um 180° gedreht. Die Kabine ist so angeordnet, dass sie sich nach dem Drehen hinter den Auslegern mit den beiden seitlichen Mähbalken befindet. Der Fahrer kann so alle 5 Mähwerke überblicken.



Abb. 19: Selbstfahrmäher mit Triple-Mähkombination im Frontanbau und zwei Mähbalken an seitlichen Auslegern. Zum Transport wird die Kabine gedreht.

Tab. 15: Technische Daten und Listenpreis des selbstfahrenden Mähaufbereiters Claas Cougar 1400

Typ	Claas COUGAR 1400
Kurzbeschreibung	Selbstfahrender Mähaufbereiter mit fünf Mäheinheiten und Aufbereitern, elektronischer Fahrtrieb mit zwei Fahrstufen, mechanischer Allradantrieb und hydrostatische Allradlenkung, Bordinformationssystem CEBIS
Arbeitsbreite	14,00 m
Transportbreite je nach Bereifung	3,00 m bis 3,50 m
Transportlänge	11,50 m
Transporthöhe je nach Bereifung	3,96 m
Motorleistung kW/PS	350 / 480
Bereifung VA HA	900/65 R32 900/65 R32
Mähscheiben	7 pro Mäheinheit
Messer pro Scheibe	2
Messerbefestigung	Schnellwechseleinrichtung
Schnitthöhe	30 – 70 mm
Aufbereiter	Gummigelagerte Stahlzinken
Aufbereiterdrehzahl U/min	900 / 770
Gewicht je nach Ausstattung	Ca. 18.500kg
Mähleistung pro Stunde	20 ha
Listenpreis	360.000,-- € oh. MWSt

6. Material und Methode

Zur Schaffung eines Überblicks der in Bayern vorhandenen Technik wurde 2004 zu Beginn des Projektes eine Befragung bei Maschinenringern, Lohnunternehmern und Maschinenherstellern durchgeführt. Diese wurde 2006 nochmals aktualisiert. Die Auswertung und Analyse diente neben der Erfassung der vorhandenen GFM-Technik zur Festlegung von Einsatzschwerpunkten für die Datenerfassung. Auswertung von Einsatzdaten, die durch Maschinenringe, -gemeinschaften und Lohnunternehmer zur Verfügung gestellt wurden flossen ebenso in die Auswertung mit ein.

6.1. Manuelle Datenerfassung

Bevor die automatische Datenerfassung ausgewählt und eingesetzt werden konnte, wurden erste Daten zum Mähen manuell erfasst, um sich ein Bild während eines Mähtages machen zu können und die später automatisch erfassten Daten besser interpretieren zu können. Hierfür wurden zur Mähseason 2004 und 2005 erste Datenerhebungen hinsichtlich Arbeitszeiterfassung durchgeführt. Zu Beginn wurden bei zwei GFM gleichen Typs in unterschiedlichen Regionen (Berchtesgadener Land / Pfaffenhofen) alle Arbeitszeiten während eines Mähtages an mehreren Mähterminen manuell aufgezeichnet. Die Aufzeichnungen eines Mähtages begannen mit der Wartung der Maschine auf dem Hof des Lohnunternehmers und endete mit dem Abstellen der Maschine auf dem Hof des Lohnunternehmers nach Beendigung der Mäharbeiten des Tages.

6.2. Automatische Datenerfassung

Zusätzlich wurde in 2004 zum Test einer geeigneten automatischen Datenerfassung ein selbstfahrender GFM mit einem GPS-Datenlogger (Abb. 20) ausgerüstet, der alle Transport- und Mäharbeiten automatisch aufzeichnete.



Abb. 20: GPS-Datenlogger mit Antenne, Reedkontakt und Stromversorgung

Insgesamt waren vier Großflächenmäher in unterschiedlichen Regionen mit dieser automatischen Datenerfassung ausgestattet, wodurch über einen Zeitraum von zwei Jahren Daten erfasst und gesammelt werden konnten.

Die automatisch erfassten Prozessdaten wurden mit einer eigens dafür programmierten Internetprozessdatenbank verwaltet. Mittels der GPS-Daten konnten die schlagspezifischen Daten in einem Geo-Informationsprogramm (GIS) ausgewertet und zugeordnet werden (Abb. 21). Die Schläge wurden hinsichtlich ihrer Form und Größe dargestellt. Die auf dem jeweiligen Schlag erfassten Daten konnten anschließend schlagbezogenen zugeordnet werden und standen für eine detailliertere Analyse zur Verfügung. Dies ermöglichte ein herausfiltern der produktiven und unproduktiven Zeiten eines jeden Mähtages (Transportzeit Straße zu Arbeitszeit auf der Fläche) sowie auf den einzelnen Schlägen (Wendezeiten zu Mähzeiten) in Abhängigkeit der jeweiligen Größe.

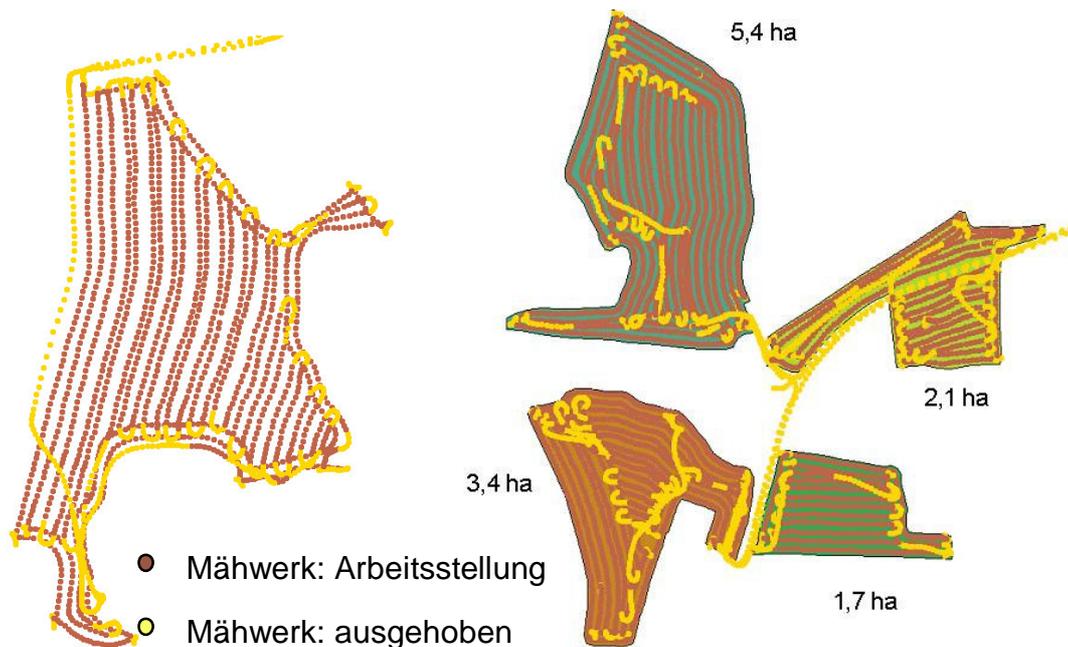


Abb. 21: Links sind die Rohdaten dargestellt nachdem die Koordinaten mit der Mähwerksstellungsinformation eingelesen sind. Rechts nach der Größenbestimmung.

6.3. Methode der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die untersuchten selbstfahrenden und traktorangebauten Mähwerkssysteme herangezogen, da diese in Bayern am Häufigsten verbreitet und unter den vorhandenen Flächenstrukturen im Einsatz sind. Die erfassten tatsächlichen Flächenleistungen aus den manuellen und automatischen Datenaufzeichnungen sowie die zur Verfügung gestellten bekommenen Daten der Mähgemeinschaften und der Lohnunternehmer, ermöglichen eine Berechnung der realen Arbeitserledigungskosten. Als Vergleichssituation wird der Maschinenringsatz angesetzt.

Die Kostenberechnungen beruhen auf der Grundlage des aktuellen KTBL-Taschenbuches (Tab. 16).

Als Restwert des jeweiligen Systems wurden bei den Selbstfahrmähern pauschal 20 % vom Anschaffungswert angesetzt. Die Mähkombinationen dagegen mit 10 %. Die höhere Bewertung der Selbstfahrer ist bedingt, durch den Motor und den Fahrtrieb.

