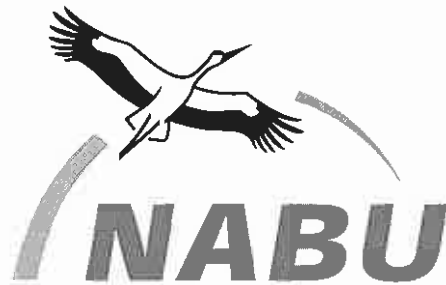


1848

NATURSCHUTZBUND NABU  
GRÜNE REIHE



NATURVERTRÄGLICHE

# MÄHTECHNIK

*Moderne Mähgeräte im Vergleich*



# IMPRESSUM

- TEXT / BEARBEITUNG:** Dipl.-Ing. Dr. Rainer Oppermann  
Institut für Landschaftsökologie  
und Naturschutz (ILN) Singen  
Mühlenstr. 19  
78224 Singen
- Dipl.-Biol. Albert Claßen  
Schnaidholzstr. 1b  
78239 Rielasingen
- FOTOS / GRAPHIKEN:** A. Claßen, R. Oppermann, soweit nicht anders vermerkt
- HERAUSGEBER /  
BEZUGSADRESSEN:** Naturschutzbund NABU  
Landesverband Baden-Württemberg e.V.  
Tübinger Str. 15  
70178 Stuttgart  
Tel.: 0711 / 9 66 72-0  
Fax: 0711 / 9 66 72-33  
E-Mail: NABU.BW@t-online.de  
Internet: www.NABU-BW.de
- Spendenkonto Nr. 8 100 438  
bei der Landesgirokasse Stuttgart  
BLZ 600 501 01  
(Spenden sind steuerlich absetzbar)
- TITEL / LAYOUT:** Designagentur frank & schmidt
- DANKSAGUNG:** Wir danken allen, die an der Erstellung der Broschüre  
mitgewirkt oder Anregungen gegeben haben,  
insbesondere Dr. H. Nußbaum von der LVVG  
in Aulendorf, L. u. J. Mlejnek aus Bialystok /Polen,  
M. Peintinger und S. Schuster, sowie P. Büber,  
Dr. R. Luick, D. Schmidt und B. Schmoll

Die Erstellung der Broschüre erfolgte mit Unterstützung  
der Stiftung Naturschutzfonds.



Preis: DM 8,--  
© NABU Baden-Württemberg,  
1. Auflage November 1998

# **Naturverträgliche Mähtechnik - Moderne Mähgeräte im Vergleich -**

**von Rainer Oppermann  
und Albert Claßen**

herausgegeben in der Grünen Reihe vom Naturschutzbund NABU,  
Landesverband Baden-Württemberg e.V.



**Eine Bäuerin berichtete, daß 1964 ihre Wiese nach der  
ersten Kreiselmahd einem Schlachtfeld glich.**

**Wer einmal die verstümmelten Amphibien gesehen hat,  
für den ist der Einsatz naturverträglicher Technik  
keine Frage mehr.**

**Die Erstellung der Broschüre erfolgte mit  
Unterstützung der Stiftung Naturschutzfonds.**

**Hierfür danken wir der Stiftung Naturschutzfonds!**



	<b>Seite</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>Englische Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Polnische Kurzfassung</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>13</b>
<b>2. Geschichte des Mähens und der Mähgeräte</b> .....	<b>15</b>
<b>3. Mähgeräte - Charakterisierung heute verwendeter Geräte</b> .....	<b>17</b>
3.1 Typisierung und Arbeitsweisen .....	17
3.2 Schneidende Mähgeräte .....	18
3.3 Rotations-Mähwerke .....	20
3.4 Aufbereiter .....	22
<b>4. Naturverträglichkeit von Mähgeräten</b> .....	<b>23</b>
4.1 Wissenschaftliche Grundlagen .....	23
4.2 Amphibienverluste bei verschiedenen Mähgeräten .....	25
4.3 Insektenverluste und Nahrungskette .....	30
4.4 Wirkungen auf Vegetation und Boden .....	32
4.5 Indirekte Auswirkungen .....	33
<b>5. Marktübersicht: Leistungsvergleich und Kosten verschiedener Mähgeräte</b> .....	<b>34</b>
5.1 Angebotspalette .....	34
5.2 Leistungs- und Kostenvergleich .....	35
5.3 Beispiele für naturverträgliche Mähgeräte .....	38
<b>6. Ausblick</b> .....	<b>42</b>
6.1 Naturverträglichkeit versus „Schlagkraft“ .....	42
6.2 Optimierung und Visionen .....	43
<b>7. Handlungsempfehlungen des NABU</b> .....	<b>45</b>
<b>8. Herstelleradressen</b> .....	<b>46</b>
<b>9. Literatur</b> .....	<b>47</b>

## Kurzfassung

### Naturverträgliche Mähtechnik

von Rainer Oppermann und Albert Claßen

#### Einleitung

Bis vor wenigen Jahren waren die Wirkungen verschiedener Mähgeräte auf die Wiesenfauna kaum bekannt. Die Naturverträglichkeit spielte bei der Entwicklung der Mähgeräte keine Rolle. Mit der Mechanisierung der Landwirtschaft entwickelten sich Anbau-Mähgeräte für Traktoren, zunächst Balkenmähwerke, später moderne Doppelmessermähwerke sowie Kreiselmäherwerke, und seit einigen Jahren dominieren Scheibenmäherwerke. Die verschiedenen Bau- und Arbeitsweisen haben unterschiedliche Auswirkungen auf Fauna, Vegetation und Boden.

In neuerer Zeit wurde die Vermutung laut, daß der vielerorts trotz umfangreicher Bemühungen zur Erhaltung und Renaturierung von Feuchtgrünland zu beobachtende Rückgang der Weißstorchbestände mit dem verbreiteten Einsatz des Kreiselmähers zusammenhängt. So wurden 1992/93 Untersuchungen zunächst in Deutschland (Federsee-Region, Lkr. Biberach, Land Baden-Württemberg), dann 1995/1996 in amphibienreichen Wiesen Nordostpolens (Narew-Niederung) durchgeführt. Ziel war, die Naturverträglichkeit verschiedener Mähgeräte zu testen und entsprechende Handlungsempfehlungen auszusprechen. Für die landwirtschaftliche Praxis wurden eine Marktübersicht erstellt sowie ein Leistungs- und Kostenvergleich durchgeführt.

#### Naturverträglichkeit von Mähgeräten

In amphibienreichen Wiesen Nordostpolens wurden mit insgesamt 37 Versuchen auf verschiedenen Flächentypen die Auswirkungen verschiedener Mähgeräte und verschiedener Betriebseinstellungen untersucht. Auf den jeweils 40x50 m großen Versuchsflächen (0,2 ha) erfolgte unmittelbar nach der Mahd die Durchsuchung des Mähgutes. Die Amphibien wurden nach Art, Größe und Verletzungen notiert. Die Amphibienfauna bestand überwiegend aus Grasfröschen (*Rana temporaria*) (65 %), Moorfröschen (*Rana arvalis*) (30 %) und Erdkröten (*Bufo bufo*) (5 %). Die Amphibiendichten lagen meist bei 500-1.000 Individuen/ha, Spitzenwerte konnten mit bis zu 2.300 Individuen/ha Subadult- und Adulttieren und bis zu 3.400 Individuen/ha Juveniltieren festgestellt werden.

Die Totverluste betragen im Durchschnitt mehrerer Versuchswiederholungen bei Sense und Balkenmäherwerk 1 %, bei Scheiben- und Kreiselmäherwerk lagen sie bei 10 %. Die Gesamtverluste (tote und verletzte Amphibien) waren bei Scheiben- und Kreiselmäherwerk mit durchschnittlich 27 % rund 3 mal so groß wie beim Balkenmäherwerk (10 %). Berücksichtigt man die Tatsache, daß die Amphibien sich erst im Alter von 3 Jahren fortpflanzen können und daher in der Regel 6 Mahdvorgänge unbeschadet überstehen müssen, so summieren sich die Verluste weiter und die Unterschiede sind noch drastischer. Ein weiteres Problem stellt der Verletzungsgrad dar: bei Scheiben- und Kreiselmäherwerken ist der Anteil schwer verletzter Tiere (Extremitätenverluste, schwere Hautschnitte) deutlich höher als beim Balkenmäherwerk.

Untersuchungen anderer Autoren zu den Auswirkungen auf die Insekten zeigen trotz der Verschiedenheit der Tiergruppen und der spezifischen Wirkungsweise ähnliche

Verlustraten (30 % bei Rotationsmäherwerk, 5-10 % bei Balkenmäherwerk). Experimentelle Versuche mit Amphibien-Attrappen stützen die vorliegenden Ergebnisse.

Für die Vegetation gibt es bislang keine entsprechenden Untersuchungen. Allgemein wird von der landwirtschaftlichen Praxis von einem etwas verzögerten Wiederaustrieb der Grasnarbe nach Mahd mit Kreiselmähern berichtet, was auf den faserigen Schnitt (Halme und Blätter werden durch die Klingen abgeschlagen) im Vergleich zum glatten Schnitt beim Messermäherwerk zurückzuführen ist. Ferner ist hinsichtlich des Bodens von einer höheren Bodenverdichtung beim Einsatz von Rotationsmäherwerken auszugehen, da die Mäherwerke durchschnittlich 3 x so schwer sind wie entsprechende Balkenmäherwerke und größere bzw. leistungsstärkere Schlepper zum Antrieb benötigen.

### **Marktübersicht: Leistungs- und Kostenvergleich**

Zur Erstellung eines Leistungs- und Kostenvergleichs wurde Prospektmaterial von 13 Herstellern ausgewertet. Die verfügbaren Arbeitsbreiten betragen bei Fingerbalkenmäherwerken bis zu 1,90 m, bei Doppelmessermäherwerken und Kreiselmäherwerken bis 3,10 m bzw. 3,30 m und bei Scheibenmäherwerken bis zu 4,85 m. Darüber hinaus gibt es Spezialgeräte bis 9 m Arbeitsbreite. Die Flächenleistung ist in erster Linie von der Arbeitsbreite abhängig und beträgt bei einer Mähgeschwindigkeit von 12-15 km/h je Meter Arbeitsbreite bis 1,1-1,2 ha/h (alle Anbaugeräte). Der Kraftbedarf ist für die Rotationsmäherwerke 3 x größer als für Messermäherwerke, und entsprechend größer ist die benötigte Schlepperleistung und der Energieverbrauch. Nachteile der Doppelmesser-Mäherwerke bestehen bezüglich der Empfindlichkeit bei unebenen Bodenverhältnissen oder Hindernissen (Äste, Steine) und hinsichtlich des höheren Wartungsaufwandes für das Schleifen der Messer. Er kann mit halb- oder vollautomatischen Schleifeinrichtungen reduziert werden. Die Preise von Kreisel- und Scheibenmäherwerken sind um rund 20-40 % höher als bei Doppelmessermäherwerken.

### **Diskussion und Handlungsempfehlungen**

In der Diskussion werden Naturverträglichkeit, Leistungsbilanz und Kostenvergleich einander gegenübergestellt. Es zeigt sich, daß Doppelmesser-Mäherwerke den Rotationsmäherwerken überlegen sind, ausgenommen Empfindlichkeit bei unebenen Bodenverhältnissen und Wartungsaufwand. Bezüglich dieser Problempunkte sind jedoch Verbesserungen möglich.

Als Handlungsempfehlungen werden daher ausgesprochen:

- Bei allen gegenwärtig eingesetzten Mähergeräten sollte der Schnitt zur Schonung der Tiere am Boden möglichst hoch erfolgen (mindestens 7-8 cm). Der "Rasiermesserschnitt" muß der Vergangenheit angehören.
- Die Umstellung auf naturverträgliche Doppelmesser- (und Finger-)Mäherwerke muß landes- und bundesweit propagiert und von der landwirtschaftlichen Beratung unterstützt werden.
- Landwirtschaftliche Förderprogramme (z.B. MEKA in Baden-Württemberg) müssen um die Position „naturverträgliche Mähetechnik“ erweitert werden.

- In der Landschaftspflege und in großflächigen Niederungs-Grünlandgebieten ist der Einsatz von Doppelmesser- bzw. Fingermähwerken verbindlich vorzuschreiben.
- Für die naturverträgliche Landschaftsentwicklung sollten Maßnahmen zur Verbesserung der Landschaftsstruktur (abgestuftes System von Extensiv- und Intensivflächen, parzellierte Bewirtschaftung, Randstreifen etc.) und der Einsatz naturverträglicher Landtechnik (schonende Mähtechnik, schonende Grabenpflege) großflächig gekoppelt werden.
- Im Anschluß an die Ausführungen folgt eine Zusammenstellung der Herstelleradressen und von weiterführender Literatur.

**Der Einsatz von naturverträglichen Doppelmesser-Mähwerken sollte zur Selbstverständlichkeit werden. So wie heute jedes neue Kraftwerk über gute Filteranlagen und jedes neue Auto über Katalysator verfügt, so sollten neue Mähwerke naturverträglich sein.**



## Environmentally friendly mowing of agricultural grassland

by Rainer Oppermann and Albert Claßen

### Introduction

Until recently the effects of different types of mechanized mowers on the fauna in agricultural grassland have received little attention. When mowers were designed it did not matter how they would affect the environment. Along with the mechanization of agriculture tractor-mounted mowers were designed initially as single blade cutter bar mowers which were followed by double blade and rotary mowers. In the past few years rotary drum and disc mowers have dominated. Each type of mower has a different effect on the fauna, vegetation and soil of the plot to be mowed.

The decrease in White Stork populations that occurred although wetland protection has been intensified has only recently been related to the widespread use of rotary mowers. To test this assumption we conducted studies on the effects of mowers as to environmentally friendly mowing in two regions, one in Germany (1992/1993) in the Lake Federsee region located in the county of Biberach in the State of Baden-Württemberg, the other in north-eastern Poland (1995/1996) in the region of the Narew lowlands in meadows with a high abundance of amphibians. Our goal was to prepare recommendations for mowing practices. We compiled a review of mower types comparing costs and performance. We conclude this paper with an overview of environmentally friendly mowers.

### Environmentally friendly mowers

37 experiments were carried out on different meadow types and in meadows with a high abundance of amphibians in north-eastern Poland whereby each machine was put through a series of adjustments. Immediately after mowing each experimental plot (40x50m = 0.2ha) was searched for amphibians which were recorded as to species, size and manner of injury. The amphibians recorded were the Common Frog (*Rana temporaria*) (65 %), the Moor Frog (*Rana arvalis*) (30 %) and the Common Toad (*Bufo bufo*) (5 %). Amphibian abundance generally amounted to 500-1,000 individuals/ha with the highest value reaching 2,300 individuals/ha of subadult and adult animals and 3,400 individuals/ha of juveniles respectively.

After a series of experiments an average of 1 % of dead amphibians was recorded on plots mowed with scythes or cutter bar mowers, mortality amounted to 10 % on plots mowed with rotary mowers. Total loss (dead and injured animals) was almost three times higher after mowing with rotary (disc and drum) mowers (27 %) compared to cutter bar mowers (10 %). Considering that amphibians do not reach sexual maturity until their third year and that they consequently have to face six mowings (two each growing season), mortality rates increase and also become more pronounced. Furthermore, the degree of injury is a further question of concern: rotary mowers result in a higher percentage of seriously injured animals (loss of limbs, deep incisions) than do cutter bar mowers.

Studies by other authors on mowing and its effects on insects have produced similar results although pertaining to different taxa. Mortality rates are similar, i.e. 30 % for

rotary mowers and 5-10 % for cutter bar mowers. Experiments with dummy amphibians support these results.

No corresponding studies on vegetation are available to date. It is generally accepted that the cutter bar mower produces a clean cut whereas mowing with a rotary mower leads to slightly delayed growth due to the fringed cut (culms and leaves are knocked down by the blades). Moreover, rotary mowers are three times heavier on the average than cutter bar mowers and require bigger or more powerful tractors which in turn leads to higher soil compaction.

### **Review of costs and performance**

To compare costs and performance of mowers brochures and leaflets on equipment produced by 13 companies were evaluated. Available mower sizes extend from 1.90m for a simple (finger) cutter bar mower to 3.10m and 3.30m for later versions of cutter bar (double blade) mowers and rotary mowers respectively and to 4.85m for disc mowers. Furthermore, special types have a length of 9m. Mower efficiency is related to blade width and measures 1.1-1.2ha/h (applies to all mower types) with tractor speed ranging from 12-15km/h. The power required for rotary mowers is three times higher than for cutter bar mowers with tractor performance and fuel increasing proportionately. Disadvantages of double blade cutter bar mowers lie in the fixed position of the blades which prevents automatic adaptation to unevenness of the ground and to hindrances on the ground (branches and stones) as well as more intensive care with respect to maintaining sharpness of blades. These costs can be reduced when automatic sharpening machines are used. Prices for rotary mowers are about 20-40 % higher than for cutter bar mowers.

### **Recommendations**

Environmentally friendly mowing, costs and performance of mowers are investigated and discussed as to application. Our results show that double bladed cutter bar mowers are superior to rotary mowers if lack of adaptability to uneven ground and high level of maintenance are disregarded. However, concerning these problems improvements are possible.

We therefore highly recommend the following measures:

- Cutting height for all mower types now common and in use should be set as high as possible (minimum 7-8cm) to avoid harm to animals.
- State and national institutions are called on to propagate the use of double (and single) bladed cutter bar mowers with further support from state agricultural agencies.
- Agricultural promotion programmes (e.g. MEKA in the State of Baden-Württemberg) have to be expanded to include "environmentally friendly mowing".
- Compulsory use of cutter bar mowers (finger bar and double bladed mowers) in management schemes on extensive lowland grasslands and in landscape conservation.
- Environmentally friendly landscape management should include measures to improve landscape structure (patchwork system of intensive and extensive

farming, small plots, field margins, etc.) as well as the use of environmentally friendly machines (environmentally friendly mowers, sensitive dredging) on a large scale.

- In the appendix a list of the companies with addresses and references is provided.

**It is now standard practice for each new power plant to be equipped with effective filters and each new car with a catalytic converter. It should also become standard practice that new mowers are designed environmentally friendly.**

## STRESZCZENIE

### EKOLOGICZNE KOSZENIE UŻYTKÓW ZIELONYCH

Rainer Oppermann i Albert Claßen

#### Wstęp

Jeszcze kilka lat temu ludzie prawie nie zdawali sobie sprawy, że dobór różnego rodzaju urządzeń koszących ma wpływ na stan fauny łąk. Przy produkcji kosiarek nie brano pod uwagę ich przydatności ekologicznej. Wraz z mechanizacją rolnictwa zaczęły powstawać kosiarki, które doczepiano do traktorów: najpierw listwowe, potem bardziej nowoczesne, dwunożowe oraz rotacyjne. Od kilku lat dominują kosiarki tarczowe. W zależności od budowy i sposobu działania tych urządzeń ich wpływ na faunę, roślinność i glebę jest bardzo zróżnicowany.