Tab. 16: Kostenelemente der Berechnungsgrundlage

Fixkosten	Variable Kosten
<ul style="list-style-type: none"> • Abschreibung • Zinskosten • Unterbringung 	<ul style="list-style-type: none"> • Reparaturkosten • Betriebsstoffkosten (Selbstfahrer) • Kosten für Zugtraktor • Lohnansatz Fahrer
<p>Datengrundlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschaffungspreis • Nutzungsdauer nach Zeit und Leistung • Einsatzfläche pro Jahr • Restwert • Zinsansatz 	<p>Datengrundlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenleistung • Auslastung (Betr. Stunden/Jahr) und Leistung (KW) des Zugtractors • Lohnforderung Fahrer

Die Fixkosten sind weitgehend unabhängig vom Einsatzumfang. Sie entstehen mit dem Kauf einer Maschine und werden angegeben in der Einheit „Fixkosten pro Jahr“ (vgl. Kraxner, H., 2000). Um später die Gesamtkosten pro Hektar aus Fixkosten pro Hektar und variablen Kosten pro Hektar zu errechnen, müssen die Fixkosten pro Jahr unter Einbeziehung der Einsatzfläche pro Jahr in die Einheit Fixkosten pro Hektar umgewandelt werden.

- Die lineare *Abschreibung* umfasst die nutzungs- und altersbedingte Wertminderung, denn am Ende der wirtschaftlichen Nutzung soll das eingesetzte Kapital wieder zur Verfügung stehen. Sie wird berechnet, indem der Restwert vom Anschaffungswert abgezogen und dieser Betrag durch die Nutzungsdauer geteilt wird. Die Abschreibung gehört solange zu den fixen Kosten, solange die jährliche Auslastung unter der Abschreibungsschwelle liegt.

Unter der Abschreibungsschwelle versteht man den Quotient aus Nutzungsdauer nach Arbeit durch Nutzungsdauer nach Zeit. Liegt die jährliche Auslastung über der Abschreibungsschwelle, so ist nach Arbeit abzuschreiben und die Abschreibung gehört somit zu den variablen Kosten. (vgl. Kraxner, H.)

Formel: $(A_0 - \text{Restwert}) / \text{Nutzungsdauer} = \text{Abschreibung pro Jahr}$

- Die *Zinskosten* sind die Kosten der Kapitalbenutzung (vgl. Kraxner, H.). Bei dieser entstehen Kosten für die Benutzung des Eigenkapitals und Kosten für die Zinsleistung bei Fremdkapital. Das KTBL -Taschenbuch und das Programm Makost rechnen mit einem Zinssatz von 8 %. Dies ist ein gewichteter Mischzins aus Fremdkapitalzins und Eigenkapitalverzinsung (vgl. KTBL, 2003). Die Ermittlung der Zinskosten und die daraus abzuleitende Formel ist in (Abb. 22) dargestellt. Die hier gezeigte Zinskostenermittlung gilt allerdings nur bei der linearen Abschreibung, bei der 5 % der Anschaffungskosten durchschnittlich gebunden sind.

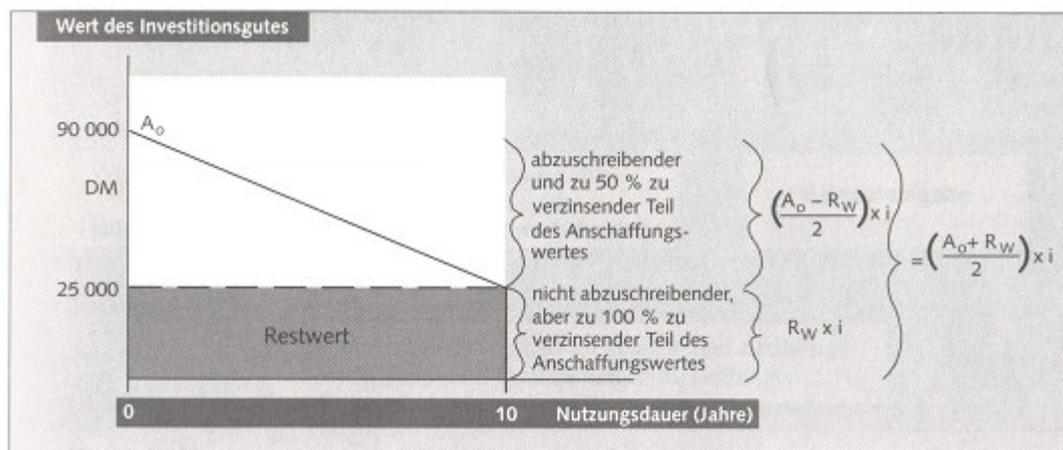


Abb. 22: Ermittlung der Zinskosten bei einer linearen Abschreibung (Verändert nach Scheuerlein, A., 1997)

- Unter den *Unterbringungskosten* versteht man die Kosten der Kapital-sicherung. Sie werden berechnet indem 1 % vom Anschaffungspreis für die Unterbringung angesetzt wird. (vgl. Kraxner, H., 2000)
Formel: $A_0 * 0,01 = \text{Kosten der Unterbringung pro Jahr.}$

Die variablen Kosten dagegen sind abhängig vom Einsatzumfang der Maschine. Sie entstehen durch den Einsatz der Maschine und werden angegeben in der Einheit „Variable Kosten pro ha“. (vgl. Kraxner, H., 2000, K. 3.1.4/1)

- Die Kalkulation der *Reparaturkosten* ist eines der größten Probleme bei der Kostenkalkulation von landwirtschaftlichen Maschinen. Es nehmen sehr viele Faktoren, wie Nutzung der Maschine, Pflege und vorbeugende Instandhaltung, Anteil an Verschleißteilen, etc., Einfluss auf den Reparaturkostenverlauf. Als Datengrundlage dient dem KTBL die Auswertung von tatsächlich angefallenen Reparaturkosten in Betrieben. Diese Daten werden dem veränderten Kostenniveau entsprechend auf den aktuellen Preisstand hochgerechnet. Es folgt eine Analyse des Reparaturkostenverlaufs in Abhängigkeit von der geleisteten Arbeit aus vergleichbaren Maschinen und Geräten. Aus dieser Analyse werden die durchschnittlich zu erwartenden Reparaturkosten je Hektar, die für die gesamte Lebensdauer der Maschine von der ersten Inbetriebnahme bis zum voraussichtlichen Nutzungsende gelten, abgeleitet. In der Programmversion 3.0 des Programms Makost werden die Reparaturkosten nutzungsabhängig geschätzt. Es erfolgt hier also eine automatische Anpassung der Reparaturen in Anlehnung an die Nutzung nach der tatsächlich erbrachten Hektarleistung pro Jahr. (vgl. KTBL Makost, 2002)
- Unter den *Betriebsstoffkosten* bei den Selbstfahrern versteht man die Kosten für den Verbrauch von Dieselkraftstoff und Öl. Die Verbrauchsmengen werden mit den jeweiligen Preisen hochgerechnet und in Euro pro Stunde angegeben.
- Handelt es sich um angebaute Mähkombinationen, so müssen für eine bessere Vergleichbarkeit mit Selbstfahrern auch die *Kosten für den Zugtraktor* angesetzt werden. Hier dient als Kalkulationsgrundlage die Datensammlung des KTBL- Taschenbuches Landwirtschaft 2006/2007. Die Fixkosten pro Jahr werden hier unter der Berücksichtigung einer mittleren Auslastung von 500 Stunden/Jahr in Euro/Stunde umgerechnet. Die Summe aus Fixkosten/Stunde und Variable Kosten/Stunde ergeben die Gesamtkosten für den Zugschlepper pro Betriebsstunde.

- Der *Lohnansatz für den Fahrer* wird mit 13,50 Euro/Stunde bewertet. Dies entspricht dem normalen Maschinenringverrechnungssatz.

Alle variablen Kosten, die nicht in der Einheit Euro pro Hektar angegeben werden (Reparaturkosten Selbstfahrer, Betriebsstoffkosten, Kosten für Zugtraktor und Lohnansatz Fahrer) müssen unter Einbeziehung der Flächenleistung Hektar/Stunde in die Einheit Euro/Hektar umgewandelt werden.

7. Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend sind alle Ergebnisse der untersuchten Teilbereiche von 2003 – 2006 zusammengefasst und werden im Anschluss eines Themenbereiches kurz diskutiert.

7.1. Maschinenringumfrage

Die Maschinenringumfrage im Jahr 2004 zeigte eine beachtenswerte Verbreitung von Großflächenmähdwerken, speziell auch selbstfahrenden Großflächenmähern auf (Tab. 17).

Tab. 17: Ergebnisse der Umfrage zum Einsatz von Großflächenmähdwerken in Bayern 2004.