W ostatnich latach coraz głośniejszy jest pogląd, że pomimo podejmowanych na szeroką skalę wysiłków, zmierzających do zachowania i renaturalizacji terenów podmokłych, obserwuje się wyraźny spadek populacji bociana białego, co wiąże się z masowym stosowaniem kosiarek rotacyjnych. W latach 1992/93 przeprowadzono badania na terenie Niemiec (region Federsee, okręg Biberach, land Badenia Wirtembergia), potem 1995/96 na bogatych w płazy łąkach północno-wschodniej Polski (dolina Narwi). Za zadanie postawiono sobie zbadanie stopnia szkodliwości poszczególnych urządzeń koszących dla przyrody oraz podjęcie odpowiednich decyzji wykonawczych. Opracowano zestawienie rynkowe, porównano efekty i koszty; w rezultacie przedstawiono kosiarki ekologiczne.

#### Jakie kosiarki najmniej szkodzą przyrodzie?

Na łąkach północno-wschodniej Polski, bogatych w płazy, dokonano w sumie 37 badań różnych kosiarek przy różnych ustawieniach sprzętu, na zróżnicowanych powierzchniach. Na poletkach próbnym o wielkości po 40x50 m (0,2 ha) badano teren tuż po koszeniu. Zebrane płazy rejestrowano według gatunku, wielkości i okaleczeń. Z płazów spotykano najczęściej żabę trawną (*Rana temporaria*) (65 %), żabę moczarową (*Rana arvalis*) (30 %) oraz ropuchę (*Bufo bufo*) (5 %). Gęstość występowania płazów sięgała z reguły 500-1.000 osobników na ha. Górna granica wynosiła w przypadku zwierząt dorastających i dorosłych 2.300 egzemplarzy, w przypadku osobników młodych 3.400 sztuk na ha.

Ilość martwych zwierząt wynosiła w przypadku kosy i kosiarki listwowej przeciętnie 1 % (badania powtarzano kilkakrotnie). Straty spowodowane kosiarkami tarczowymi i rotacyjnymi dochodziły do 10 %. Ogólne straty (martwe i okaleczone płazy) sięgały przy zastosowaniu urządzeń rotacyjnych i tarczowych 27 %, co przedstawia prawie trzykrotną wartość w porównaniu z kosiarkami listwowymi (10 %). Uwzględniając fakt, że płazy rozmnażają się dopiero w wieku trzech lat, a więc muszą przeżyć z reguły 6 pokosów, uświadamiamy sobie, że ich straty sumują się, a różnice są jeszcze bardziej drastyczne. Kolejny problem przedstawiają ciężkie okaleczenia (straty kończyn, głębokie rany), będące przy

koszeniu urządzeniami tarczowymi i rotacyjnymi znacznie częstsze niż przy stosowaniu kosiarek listwowych.

Badania innych naukowców, dotyczące owadów, wykazują podobny procent strat -choć chodzi o różne grupy zwierząt i specyficzny sposób oddziaływania (30 % -kosiarki rotacyjne, 5-10 % listwowe). Powyższe dane znajdują potwierdzenie w wynikach eksperymentów z atrapami płazów.

Jak dotąd nie przeprowadzono analogicznych badań roślin. Z praktyki rolniczej wynika, że trawy ścięte kosiarką rotacyjną wolniej odrastają. Przyczyną tego jest postrzępiona powierzchnia źdźbeł i liści na skutek ich obrywania przez ostrza. Natomiast kosiarki nożowe tną gładko, umożliwiając przez to szybszą regenerację roślin. Dalej należy uwzględnić większe ubicie gleby przez koła kosiarki rotacyjnej, która jest przeciętnie 3 razy cięższa niż porównywalna kosiarka listwowa. Również ciągnik ma odpowiednio większy ciężar i moc.

### **Zestawienie rynkowe: Porównanie efektów i kosztów**

Celem porównania efektów i kosztów analizowano prospekty trzynastu producentów. Szerokości pokosu wynoszą przy użyciu palcowych kosiarek listwowych maks. 1,90 m., kosiarek dwunożowych - oraz rotacyjnych kosiarek bębnowych -3,10 m. (ewent. 3,30 m). oraz w przypadku koszenia tarczowego - 4,85 m. Istnieją także specjalne urządzenia o szerokości pokosu do 9 m. Wydajność powierzchniowa uzależniona jest przede wszystkim od szerokości pokosu i wynosi przy szybkości koszenia 12-15 km/h /i przy przeliczeniowej szerokości pokosu 1 metr (1,1-1,2 ha/h.) dla wszystkich rodzajów kosiarek. Kosiarki rotacyjne mają trzy razy większą moc niż kosiarki nożowe. Również moc ciągnika oraz zużyta energia są odpowiednio większe.

Do wad kosiarek dwunożowych należy zaliczyć zbyt dużą czułość na nierówności terenu oraz przeszkody (gałęzie i kamienie), jak również wyższe nakłady na ostrzenie noży. Ostatnią pozycję można zredukować poprzez instalację automatycznych lub półautomatycznych urządzeń ostrzących. Ceny kosiarek rotacyjnych i tarczowych są o 20-40 % wyższe niż ceny kosiarek dwunożowych.

### **Zalecenia**

W dyskusji porównywano ekologiczność, bilans efektów i koszty. Okazało się, że kosiarki dwunożowe, -pomijając ich zbyt dużą wrażliwość na nierówności terenu oraz konieczność konserwacji mają więcej zalet niż kosiarki rotacyjne. Poza tym istnieje możliwość ich udoskonalenia.

Można więc przyjąć następujące zalecenia:

\* Wszystkie rodzaje używanych obecnie kosiarek powinny kosić maksymalnie wysoko (min. 7-8cm), aby chronić zwierzęta żyjące przy gruncie. Powierzchnia wyglądająca jak „po goleniu brzytwą” powinna należeć do przeszłości.

- Należy rozpropagować w całym kraju zmianę orientacji w kierunku używania kosiarek ekologicznych z dwojgiem noży oraz kosiarek palcowych. Pomocy i wsparcia należy szukać również w organizacjach rolniczych.
  - \* Programy na rzecz rozwoju rolnictwa (np. MEKA w Badenii-Wirtembergii) należy uzupełnić o pozycję „ekologiczna technika koszenia”.
- Przy pielęgnacji krajobrazu oraz koszeniu dużych powierzchni zielonych w dolinach należy wprowadzić nakaz stosowania kosiarek dwunożowych lub palcowych.
- Celem rozwoju rozległych terenów ekologicznych należy zintegrować kroki prowadzące do poprawy struktury krajobrazowej (podzielić systemowo powierzchnie na zagospodarowane ekstensywnie i intensywnie, wprowadzić zagospodarowanie parcelowe, pasy buforowe itd.) z wprowadzeniem ekologicznych technik rolniczych (kosiarki nie niszczące przyrody, ochrona rowów).
- W związku z powyższym podajemy listę adresów producentów oraz literaturę dotyczącą konkretnych tematów.

**Stosowanie ekologicznych kosiarek dwunożowych powinno być normą. Tak jak każda nowa elektrownia dysponuje dzisiaj odpowiednim systemem filtrów i każdy nowy samochód posiada katalizator, również nowoczesne kosiarki powinny jak najmniej szkodzić przyrodzie.**

## 1. Einleitung

Bis vor wenigen Jahren waren die Wirkungen von Mähgeräten auf die Wiesenfauna kaum bekannt. Die Naturverträglichkeit verschiedener Gerätetypen blieb bei den Aussagen zur Grünlandmahd weitgehend unberücksichtigt (BONESS 1953, BULAN & BARRETT 1971, DETZEL 1985, FUNKE et al. 1986, KNAUER & STACHOW 1986, MÜLLER & SCHWARZ 1988, OPPERMAN 1987, OST 1979, SCHAEFER & HAAS 1979, THOMAS 1980). Offenkundiger waren dagegen die Wildverluste beispielsweise von Rehkitzten.

Erste umfassende Untersuchungen zu direkten Auswirkungen von Mähgeräten legten HEMMANN et al. (1987) vor, die die Wirkung von Saugmähern, Mulchgeräten und Balkenmähern auf Insekten untersuchten. Dabei erwies sich der Balkenmäher als naturverträglichste Alternative.

1992/93 folgten erste Vergleichsstudien des ILN Singen zu den Auswirkungen von Kreisel-, Balken- und Scheibenmähern auf Amphibien und Insekten im Feuchtgrünland. Sie wurden in der baden-württembergischen Federsee-Region (Lkr. Biberach) durchgeführt. Anlaß war, daß die Weißstorchbestände trotz umfangreicher Bemühungen zur Erhaltung, Renaturierung und Extensivierung von Feuchtgrünland vielerorts zurückgingen (vgl. LAKEBERG 1995, LAZARO 1986, PINOWSKA & PINOWSKI 1989, PINOWSKI et al. 1986, PROFUS 1986, REKASI 1989, SACKL 1987, SCHNEIDER 1988). Mit den Untersuchungen sollte unter anderem geprüft werden, ob der verbreitete Einsatz von Kreiselmähern die Nahrungsbasis der Weißstörche



Abb. 1: Weißstörche bei der Nahrungssuche unmittelbar nach der Mahd

Fig. 1: *White storks in search of food immediately after mowing*

Rys. 1: *Bociany szukające pokarmu tuż po koszeniu*

durch Reduzierung der Amphibienbestände beeinträchtigt. Hierbei konnte mit Hilfe von Attrappenversuchen die Vermutung erhärtet werden, daß Kreisel- und Scheibenmähergeräte Verluste unter den Amphibien verursachen. Ein quantitativer Nachweis konnte wegen zu geringer Amphibiendichte nicht erbracht werden.

In der Folge wurden 1995/96 umfangreiche Untersuchungen in amphibienreichen Wiesen Nordostpolens durchgeführt. Es ergaben sich sehr deutliche und statistisch signifikante Ergebnisse zu den Wirkungen verschiedener Mähgeräte, die hier vorgestellt werden.

Nach der Vorstellung der Untersuchungsergebnisse zur Naturverträglichkeit und zur Arbeitsweise von Geräten wird ein Überblick über die Leistungen und Einsatzmöglichkeiten naturverträglicher Mähgeräte gegeben. Abschließend sind Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Mähgeräten bei der Grünlandmahd zusammengestellt.

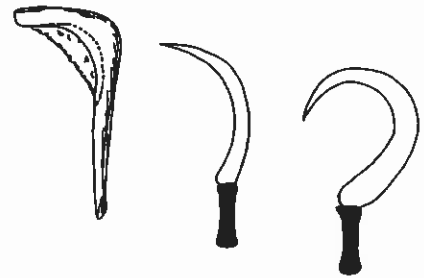
Eine erste Broschüre zu diesem Thema mit dem Titel „Mähgeräte auf dem Öko-Prüfstand“ erschien 1994, war schnell vergriffen und erregte große Aufmerksamkeit. Die vorliegende Broschüre greift das Konzept der ersten Broschüre auf, wurde aber mit den zahlreichen Ergebnissen der jüngsten Untersuchungen völlig überarbeitet. Aufgrund der europaweiten Bedeutung der Ergebnisse wurden die Kurzfassung und die Abbildungsunterschriften ins englische und ins polnische übersetzt. Für die Durchsicht des Manuskripts bedanken wir uns herzlich bei Dr. Hansjörg Nußbaum von der LVVG Aulendorf, Siegfried Schuster und Markus Peintinger aus Radolfzell sowie Bettina Schmoll aus Stuttgart.



## 2. Geschichte des Mähens und der Mähgeräte

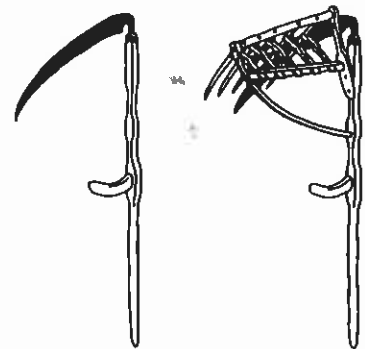
Die Entwicklung von Mähgeräten reicht bis ins 8. Jahrtausend v. Chr. zurück. Damals fertigten steinzeitliche Bauern bereits Erntemesser aus Knochen, später Holz, und Flintsteinklingen. Diese ähnelten bereits den Sichel, die in der Bronzezeit aufkamen (SCHULTZ-KLINKEN 1975). Mit Beginn der Eisenzeit (ca. 800 v. Chr.) wurden die Bronzesicheln durch wesentlich haltbarere Eisensicheln ersetzt.

8000 v. Chr.



In diese Zeit fällt auch die Entwicklung der Sense, die nicht nur eine größere Arbeitsleistung, sondern vor allem auch eine Arbeitserleichterung ermöglichte. Ursprünglich verwendete man Sensen bei der Grasmahd. Erst im ausgehenden Mittelalter (15. Jh.) wurden sie dann auch zunehmend bei der Getreideernte eingesetzt. Abgesehen von einigen arbeitserleichternden Veränderungen, blieb die Sensenmahd bis ins 19. Jahrhundert hinein die maßgebliche Mähtechnik, zusammen mit der Sichelmahd.

800 v. Chr.

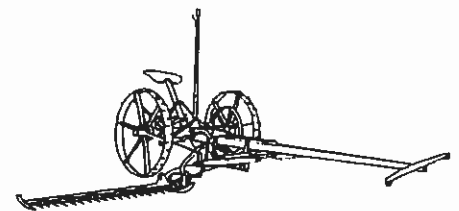


Erst 1826 gelang es dem schottischen Pfarrer Patrick Bell, eine funktionierende Getreidemähmaschine mit Messerbalken und Haspel zu bauen (EGGERT 1991). Sie wurde von einem Pferdegespann ins Feld geschoben. Die Mähleistung betrug 0,25 ha/h.

Basierend auf dieser Erfindung baute der Amerikaner Mc Cormick einige Jahre später eine Mähmaschine, die vom Pferdegespann gezogen wurde. 1852 führte er diese Mähmaschine auch in Deutschland ein.

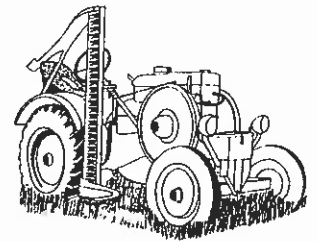
1852

Diesem Bauprinzip entsprechend entstanden später auch spezielle, für die Grünlandmahd geeignete, haspellose Gespannmähwerke, die über den Zweiten Weltkrieg hinaus noch allgemein gebräuchlich waren. Gespannmäher ermöglichen Mähleistungen um 0,5 ha/h.



Dies änderte sich jedoch, als in den 1920er Jahren auch deutsche Firmen wie Lanz, Kramer, Fendt, Deutz und Hanomag die Serienfertigung von Schleppern aufnahmen. Henry Ford war mit seiner amerikanischen Schlepperfertigung Wegbereiter für diese Entwicklung. Ein seitlich angebautes Balkenmähwerk (Zwischenachsmähwerk) gehörte schon bald zur Standardausrüstung von Schleppern.

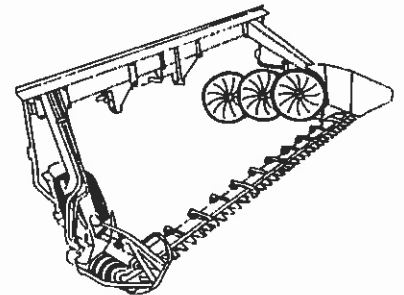
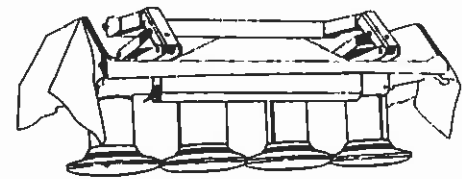
1920



Dennoch erwarben die meisten Landwirte in Deutschland erst nach dem Zweiten Weltkrieg ihren ersten Schlepper (HERRMANN 1991, 1992). Die Mähleistung stieg damit auf annähernd 1 ha/h. Pferdegespanne verloren zunehmend an Bedeutung.

In den 60er Jahren stellten dann einige Landwirte auf eine neue Mähtechnik um. Wurden die Wiesen bisher mit Balkenmähern geschnitten, schlugen nun rotierende Messer des Kreiselmähers das Mähgut ab. Zusammen mit leistungsstärkeren Schleppern ermöglichte diese robuste Technik auch größere Arbeitsgeschwindigkeiten. Darüber hinaus wurden Arbeitsbreite und Flächenleistung durch Kombination von Front- und Heckmähwerken mehrerer Kreiselmähwerke an einem Schlepper erhöht. Die Mähleistung verdoppelte sich hierdurch um ein Mehrfaches auf 4 ha/h und mehr.

1960



Ab 1962 konnte sich aber auch der Doppelmesserbalken erfolgreich am Markt etablieren, eine Technik, die vom Allgäuer Landwirt Wilhelm Karg 1958 erfunden wurde (UEBERBERG, pers. Mitt.).

In den 80er Jahren setzte sich schließlich die bislang letzte bedeutende Mähtechnik am Markt durch, der Scheibenmäher. Diese Technik vereinigt das Mähbalken-Prinzip des Balkenmähwerks mit dem Rotationsmäh-Prinzip des Kreiselmähwerks.

1980

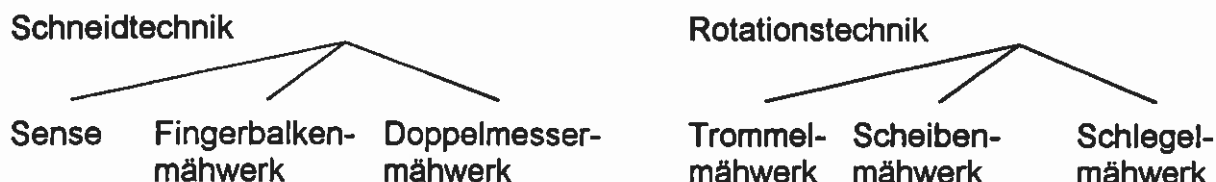


Eine weitere Entwicklung stellen die sogenannten Mäh-Aufbereiter dar, die das Mähgut direkt hinter dem Kreisel- oder Scheibenmähwerk zum Zwecke der beschleunigten Trocknung aufbereiten.

### 3. Die verschiedenen Mähgeräte

#### 3.1 Typisierung und Arbeitsweisen

Die Mähgeräte lassen sich nach ihrer Arbeitsweise typisieren. Auf der einen Seite stehen die schneidenden Mähgeräte - von der Sense bis zum modernen Doppelmesser-Mähwerk -, auf der anderen Seite die nach dem Rotationsprinzip arbeitenden Mähwerke - vom Kreisel- oder Trommelmähwerk bis hin zu den Mulchgeräten.



Bei der schneidenden Technik wird das Gras durch scharfe Messer abgeschnitten. Dabei entsteht in der Regel eine gerade Schnittfläche. Im Gegensatz dazu erfolgt die Mahd mit der Rotationstechnik durch rotierende Klingen, die mit hoher Umlaufgeschwindigkeit (bis zu 80 m/sec) um eine Achse rotieren und dabei die Vegetation abschlagen. Oft entsteht dabei ein faseriges Schnittbild am Gras. Die Klingen der Rotationsmähwerke sind relativ unempfindlich gegen Steine, Äste oder Erde. Es kommt jedoch leichter zu Verletzungen der Grasnarbe, damit zu offenen Bodenstellen und nachfolgend zu unerwünschten Entwicklungen des Pflanzenbestandes.