Befragte Maschinenringe in Bayern	82
Antworten / Rücklaufquote	40 %
Anzahl Maschinenringe mit Großflächenmähdwerken (> 6 m AB)	33
Anzahl Großflächenmähdwerke	140
Anzahl / Anteil traktorangebaut	105 / 75 %
Anzahl / Anteil selbstfahrend	35 / 25 %

Demnach sind 35 Selbstfahrer in 20 Ringgebieten im Einsatz, wobei die Schwerpunkte im Voralpengebiet und dem Bayerischen Wald zu finden sind. In Ackerbaurandregionen, stehen vom Frühjahr bis zum Herbst Großtraktoren aus dem Ackerbau zur Verfügung, die mit Dreifachmähdwerkskombinationen (40 Stück) in „Schmetterlingskombination“ oder mit einer Rückfahreinrichtung in Schubfahrt betrieben werden. In Abb. 23 sind die Systeme nach ihrer räumlichen Verteilung in Bayern dargestellt. Die blauen Punkte sind selbstfahrende Systeme und die roten traktorangebaute.

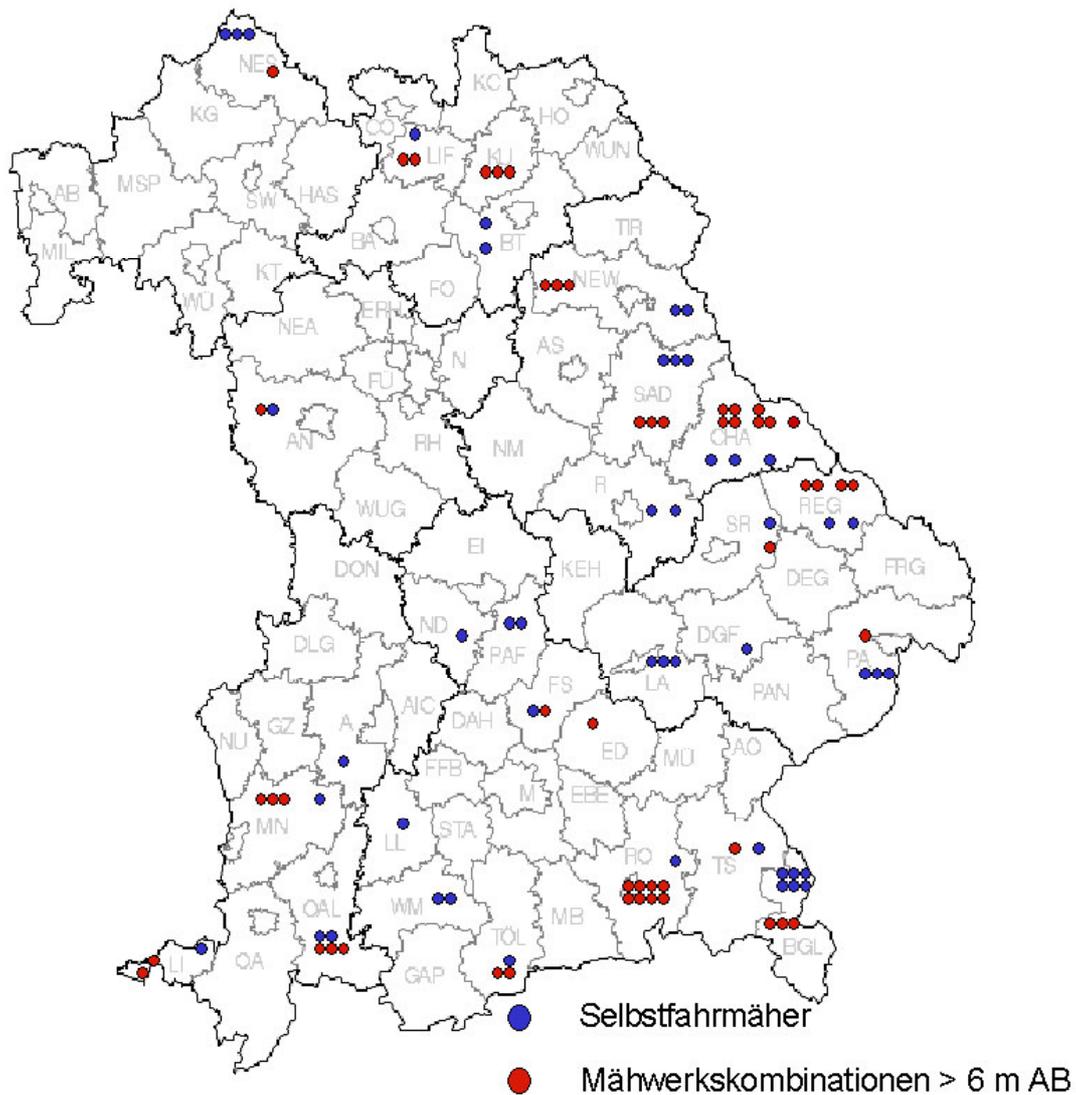


Abb. 23: Auswertung der Maschinenringumfrage hinsichtlich des Verbreitungsgrades von GFM in Bayern.

7.2. Manuell erfasste Daten

Die manuell aufgezeichneten Daten gaben Aufschluss über die Aufteilung der Tagesarbeitszeit. In Abb. 24 ist die durchschnittliche Aufteilung der über fünf Mähtage erfassten Arbeitszeiten dargestellt. Hierbei wurde eine Auslastung von durchschnittlich 55 % der Gesamtzeit über einen Arbeitstag ermittelt. Die Straßenfahrten hatten einen Anteil von 21 %. Für Rüstzeiten, Wartung und Reparaturen wurden 24 % der Gesamtarbeitszeit benötigt. Die daraus resultierende durchschnittliche Flächenleistung betrug 4,6 ha/h. Rechnerisch wurde auf der Fläche unabhängig von der Flächengröße und -form mit einer durchschnittlichen Leistung von 8,4 ha/h gearbeitet. Die Transportfahrten sowie andere unproduktive Zeiten haben diese Leistung knapp um die Hälfte vermindert.

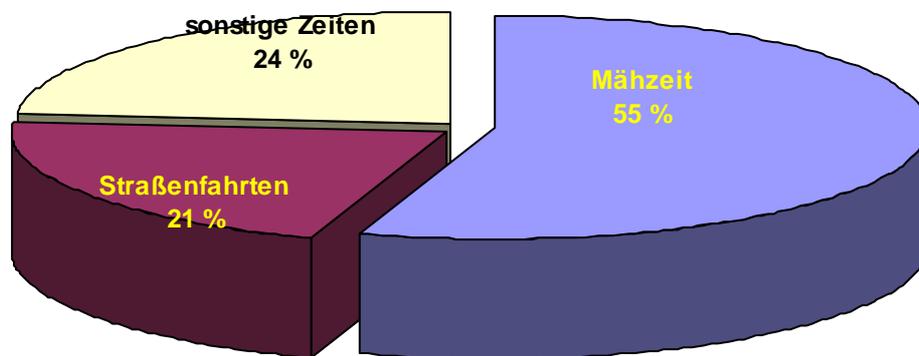


Abb. 24: Aufteilung der manuell erfassten Arbeitszeitdaten.

7.3. Automatische Datenerfassung

Die Ergebnisse der Analyse der Datenaufzeichnung auf dem selbstfahrenden Großflächenmäher der Mähgemeinschaft BTG vom ersten Schnitt und den Folgeschnitten 2004 sind in Tab. 18 dargestellt.

Tab. 18: Kenngrößen des Einsatzes eines selbstfahrenden Großflächenmähwerkes in der Mähgemeinschaft BTG im Jahr 2004

Parameter	1. Schnitt 2004	Folgeschnitte 2004
Analysierte Gesamtfläche [ha]	325	258
Anzahl analysierter Schläge	96	91
Ø Schlaggröße [ha]	3,4	2,8
Minimale Schlaggröße [ha]	0,14	0,13
Maximale Schlaggröße [ha]	12	16
Anzahl Mähtage	15	20
Ø Schläge / Mähtag	17	6
Ø Flächenleistung Mähen mit Transport [ha/h]	5,2	5,7
Ø Flächenleistung Mähen oh. Transport [ha/h]	9,8	10,0
Ø Mähzeit [%]	53	57
Ø Transportzeit [%]	47	43

Die Größe der zu mähenden Fläche variierte von 0,1 ha bis zu 12 bzw. 16 ha sehr stark. Dies liegt vor allem an den Betriebs- und Flächenstrukturen im Einsatzgebiet. Die durchschnittlichen zu mähenden Schläge je Mähtage sind beim ersten Schnitt deutlich höher, da für den optimalen Schnittzeitpunkt eine geringere Anzahl von Tagen zur Verfügung steht. Im Folgeschnitt entzerren sich die Schnitttermine betriebs- und witterungsbedingt. Die durchschnittliche Flächenleistung inklusive Transport ist im ersten Schnitt um 0,5 ha geringer. Dies hängt mit der geringeren durchschnittlichen Mähzeit zusammen. Durch vereinzelte Weidelgras- und Grünroggenflächen, die vor der Siloreife des Grünlandes gemäht werden, um anschließend mit Silomais bestellt werden zu können, steht mehr Transportzeit der Mähzeit gegenüber. Auf der Fläche selbst ist im Durchschnitt kein Unterschied hinsichtlich der Mähleistung festzustellen.