Die Arbeitsflächen, auf denen die Mähgeräte wirken, sind sehr unterschiedlich: bei der schneidenden Technik ist der Wirkbereich auf die Klingentiefe (5-10 cm) beschränkt, während bei Rotations-Mähwerken die Scheiben bzw. die Trommel erheblich mehr Raum einnehmen (Abb. 2). Dieser Sachverhalt ist für das Verständnis der

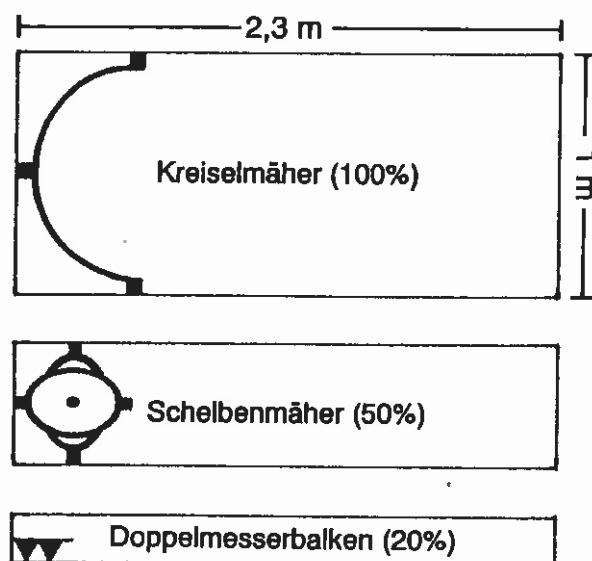


Abb. 2: Die Mähetechniken unterscheiden sich deutlich in ihrem Wirkbereich

Fig. 2: Mowing techniques differ as to efficiency

Rys. 2: Techniki cięcia różnią się znacząco pod względem zakresu działania

unterschiedlichen Naturverträglichkeit von entscheidender Bedeutung. Die Gefahr für Tiere ist um so geringer, je kleiner der Wirkungsbereich der Schneidwerkzeuge ist. Bei den Rotations-Mähwerken, und hier bei den Trommel-Mähwerken stärker als bei den Scheibenmähwerken, wird ein starker Sog der Geräte durch die hohe Umlaufgeschwindigkeit der Klingen vermutet, was jedoch noch nicht belegt ist. Dies könnte insbesondere für Kleintiere eine Gefährdung darstellen.

Im folgenden werden die Geräte im einzelnen vorgestellt, von der einfachen Sense bis hin zum Aufbereiter. Schlegelmäher bzw. Mulchgeräte werden hier nicht näher dargestellt, da sie nicht für die Wiesenmahd eingesetzt werden.

### 3.2 Schneidende Mähgeräte

#### Sense

Die Sense ist das älteste Mähgerät, das bis heute verwendet wird. Sie wurde im Laufe der Jahrhunderte fortlaufend verbessert. In Mitteleuropa wird sie heute nur noch kleinflächig verwendet.

Der Sensenschnitt wird in der Regel tief angesetzt (Schnitthöhe ca. 3-5 cm). Die Arbeitsbreite hängt von der Größe und den Gewohnheiten der sensenführenden Person ab; in der Regel wird auf einer Breite gearbeitet, die knapp unter der Größe der sensenführenden Person liegt (~ 1,50-1,80 m). Am besten wird die Mahd im feuchten Gras durchgeführt, da die Sense so länger scharf bleibt.

Mit der Sense lassen sich von einem geübten Landwirt an einem Morgen, d.h. solange das Gras vom Morgentau noch naß ist, ca. 0,3 ha Fläche mähen. Daher rühren die alten, z.T. heute im Volksmund noch üblichen Flächenbezeichnungen „Mannsmahd“ oder „Morgen“. Diese waren von Landstrich zu Landstrich sehr unterschiedlich und wurden durch das metrische System ersetzt.



Abb. 3: Sensenmahd

Fig. 3: Mowing with a scythe

Rys. 3: Koszenie kosa

### Fingerbalken-Mähwerk

Fingermähwerke besitzen als Schneide eine hin und her bewegbare Reihe von Messerklingen und als Gegenschneide feststehende, lang nach vorne gezogene Finger. Dies ermöglicht einen glatten, sogenannten ziehenden Schnitt. Messer und Finger sind auf einem schmalen Trägerbalken montiert. Dieser wird durch Gleitkufen gegen den Boden abgestützt. Mit den Fingerbalken-Mähwerken wurde die Mechanisierung der Gräsernte eingeleitet. Sie wurden zunächst von Pferde-Gespanssen gezogen, später erfolgte ein Anbau an die Schlepper. Der Antrieb erfolgt je nach Modell hydraulisch oder über die Gelenkwelle des Schleppers. Fingermähwerke können in Verbindung mit kleinen bis mittelgroßen Schleppern eingesetzt werden, da Leistungsbedarf und Gewicht gering sind.



Abb. 4: Mahd mit dem Balkenmähwerk, - hier ein Schlepper-Heckanbaugerät

Fig. 4: Mowing with a cutter bar mower - mounted at the rear of the tractor

Rys. 4: Koszenie kosiarką listwową - tu: ciągnik z maszyną umocowaną z tyłu

Abb. 5: Mahd mit einem alten Pferdegespann-Balkenmähwerk in Polen

Fig. 5: Mowing with an old horse-carriage cutter bar mower in Poland

Rys. 5: Koszenie starą, konną kosiarką listwową w Polsce

### Doppelmesser-Mähwerk

Im Gegensatz zu den Fingerbalken-Mähwerken mit nur einer Klingenreihe bewegen sich beim Doppelmesser-Mähwerk zwei Klingensreihen gegenläufig (Abb. 6 a und b). Durch diese Klingensbewegung ist die Verstopfungsgefahr stark verringert. Entscheidend für die Arbeitsleistung ist die Schärfe der Messer.

Die Doppelmesser-Mähwerke wurden erst in den 1960er Jahren am Markt etabliert und standen dabei in Konkurrenz zu den Rotations-Mähwerken. Heute werden Doppelmesserbalken sowohl im Heck- als auch im Frontanbau angeboten. Es gibt sogar moderne Doppelmesser-Mähgeräte für den Pferdeinsatz (vor allem in den USA und in England in einigen Betrieben angewendet).

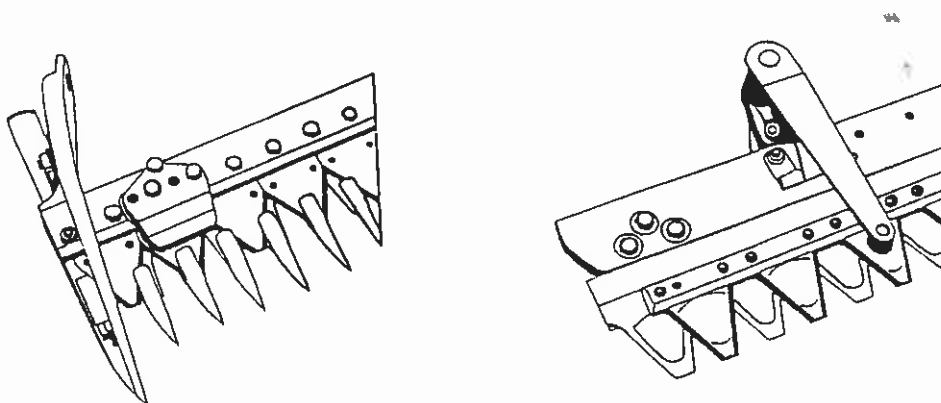


Abb. 6 a und b: Bei der Messerbalken-Mähtechnik unterscheidet man zwischen Fingerbalken (links) und Doppelmesserbalken (rechts)

Fig. 6 a and b: There are two different types of cutter bar mowers: 'finger bar mowers' (left) and 'double blade bar mowers' (right)

Rys. 6 a i b: Wyróżniamy kosiarki listwowe: palcowe (na lewo) oraz dwunożowe (na prawo)

### 3.3 Rotationsmähwerke

#### Trommelmähwerk (auch Kreiselmäherwerk)

Hauptbestandteile dieses Mähwerks sind die Mähtrommeln, die unterliegend an einem Trägerbalken angebracht sind. Sie bestehen aus einem Zentralzylinder, an dem unten zwei flach gewölbte Teller befestigt sind (Abb. 8). Zwischen den beiden Tellern befindet sich ein Spalt, aus dem bei Rotation der Trommel in der Regel drei bis vier Einzelmesserklingen hervortreten. Sie rotieren zusammen mit dem Messerteller und dem Gehäuse des Zentralzylinders. Der Antrieb erfolgt über eine Gelenkwelle des Schleppers. Die Schnitthöhe kann durch mechanisches Ein- oder Ausfahren des unteren Tellers verändert werden. Dieser Gleitteller hat zugleich in seinem zentralen Teil Bodenkontakt und stützt somit das Mähwerk ab. Ein komplettes Kreiselmäherwerk besteht je nach Modell und Arbeitsbreite aus zwei bis vier Mähtrommeln. Ein umlaufendes Schutz Tuch entlang der oberseitigen Rahmenplatte dient als Schutz vor

Steinschlag. Für den Einsatz von Kreiselmähdwerken werden mittlere bis große Schlepper benötigt, da die Konstruktion hohes Gewicht und einen relativ hohen Leistungsbedarf verursacht (vgl. Kap. 5.2).