In Abb. 25 ist dargestellt, wie sich die Flächenleistung (ohne Transport) in Abhängigkeit von der Schlaggröße des eingesetzten Systems verändert.

Während die mittleren Flächenleistungen (ohne Transport) je Schlaggrößen zwischen den Systemen annähernd auf einem Niveau liegen, variiert vor allem die minimale Flächenleistung zwischen durchschnittlich 4 ha/h bei einer Schlaggröße von einem Hektar bis zu 13 ha/h bei zehn Hektar großen Schlägen.

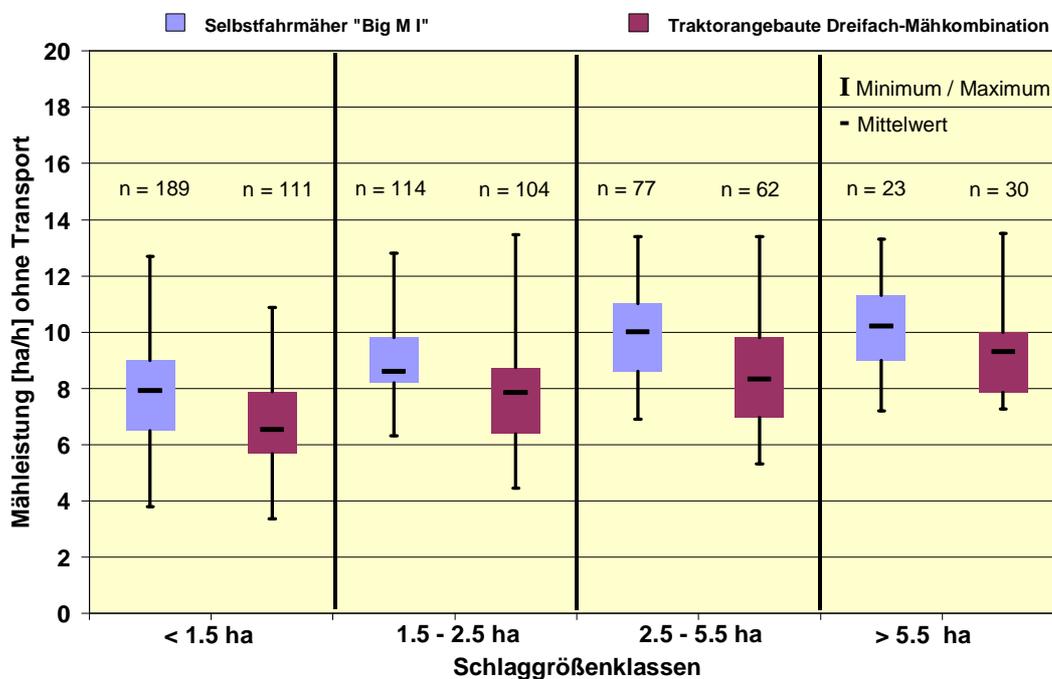


Abb. 25: Flächenleistung in Abhängigkeit von Schlaggrößen

Transportfahrten einbezogen liegt die durchschnittliche Flächenleistung über alle Schläge bei 5,2 ha/h bei dem Selbstfahrer und 5,7 ha/h beim traktorangebauten System (Tab. 19). Dies liegt vor allem an dem größeren Mähradius, den der Selbstfahrer gegenüber dem Traktormäher zu bewältigen hat. Die Leistung schwankt von 3,9 bis 13 ha/h.

Tab. 19: Vergleich der Mäheffizienz zwischen der reinen Flächenleistung und der Flächenleistung inkl. Transport.

Mähsystem	Selbstfahrmäher mit einer Arbeitsbreite von 9,1 m und einer Motorleistung von 220 kW (358 Wiesen)	Traktorangebaute Triple-Mähkombination mit einer Arbeitsbreite von 8,6 m und einer Motorleistung von 210 kW (292 Wiesen)
Durchschnittliche Mähleistung auf der Fläche	8,9 ha/h (s 1,9 ha/h)	8,1 ha/h (s 2,1 ha/h)
Durchschnittliche Mähleistung inklusive Transport	5,2 ha/h (s 2,5 ha/h)	5,7 ha/h (s 1,9 ha/h)
Durchschnittliche Mäheffizienz	58 %	70 %
Größe des Mähgebietes	27 km x 30 km (810 km ²)	8 km x 14 km (112 km ²)

Das Diagramm in Abb. 26 zeigt den Wendezeitenanteil der beiden Mähsysteme in Abhängigkeit der Schlaggröße. Bei den Schlägen < 1,5 ha werden 28 bis 34 % der Arbeitszeit zum Wenden benötigt, dies liegt nicht nur an der Flächengröße sondern auch vor allem an der Flächenform, die gerade bei den kleinen Schlägen sich unförmiger darstellt. Da der Selbstfahrer als kompakte Spezialmaschine etwas wendiger ist, erreicht er vor allem auf den kleinen Flächen, einen etwas geringeren Wendezeitenanteil.

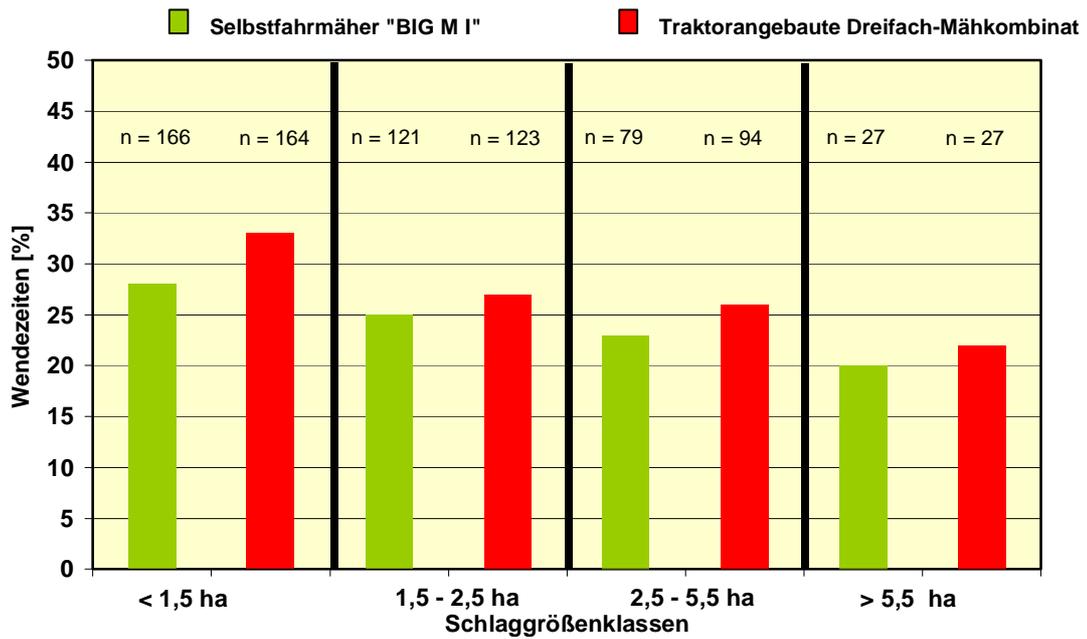


Abb. 26: Anteil der Wendezeit in Abhängigkeit der Schlaggröße.

Die automatisch erfassten Arbeitszeiten (Abb. 27) im Durchschnitt eines Mäh-tages stellen sich beim Selbstfahrmäher ähnlich dar, wie dies bereits bei der manuellen Erfassung ermittelt wurde. Knapp 60 % der Gesamtarbeitszeit konnten zum Mähen genutzt werden.