Abb. 7: Mahd mit einem Rotations-Mähwerk (Scheiben- oder Trommelmähdwerk); erst der Blick unter das Schutztuch zeigt die Technik

Fig. 7: Mowing with a rotary mower ('disc' or 'drum mower') - only looking underneath the shelter sheet reveals the technique

Rys. 7: pozwala na identyfikację kosiarki.



Abb. 8: Trommelmähdwerk ohne Schutztuch, - hier mit 4 Mähtrommeln

Fig. 8: Rotary 'drum mower' without shelter sheet - four 'mower drums'

Rys. 8: Kosiarka bębnowa bez osłony - tu: 4-bębnowa

### Scheibenmähwerk (auch Tellermähwerk)

Bei diesen Mähwerken rotieren auf einem Trägerbalken flache, ovale Mähscheiben, an denen jeweils zwei oder drei Einzelmesserklingen befestigt sind (Abb. 9). Der Schnitt erfolgt wie beim Kreiselmähwerk ohne Gegenschneide. Die Zahl der Mähscheiben nimmt mit steigender Arbeitsbreite zu. Der Antrieb erfolgt über ein Zahnradgetriebe im Innern des Trägerbalkens, das mit der Gelenkwelle des Schleppers verbunden ist. Der Trägerbalken ist unterhalb der Mähscheiben mit nach vorne verbreiterten Steinschutz-Gleitkufen ausgestattet, die den Balken gegen den Boden abstützen und schützen. Seitliche Bleche und ein Rohrrahmen zum Aufspannen des Schutztuches vermindern die Unfallgefahr durch Steinschlag. Wegen des umlaufenden Schutztuches ähneln die Geräte äußerlich den Kreiselmähwerken, erst in aufgeklapptem Zustand erkennt man die verschiedenen Bauweisen.



Abb. 9: Scheibenmähwerk, - hier mit 7 Mähscheiben

Fig. 9: 'Disc mower' - seven mower discs

Rys. 9: Kosiarka tarczowa - tu: o 7 tarczach tnących

### 3.4 Aufbereiter

Neben den Mähgeräten wurden in den letzten Jahren Geräte entwickelt, die den Trocknungsprozeß des Mähgutes auf dem Feld durch Beschädigen der Wachsschicht auf den Pflanzen (Kutikula) beschleunigen sollen, sogenannte Mähgut-Aufbereiter. Diese nehmen das Mähgut direkt nach dem Schnitt auf und knicken es mehrfach, wobei die verdunstungshemmende Wachsschicht von Halmen und Blättern angerissen wird. Anschließend wird das Mähgut zum Trocknen breit oder auf lockeren Schwaden abgelegt. Die meisten Aufbereiter arbeiten mit zinkenbesetzten rotierenden Walzen, die hinter den Mähtrummeln bzw. Mähscheiben angebracht sind. Daneben gibt es aber auch Quetschwalzen-Systeme sowie Systeme, die das Mähgut zwischen Stab- und Bürstenwalzen intensiv aufbereiten. Viele Hersteller bieten mittlerweile Kreiselmähwerke und Scheibenmähwerke an, die serienmäßig mit Aufbereiter ausgestattet sind. Entsprechend dem technischen Aufwand vergrößern Aufbereiter aber auch Gewicht und Leistungsbedarf des gesamten Mähwerks, wodurch eine höhere Schlepperleistung benötigt wird.



## 4. Naturverträglichkeit von Mähgeräten

### 4.1 Wissenschaftliche Grundlagen

Bei der Untersuchung der Naturverträglichkeit von Wiesenmäheräten sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen: Boden, Vegetation und Fauna, - bei der Fauna im weiteren Wirbeltiere (z.B. Rehe, Vögel, Amphibien) und Wirbellose (z.B. Insekten). Erste Untersuchungen zum direkten Einfluß von Mähgeräten auf die Wiesenfauna wurden von HEMMANN et al. (1987) und WASNER (1987) sowie von LÖBBERT et al. (1994) veröffentlicht. Sie untersuchten insbesondere die Auswirkungen von Saugmähern und Mulchgeräten auf die Insektenfauna an Straßenrändern. Beide Maschinentypen erwiesen sich aufgrund hoher Tierverluste als wenig naturverträglich (vgl. Kap. 4.3).

Am besten untersucht und am eindrucklichsten belegt sind die Auswirkungen von Mähgeräten auf Amphibien, nachdem in den Jahren 1992-1996 umfangreiche Untersuchungen in Deutschland und in Polen durchgeführt wurden (CLAßEN et al. 1996, OPPERMANN et al. 1997). Im folgenden wird zunächst kurz die hierbei angewandte Methodik der Forschungsarbeiten erläutert.

In amphibienreichen Wiesen Nordostpolens wurden mit insgesamt 37 Versuchen auf verschiedenen Flächentypen die Auswirkungen verschiedener Mähgeräte und verschiedener Betriebseinstellungen untersucht. Dabei wurden jeweils 40x50 m große



Abb. 10: Bei den Untersuchungen zur Naturverträglichkeit von Mähgeräten wurde das Mähgut auf 40x50 m großen Flächen (je 0,2 ha) auf den Bestand an und die Verluste von Amphibien untersucht

Fig. 10: The study took place on 40x50m plots (= 0.2 ha). Amphibien populations and loss rates have been recorded

Rys. 10: Przy sprawdzaniu różnych kosiarek pod względem ich niszczącego wpływu na przyrodę badano stan płazów po koszeniu i rejestrowano straty. Koszone obszary miały powierzchnie po 40x50 m (0,2 ha)

Versuchsflächen (0,2 ha) gemäht und unmittelbar im Anschluß auf Amphibien durchsucht. Alle Versuchsbedingungen wurden notiert, wie z.B. Mähgeschwindigkeit, Schnitthöhe, Temperatur, Luftfeuchte etc. Die Durchsuchung des Mähgutes erfolgte mit 6-7 Helfern, die systematisch 20 Sektoren von je 10x10 m Größe in der 40x50 m großen Versuchsfläche Bahn um Bahn durchsuchten (Abb. 10). Diese Methode hat sich als zuverlässig zur Feststellung der Amphibienbestände im Grünland erwiesen (CLAßEN et al. 1996).

Die bei der Mähgut-Durchsuchung aufgesammelten Amphibien wurden nach Art bestimmt, in der Größe vermessen und auf mahdbedingte Verletzungen untersucht. Die Vegetation der Untersuchungsflächen in Nordostpolen ist von der Artenzusammensetzung den Feuchtwiesen Südwestdeutschlands vergleichbar; es handelt sich größtenteils um Fuchsschwanz-Kohldistelwiesen, die zweimal jährlich gemäht werden.

Die Artenzusammensetzung der Amphibienfauna umfaßte Grasfrösche (*Rana temporaria*), Moorfrösche (*Rana arvalis*) und Erdkröten (*Bufo bufo*), vereinzelt kamen Wasserfrösche (*Rana esculenta*-Komplex), Laubfrösche (*Hyla arborea*) und Knoblauchkröten (*Pelobates fuscus*) vor. Vom Anteil dominierten die Grasfrösche mit durchschnittlich 65 %, Moorfrösche waren mit rund 30 % und Erdkröten mit rund 5 % vertreten. Die Amphibiendichten lagen meist bei 500-1.000 Individuen/ha, Spitzenwerte konnten mit bis zu 2.300 Individuen/ha Subadult- und Adulttieren und bis zu 3.400 Individuen/ha Juveniltieren festgestellt werden (weitere Details vgl. OPPER-MANN et al. 1997).



Abb. 11: Bei der Durchsuchung des Mähgutes wurden alle Amphibien aufgesammelt, vom kleinen Jungfrosch bis zum erwachsenen und fortpflanzungsreifen Tier (hier ein Grasfrosch *Rana temporaria*)

Fig. 11: On the completion of mowing the plots were searched for amphibians and juvenile as well as adult animals were collected (Common frog, *Rana temporaria*)

Rys. 11: Zebrano tutaj wszystkie płazy - od najmłodszych do dorosłych i zdolnych do rozrodu (na rys. żaba trawna *Rana temporaria*)

## 4.2 Amphibienverluste bei verschiedenen Mähgeräten

### Amphibienverluste bei der Mahd

Zunächst wurden die Amphibienverluste bei den Versuchen mit normaler Schnitthöhe von ca. 7-8 cm und bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 7-8 km/h untersucht. Als Amphibienverluste wurden tote und verletzte Tiere subsumiert. Die höchsten Verluste traten durchweg beim Kreiselmäher auf und lagen bei diesen „Standard-Mähversuchen“ zwischen 16 und 34 % (Abb. 12; bei weiteren Versuchen gab es Spitzenwerte bis 46 %). Durchschnittlich betragen die Verluste bei den Standardversuchen 27 % (Abb. 12). Ein mit gleichen Versuchseinstellungen (Schnitthöhe, Arbeitsgeschwindigkeit) gefahrener Scheibenmäher-Versuch erbrachte 28 % Verluste. Die Amphibienverluste bei der Mahd mit Rotationsmäherwerk mit Aufbereiter lagen in gleicher Höhe. Im Vergleich dazu zeitigten die Versuche mit dem Schlepper-Balkenmäher (Fingerbalken-Mähwerk) durchschnittlich 10 % Verluste mit einer Streuung zwischen 5 und 13 %. Die Unterschiede der Verlustraten zwischen Kreiselmäher und Balkenmäher sind hochsignifikant. Zum Vergleich wurden auch die Auswirkungen der Sense getestet: hier zeigten sich Verluste von durchschnittlich 14 % (Streuung zwischen 7 und 20 %). Die Verlustraten mit Sense sind also höher als beim Schlepper-Balkenmäher. Dies ist auf die geringere Schnitthöhe der Sense zurückzuführen (ca. 5-7 cm).