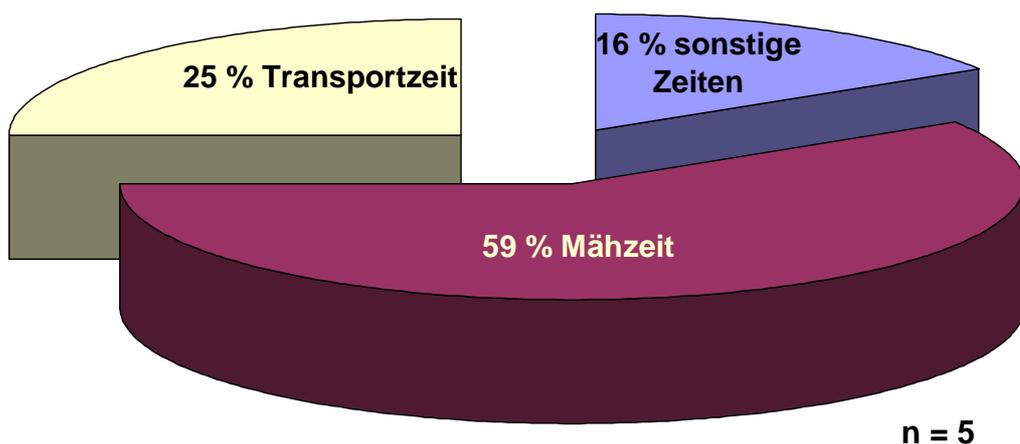


Abb. 27: Aufteilung der automatisch erfassten Daten an fünf zufällig ausgesuchten Mähtagen.

Die Aufteilung der reinen Mähzeit auf dem Feld ist in Abb. 28 dargestellt. Für das Wenden werden durchschnittlich 26 % der Mäharbeit benötigt. Drei Prozent der Arbeitszeit bleibt die Maschine auf dem Feld stehen. Diese Stillstandzeit wird durch Störungen oder Rüstzeiten verursacht.

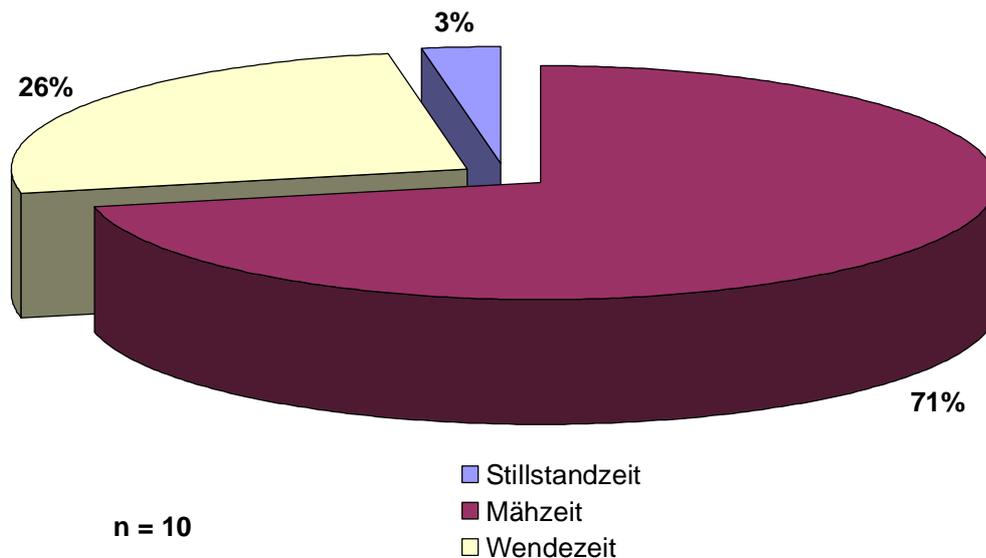


Abb. 28: Aufschlüsselung der reinen Mähzeit auf der Fläche. Zu Grunde gelegt sind die Daten beider Systeme.

7.4. Maschinenkostenberechnung und Bewertung der Systeme

Für die Maschinenkostenberechnung sowie der daraus möglichen Kostenvergleichsanalyse beider Systeme wurden die Marktdaten der Hersteller zu Grunde gelegt sowie die aus der Untersuchung erfassten tatsächlichen durchschnittlichen Mähleistungen der jeweiligen Systeme eingesetzt. Als Vergleichspreis wird der Maschinenringsatz von 33,- €/ha für das Mähen mit Aufbereiter ohne Schwadzusammenführung herangezogen. Für die Kostenberechnung bei selbstfahrenden Mähern wird der Marktpreis des am häufigsten auf dem marktbeindlichen Systems der Firma Krone verwendet. Seit 1997 wurden von beiden Generationen über 1.100 Einheiten verkauft (Seggering, M., 2007).

Da von der Mähgemeinschaft die Daten zum BIG M I vollständig über einen längeren Zeitraum vorliegen und auch die automatische Datenerfassung an zwei dieser Systeme durchgeführt wurde, ist unter anderem dieses System zur Berechnung herangezogen worden. Der Listenpreis ohne Mehrwertsteuer lag zum Zeitpunkt des Kaufes des BIG M I durch die Mähgemeinschaft bei ca. 180.000 € mit Schwadzusammenführung. Der BIG M II kostet mit Schwadzusammenführung 2007 etwa 270.000 €. Die Preisspanne für die Triple-Mähkombinationen mit Schwadzusammenführung liegt zwischen 55.000 und 75.000 €. Ein Durchschnittspreis von 60.000 € wurde für die Kostenberechnung zu Grunde gelegt, da die häufigst eingesetzten Mähkombinationen sich auf diesem Niveau befinden. Das Begleiten der traktorangebauten Mäher von 2004 bis 2006 hat gezeigt, dass die 260 PS bei den Traktoren eine notwendige Motorisierung darstellen, um in hügeligen Regionen mit 8,60 m Arbeitsbreite und Mähgutaufbereitern leistungsfähig Mähen zu können. Die Betriebsstundenkosten des Zugfahrzeuges sind von der jährlichen Auslastung abhängig. Da diese sehr individuell ausfallen können, wurde als Traktorkosten der Maschinenringsatz für Allradtraktoren mit 260 PS verwendet. Eine Betriebsstunde eines solchen Traktors kostet, ohne Fahrer und ohne Kraftstoff, beim Maschinenring 27,-- €/h.

Die Lohnunternehmer und Mähgemeinschaften verwenden zur Abrechnung die Mähleistung die auf der Fläche im Durchschnitt erzielt wurde, ohne die Transportzeit mit ein zu beziehen, da die Anfahrzeit über eine Anfahrpauschale separat berechnet wird. Bei den nachfolgend dargestellten Berechnungen wurden die aus der Datenerfassung tatsächlich erreichten Flächenleistungen mit und ohne Transport kalkuliert.

Die Reparaturkosten und der Kraftstoffverbrauch konnten aus den Aufzeichnungen der drei BIG M I von der Mähgemeinschaft über drei Jahre entnommen und Durchschnittswerte gebildet werden. Die Mähleistung ohne Transport mit 8,9 ha/h wurde für die Abb. 29 zu Grunde gelegt. An Hand aller zur Verfügung stehender Daten lassen sich die nachfolgenden Kostenverläufe für den Selbstfahrmäher BIG M I berechnen.

Als maximale jährliche Flächenleistung wurden 2000 ha unterstellt, da bei der vorliegenden Struktur des Mähgebietes keine höheren Mähleistungen zu realisieren sind. Bei der Flächenleistung von 8,9 ha/h wird die Abschreibungsschwelle von 2225 ha nicht erreicht, wodurch die Maschine nach Zeit abgeschrieben werden muss. Somit zählt die Abschreibung zum Kostenblock der Festkosten.

Mit einer Auslastung von 1.500 ha/a, die tatsächlich mit den Maschinen in der Mähgemeinschaft realisiert wird, kann ein Mähpreis von ca. 25,00 €/ha erreicht werden.

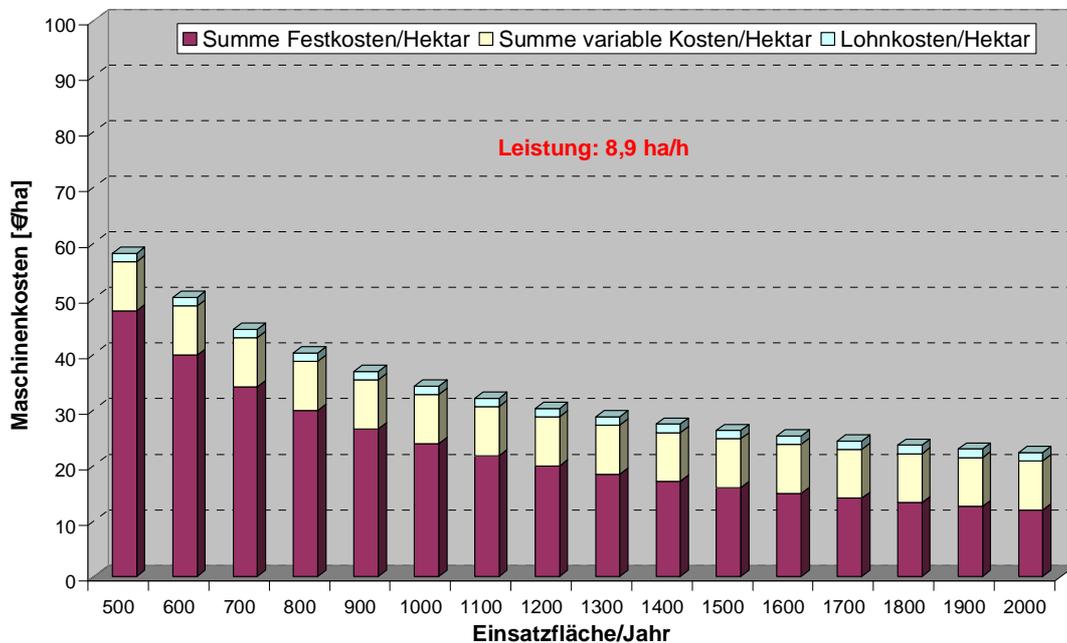


Abb. 29: Kostenverlauf des Selbstfahrmähers bei einer Mähleistung von ca. 9 ha/h ohne Transportzeiten.

Durch die Einbeziehung der Transportzeit und der einhergehenden Reduzierung der Flächenleistung auf 5,2 ha/h, verringert sich ebenfalls die Abschreibungsschwelle von 2225 ha auf 1250 ha. Dadurch wird die Maschine ab 1300 ha nach Leistung abgeschrieben (Abb. 30), wodurch die Abschreibungskosten dann zu den variablen Kosten zählen. Bei der jährlichen Jahresmähleistung von 1.500 ha/a, liegt der Mähpreis bei 28,00 €/ha.

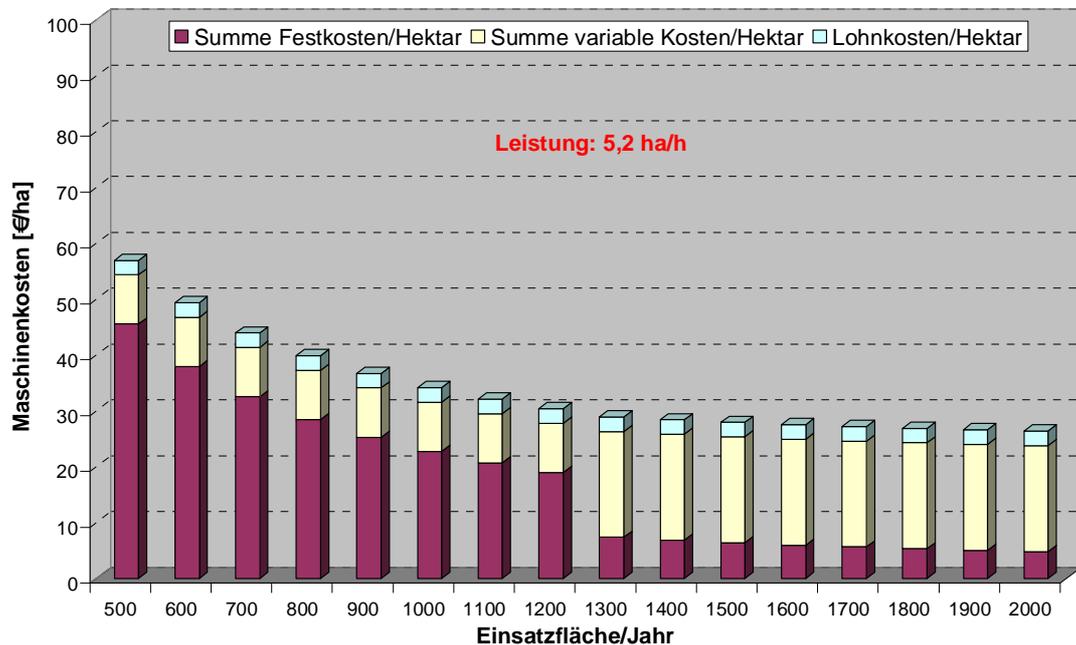


Abb. 30: Kostenverlauf des Selbstfahrmähers bei einer Mähleistung von ca. 5 ha/h mit Transportzeiten.

Die Triple-Mähwerkskombination erreicht auf der Fläche ebenfalls ein hohes Leistungsniveau von durchschnittlich 8,1 ha/h. Laut KTBL beträgt die Nutzungsdauer 4000 ha was bei einer zehnjährigen Nutzung einer Abschreibungsschwelle von 400 ha/Jahr entspricht. Die Kostenverläufe wurden für eine Jahresleistung bis zu 1500 ha berechnet (Abb. 31). Die bisher erfassten Daten zeigen eine mögliche maximale Auslastung von 1000 ha/Jahr unter den Bayerischen Einsatzbedingungen. Laut den Aufzeichnungen aus den Umfragen werden diese Systeme meist kaum über 500 ha/a ausgelastet, da die Strukturen ungünstiger sind bzw. ein hoher Eigenmechanisierungsgrad beim Mähen vorhanden ist. Bei einer Auslastung von 1000 ha/a betragen die Mähkosten ohne Transport ca. 27,-- €/ha. Bei den 500 ha/a betragen die Maschinenkosten für ein Hektar Mähen ca. 30,-- €/ha.

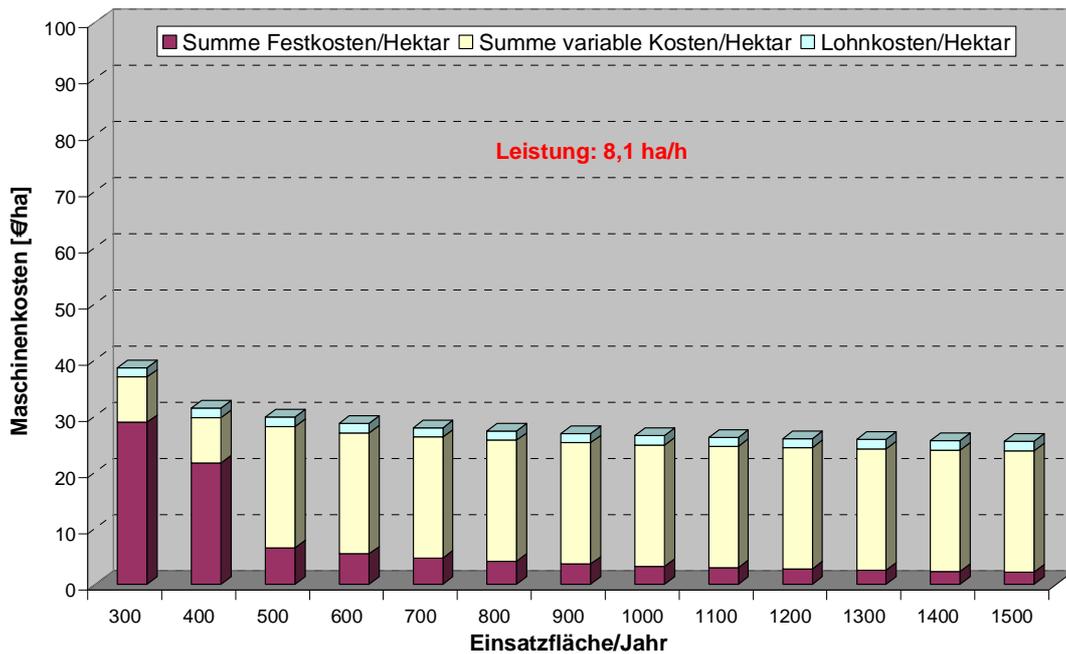


Abb. 31: Kostenverlauf bei der traktorangebauten Triple-Mähwerkskombination und der Mähleistung auf der Fläche

Die Kalkulation der Maschinenkosten mit Transportzeit ist in Abb. 32 dargestellt. Bei 1000 ha/a kostet das Hektar Mähen 27,-- €, bei 500 ha/a 31,-- €. Ähnlich stellen sich die Abrechnungskosten beim Mähen der Maschinengemeinschaften dar. Im Durchschnitt kostet das Hektar Mähen mit Aufbereiten (ohne Schwadzusammenführung) 30,-- €.