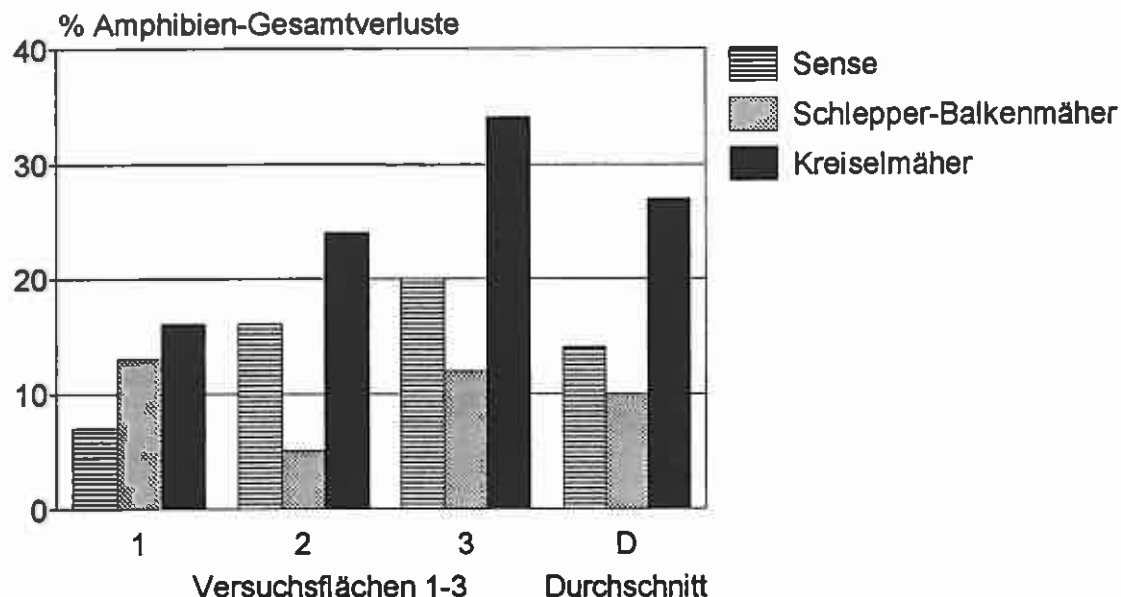


Abb. 12: Amphibien-Gesamtverluste (verletzte und tote Tiere) auf mehreren Standardversuchsflächen. Die Verlustraten waren von verschiedenen Faktoren, z.B. Witterungsverhältnissen, abhängig; die höchsten Verlustraten traten stets bei Kreisel- und Scheibenmähern auf (Gesamtzahl n=895 Amphibien)

Fig. 12: Total losses of amphibians (injured and dead animals) on several standard study plots. The loss rates were dependent on different factors, e.g. weather conditions. The highest loss rates occurred when rotary mowers were used (total number of amphibians, n = 895)

Rys. 12: Ogólna ilość okaleczonych i martwych płazów na kilku standardowych polatkach próbnym. Wysokość strat uzależniona była od najróżniejszych czynników, m.in. pogodowych. Największe ubytki zaobserwowano w przypadku kosiarki rotacyjnej oraz tarczowej (ogólna liczba n 895 płazów)

Weiterhin wurde getestet, inwieweit sich eine Veränderung der Schnitthöhe auf die Verlustraten auswirkt. Hier konnte bei Kreisel- und Scheibenmäher eine starke Abnahme der Verlustraten nachgewiesen werden: Bei einer Schnitthöhe von 10 cm entstanden 19 % Amphibienverluste, bei einer Schnitthöhe von 12 cm nur 5 % Verluste. Auf den ersten Blick scheint mit der Erhöhung der Schnitthöhe eine gute Möglichkeit zur Verringerung der Amphibienverluste gegeben zu sein. Ein Hochschnitt von 12 cm Höhe ist jedoch allenfalls beim Schnitt des ersten Aufwuchses bei physiologisch älteren Wuchsstadien möglich (sofern das Gras steif aufrecht steht und nicht lagert). Ab dem zweiten Aufwuchs ist ein solcher Hochschnitt aufgrund des weichen Grases nicht möglich, weil in der Regel kein Halm ausgebildet wird.

Betrachtet man die Verluste unter den Amphibien genauer, so zeigen sich große Unterschiede zwischen den verschiedenen Geräten. Die mit Abstand höchsten Totverluste, durchschnittlich 10 %, treten beim Kreiselmäher auf (Werte zwischen 5-12 %), ein Scheibenmäher-Versuch ergab 5 % Totverluste. Im Vergleich dazu zeigten Balkenmäher nur 1 % Totverluste (alle Werte jeweils 1 %), und die Sensenmahd ergab ebenfalls 1 % Totverluste (Abb. 13).

Schließlich ist beim Vergleich der Verlustraten zu berücksichtigen, daß die Amphibien erst mit 3 Jahren geschlechtsreif werden, d.h. bei zweischürigen Wiesen müssen sie in der Regel 6 Mahdvorgänge unbeschadet überstehen, bis sie sich fortpflanzen können. Die Unterschiede zwischen den Verlustraten der verschiedenen Geräte sind somit noch drastischer als bei den hier dargestellten Vergleichswerten zu sehen ist.

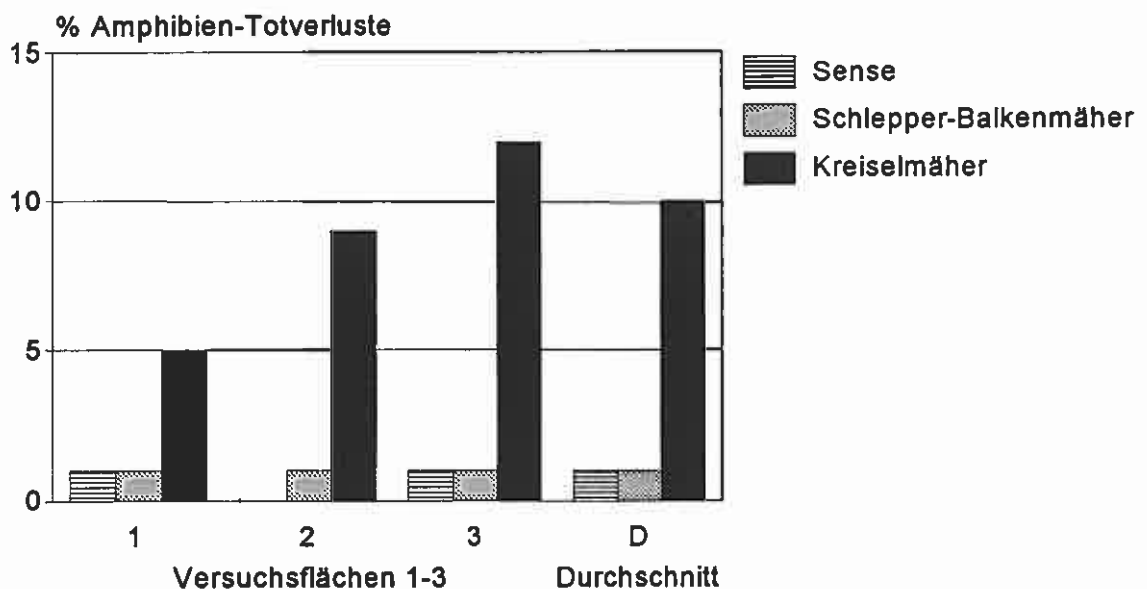


Abb. 13: Amphibien-Totverluste auf mehreren Standardversuchsflächen (1-3 = Versuchsflächen, D = Durchschnitt)

Fig. 13: Mortality of amphibians in several standard study plots (1-3 = study plots, D = mean)

Rys. 13: Martwe płazy na kilku standardowych poletkach próbnych (1-3 poletka próbne, D średnica)

Auch bei den Verletzungen gibt es große Unterschiede. Besonders häufig waren Extremitäten-Verletzungen wie partielle bis komplette Beinverluste (Abb. 14). Eine weitere große Gruppe bildeten die Schnittverletzungen, die in Form von leichten Hautschnitten und schweren Körper- bzw. Extremitätenschnitten auftraten. Dabei waren die Tiere insbesondere beim Kreiselmäher des öfteren fast bis zur vollständigen Unkenntlichkeit zerhäckselt (Abb. 16). Neben äußerlichen Verletzungen zeigten sich auch vereinzelt innere Verletzungssymptome wie Blutergüsse.

In Abb. 15 sind die wichtigsten Verletzungstypen unter Ausschluß von inneren Verletzungen und Verletzungen bei Totverlusten kategorisiert. Die Verletzungstypen traten zum Teil in Kombinationen auf. In diesen Fällen wurden sie der nächsthöheren Kategorie zugeordnet. Grundsätzlich sind die angeführten Verletzungen bei allen Mähgeräten nachweisbar. Sense und Kreiselmäher verursachen jedoch im Vergleich zum Schlepper-Balkenmäher mehr schwere und sehr schwere Verletzungen und nur wenige leichte Verletzungen (Abb. 15). Beim Schlepper-Balkenmäher haben also Amphibien mit leichter Verletzung eine Überlebenschance.