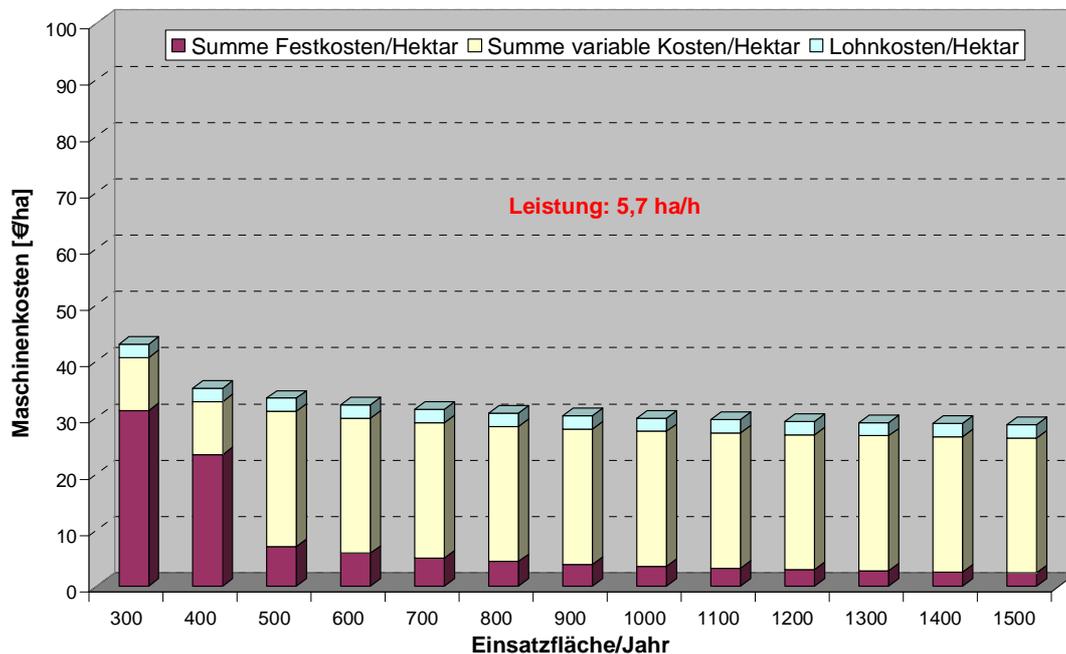


Abb. 32: Kostenverlauf bei der traktorangebauten Triple-Mähwerkskombination inklusive Transport

In Abb. 33 sind verschiedene Mähfahrzeugvarianten zusammengefasst. Die Daten zur Berechnung wurden von den in der Praxis eingesetzten Maschinen erhoben und zugrundegelegt. Die verwendeten Listenpreise wurden von den Firmen angegeben. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden keine Rabatte bzw. die tatsächlich bezahlten Preise eingesetzt.

Werden Triple-Mähwerkskombinationen bei einer realisierbaren absoluten Mähleistung von etwa 6 ha/h, mit mindestens 500 ha/Jahr ausgelastet, können die Arbeitserledigungskosten pro Hektar unterhalb des vom Maschinenring geforderten Preises gesenkt werden. Der Einsatzumfang (mögliche Jahresleistung) der traktorangebauten Mähwerke ist von der Flächenstruktur im Einsatzgebiet abhängig. Als Obergrenze für den Einsatzumfang haben sich in den Aufzeichnungen unter Bayerischen Verhältnissen 1.000 ha ergeben. Die Selbstfahrer benötigen deutlich höhere Flächeneinheiten, um unter den realisierbaren Hektarleistungen in der Praxis, konkurrenzfähig zu sein. Um mit den Traktorlösungen hinsichtlich der Arbeitserledigungskosten je Hektar gleich zu ziehen, müssen die Selbstfahrer mit 9 – 10 m Arbeitsbreite mindestens 1.500 ha/a mähen. Bei den in der Praxis realisierten Mähleistungen liegt die Obergrenze eines solchen Selbstfahrers pro Jahr bei maximal 2.000 ha.

Aus den Aufzeichnungen eines Lohnunternehmers, der einen Selbstfahrer mit 14 m Arbeitsbreite einsetzt, ergaben die Berechnungen, dass mit dieser Maschine bei der zu Grunde gelegten Leistung von 4,2 ha/h inklusive Transport und einem Listenpreis von 360.000,- € netto, mindestens 2.500 ha gemäht werden müssen, um mit den anderen Systemen konkurrieren zu können. Generell gilt, je höher der Anschaffungspreis eines Systems ist, um so wichtiger ist es hohe Flächenleistungen zu erzielen. Diese ermöglichen eine hohe Auslastung, die eine Kostensenkung ermöglicht und die Vorzüglichkeit des Systems erhöht.

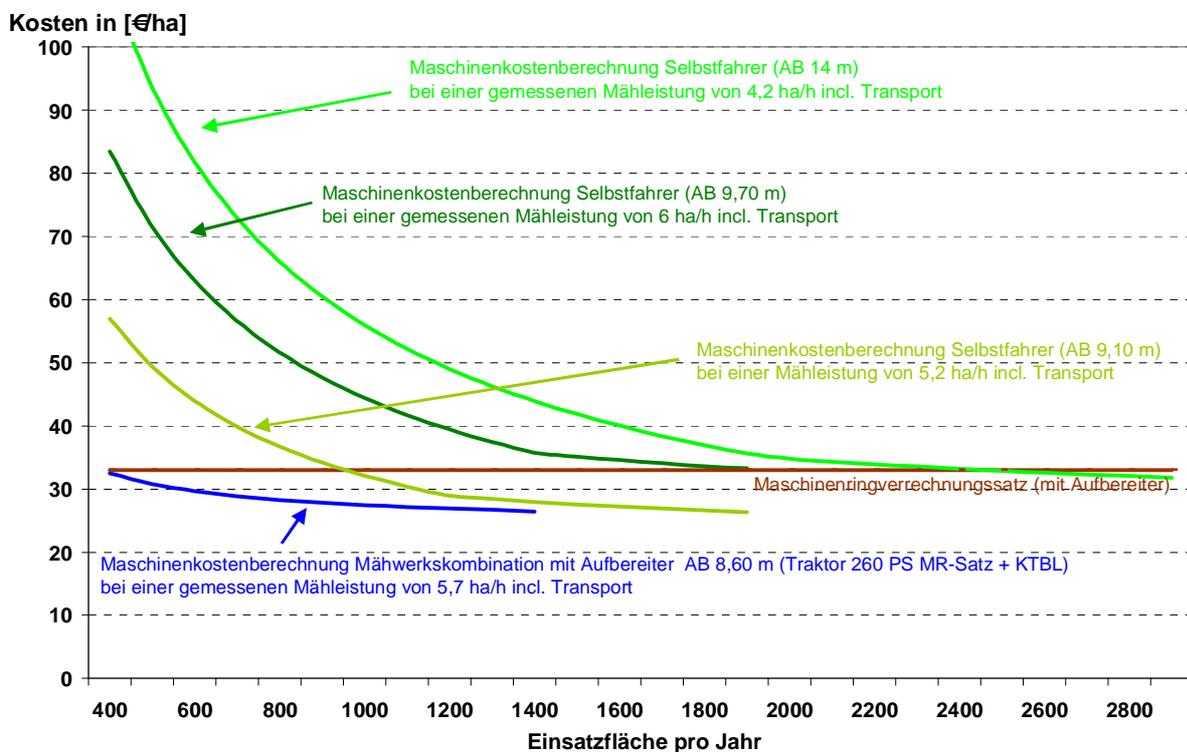


Abb. 33: Vergleich verschiedener Mäher mit unterschiedlichen Leistungs-klassen und Listepreise

8. Schlussfolgerungen

Die Verbreitung von traktorangebauten und selbstfahrenden Großflächmähdwerken nimmt vor allem in den Grünlandregionen immer mehr zu. Gerade in den kleinstrukturierten Gebieten des Voralpenlandes und des Bayerischen Waldes sind diese Systeme am häufigsten im Einsatz. Der überbetriebliche Maschineneinsatz ist dort seit langem fester Bestandteil der Betriebe. Viele Nebenerwerbsbetriebe beziehen ihr Einkommen durch außerlandwirtschaftliche Tätigkeit, wodurch für ein termingerechtes Mähen meist keine Zeit vorhanden ist. Die Haupterwerbsbetriebe sind mit der Stallarbeit ebenfalls voll ausgelastet, so dass das Mähen bzw. die gesamte Silagebergung überbetrieblich erledigt wird. In den Regionen, wo das Grünland überwiegt, werden häufiger Selbstfahrmäher eingesetzt, da diese als Spezialfahrzeug ähnlich wie der Feldhäcksler uneingeschränkt zum Mähen zur Verfügung stehen und nicht anderweitig genutzt werden können, so dass diese zum Mähen nicht zur Verfügung stehen. Bei fünf Mähterminen und mehr pro Jahr wird die notwendige Auslastung ($> 1.500 \text{ ha/a}$) schnell erreicht. Die meist hügeligen Grünlandregionen fordern für ein schlagkräftiges Mähen Leistungsreserven und ein gut abgestimmtes Fahrwerk mit der geeigneten Bereifung. Beides wird von der Spezialmaschine, wie es der Selbstfahrer ist erfüllt. Die Datenerhebung hat gezeigt, dass für eine dreifache Mähkombination mit Aufbereitern und einer Arbeitsbreite von 8,6 m, 260 PS notwendig sind, um eine hohe Schlagkraft auch auf hügeligen Flächen zu erreichen. Traktorangebaute Mäher sind vor allem im Übergang zu Ackerbauregionen zu finden bzw. wo die zu mähende Fläche begrenzt ist und sich nicht ausweiten lässt (500 – 1.000 ha), wodurch sich ein Selbstfahrer nicht rechnen würde. In diesen Regionen kann eine zusätzliche Auslastung des Traktors erfolgen, indem dieser bei der Bodenbearbeitung eingesetzt werden kann, indem es zu keinen direkten Überschneidungen mit den Mähterminen kommt. Lohnunternehmer, die in Grünlandregionen traktorangebaute Lösungen einsetzen wechseln häufig zwischen Mähwerk, Kurzschnittladewagen und Großpackenpressen, um den für das Mähen notwendigen Großtraktor mit $> 200 \text{ PS}$ auslasten zu können. Dabei kommt es immer wieder beim ersten Mähtermin zu Überschneidungen und Engpässen. Je nach Region kann sich der erste Mähtermin über mehrere Wochen erstrecken.

Meist werden Ende April sowie in der ersten Maiwoche Zwischenfrüchte wie z. B. Grünroggen oder Weidelgras gemäht, um die Flächen für den nachfolgenden Maisanbau zu räumen. In dieser Phase wird viel Strecke in Verhältnis zur Fläche zurückgelegt. In der Regel beginnt ab der zweiten Mai-Woche der Hauptschnitt des ersten Mähtermins, wo es am häufigsten zu Engpässen kommt.

Die untersuchten selbstfahrenden und traktorangebauten Großflächenmäher erreichen auch auf kleinen Grünlandstücken im Durchschnitt Mähleistungen von 7 ha/h und mehr. Im praktischen Einsatz verringern sich diese hohen Leistungen durch die Transportzeiten um 30 – 40 % auf etwa 5 ha/h. Eine Verringerung dieser unproduktiven Transportzeiten ist unbedingt notwendig. Sie kann nur durch eine optimierte Einsatzplanung in Verbindung mit einer besseren Abstimmung der Mähtermine auf Seiten nahe beieinander liegender Betriebe erfolgen. Die festgestellte Situation erinnert an den überbetrieblichen Maschineneinsatz beim Zuckerrübenroden. Auch hier haben lange Zeit unproduktive Transportzeiten die Rodeleistungen eingeschränkt. Erst eine striktere Rodeplanung konnte die Situation verbessern.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt die Kostensituation unter verschiedenen Berechnungsvarianten auf. Die vielerorts vorhandene Eigenmechanisierung verhindert eine bessere Auslastung der überbetrieblich eingesetzten Mähsysteme, da mit mehr Transportfahrten die notwendige Fläche erreicht wird. Diese unproduktive Zeit der Transportfahrt beschränkt wiederum die Gesamtkapazität des Systems. Der Kaufpreis sowie die absolute Flächenleistung der verschiedenen Systeme sind die entscheidenden Einflussgrößen für den wirtschaftlichen Einsatz. Je höher die absolute Flächenleistung während eines Mähtages ist, was hauptsächlich vom Verhältnis von Mähzeit zu Transportzeit abhängig ist, umso höher ist die mögliche Auslastungskapazität. Dies wird vor allem bei den selbstfahrenden Mähern deutlich, die auf den Flächen trotz ungünstiger Strukturen hohe Flächenleistungen von bis zu 10 ha/h erreichen und für einen wirtschaftlichen Einsatz je nach Kaufpreis eine Mindestfläche zwischen 1.500 und 2.500 ha pro Jahr mähen müssen. In der Praxis werden diese erreicht, jedoch fehlt die Kapazität auf Grund der bis zu 50 % niedrigeren absoluten Flächenleistung, die Maschine höher auslasten zu können und dadurch die Mähkosten weiter zu reduzieren.

9. Ausblick

Die umfangreichen erfassten Daten zum Einsatz von Großflächenmähern in Bayern zeigen den hohen Anteil an unproduktiver Zeit bedingt durch den Transport auf. Die Planung und Optimierung des Mähereinsatzes gestaltet sich schwieriger als z. B. die Planung der Zuckerrübenernte und –abfuhr. Dies liegt an dem engen Zeitfenster zu den Schnitfterminen. Die Landwirte müssen so angefahren werden, wie diese den Einsatz bestellt haben. Dadurch kommt es vor, dass manche Gebiete zu einem Mähtermin öfters angefahren werden müssen. Der Einsatz mehrerer Maschinen in einer Region könnte durch ein sogenanntes Flottenmanagementsystem durchaus optimiert werden. Hierbei hat der Disponent die Möglichkeit den einzelnen Mähereinheiten, die eingehenden Aufträge (Luftbilder der zu mähenden Schläge) online auf den Bildschirm im Mäher mit Landkartenausschnitt zuzuweisen. Der Computer rechnet den kürzesten Anfahrtsweg unter Berücksichtigung von Durchfahrtsbeschränkungen usw. aus und navigiert den nächstgelegenen Mäher dort hin. Da alle Mäher mit GPS ausgerüstet sind, kann der Disponent sowie die Fahrer verfolgen, wo sich gerade die einzelnen Mäher bewegen, welche Flächen bereits gemäht sind und noch gemäht werden müssen. Bei Ausfällen eines Mähers oder bei vorhandener Kapazität, könnte die Planung verbessert werden, was zu einer höheren Auslastung der einzelnen Mäher führen würde.

Die bereits gespeicherten Flächen könnten mit einem Mähstrategieplan hinterlegt werden, so dass den Fahrern immer die optimierte Fahrweise beim Mähen je nach Schlagform vorgegeben wird, wodurch die Mäheffizienz auf der Fläche optimiert ist. Zusätzlich wäre es möglich mit einem Spurführungssystem die Mäher auszustatten, dadurch könnte die gesamte Mähbreite auch bei hohen Geschwindigkeiten immer komplett ausgenutzt werden, da ein exaktes Anschlussfahren ermöglicht würde und es kaum mehr zu Überlappungen kommen würde. Eine noch höhere Flächenleistung wäre die Folge, die zu einer besseren Mäheffizienz auf der Fläche führen könnte.

10. Literaturverzeichnis

1. Agrarbericht Bayern 2006, S.86 - 89
2. Claas (2007); Produktinformation Scheibenmäherwerke
3. Galler, H. (2007); Maschinenring Laufen: Verrechnungssätze für Traktoreneinsatz; www.
4. JF Stoll (2007); Produktinformation Scheibenmäherwerke
5. Kraxner, H.: Vorlesungsskript Produktionsökonomie (LW), Fachhochschule Weihenstephan (Hrsg.), Freising, Kap. 3.1.3 – 3.1.4
6. Krone (2007) Produktinformation Scheibenmäherwerke
7. KTBL Makost: Maschinenkostenkalkulation für Windows, Version 3.0, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (Hrsg.), Darmstadt, 2002
8. Kuhn (2007) Produktinformation Scheibenmäherwerke
9. Kverneland (2007) Produktinformation gezogene Mäherwerke.
10. KTBL: KTBL Taschenbuch Landwirtschaft 2002/2003, 21. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (Hrsg.), Darmstadt, 2002, S. 7 – 276
11. KTBL: KTBL Typentabellen, KTBL Versuchsstation Dethlingen (Hrsg.), Münster, 2003
12. N., N.; Maschinenringe (2003) Verrechnungssätze ab 2003, MR Rottenburg/L. e.V. (Hrsg.), Rottenburg, S. 10
13. Reiter, Th. (2007) Fa. Pöttinger; mündliche Mitteilung Verkaufszahlen zu Mäherwerkskombinationen
14. Scheuerlein, A.: Finanzmanagement für Landwirte, BLV Verlagsgesellschaft mbH München Wien Zürich (Hrsg.), München, 1997, S. 55
15. Seggering, M. (2007) Fa. Krone mündliche Mitteilung Absatzzahlen BIG M