Die Ergebnisse der Mähversuche in Polen werden gestützt durch eine Untersuchung der Universität Hohenheim, bei der die Auswirkungen verschiedener Mähgeräte mit Hilfe von Wachsattrappen getestet wurden (LÖSCH 1997). Es zeigte sich, daß bei allen Mähversuchen (verschiedene Schnitthöhen, verschiedene Attrappenebenen) das Balkenmähwerk stets mit Abstand die niedrigsten Attrappenverluste im Vergleich zum Scheibenmähwerk hatte. Beim Scheibenmähwerk lagen die Verluste meist deutlich über 20 %, beim Balkenmähwerk nur um 1 % (LÖSCH 1997).

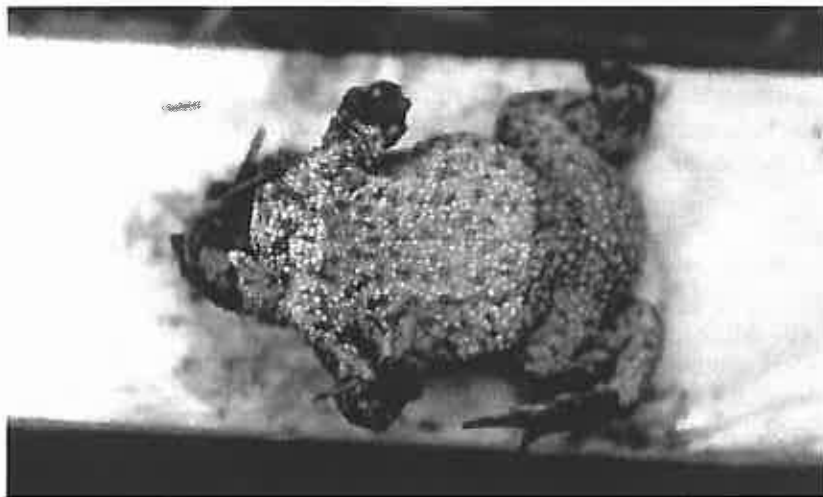


Abb. 14: Erdkröte mit teilweise abgeschnittenen Armen und Beinen und einer Schnittverletzung an der Kehle nach der Kreiselmahd

Fig. 14: Common toad with partly cut off arms and legs and an injury of the throat after mowing with a rotary mower

Rys. 14: Ropucha z częściowo okaleczonymi kończynami oraz nadciętym gardłem na skutek pracy kosiarki rotacyjnej

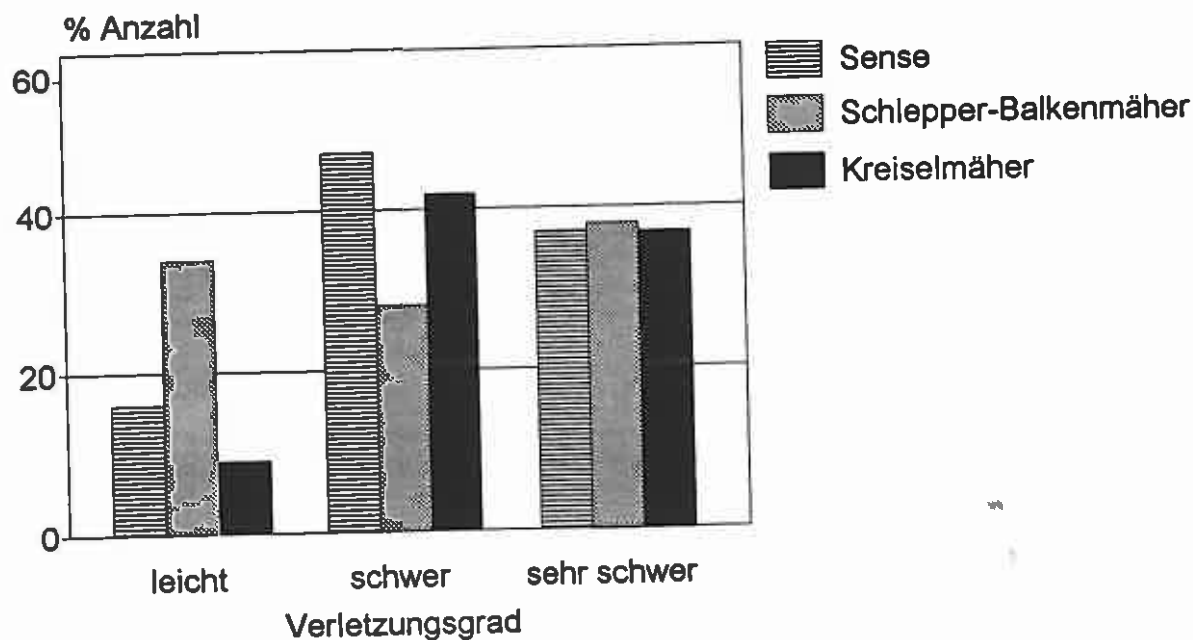


Abb. 15: Verletzungsgrad der bei der Mahd verletzten Amphibien, unter Ausschluß von Totverlusten und inneren Verletzungen (Anzahl der verletzten Tiere: Sense n=32, Balkenmäher n=38, Kreiselmäher n=47)

Einstufung der Verletzungstypen:

Leichte Verletzungen = leichte Hautschnitte und -abschürfungen, abgetrennte Finger und Zehen; schwere Verletzungen = abgetrennte Füße, Hände, Beinbrüche, größere Schnitte; sehr schwere Verletzungen = tiefe Kopf- und Körperschnitte, Totalverluste von einer oder mehreren Beinen, Armen, Verlust von Teilen mehrerer Arme, Beine

Fig. 15: Degree of injury of amphibians injured during mowing, excluding mortality and inner injuries (number of injured animals: scythe n = 32, cutter bar mower n = 38, rotary mower n = 47).

Types of injuries:

modest injuries = slight incisions, cut off fingers and toes; severe injuries = cut off feet and hands, broken legs, deep incisions; very severe injuries = deep cuts in the head and body, total loss of one or several legs and arms, loss of parts of several arms and legs

Rys. 15: Stopień okaleczenia płazów przez narzędzia koszące, bez osobników martwych i okaleczonych wewnętrznie (Liczba zwierząt okaleczonych: Kosa n-32, kosiarka listwowa n-38, kosiarka rotacyjna n-47)

Podział okaleczeń:

Lekkie delikatne nacięcia skóry oraz obdarcia, obcięte palce kończyn przednich i tylnych; ciężkie obcięte stopy, dłonie, połamane nogi, większe nacięcia; bardzo ciężkie głębokie rany na głowie i tułowi, całkowicie obcięte /1 lub więcej/ kończyny, częściowe okaleczenie 2-4 kończyn

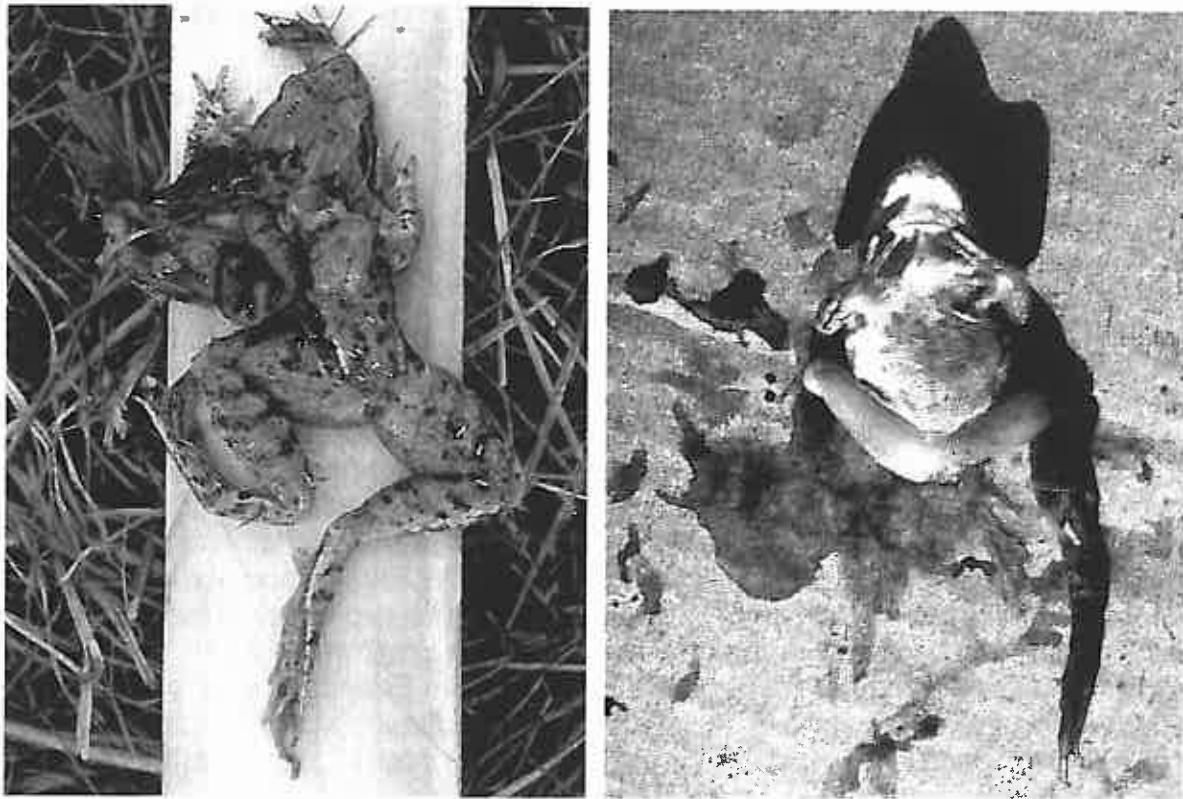


Abb. 16 a und b: Tödlich verletzter Grasfrosch (links) und schwer verletzter Moorfrosch (rechts)  
 Fig. 16 a and b: Lethally injured Common frog (left) and severely injured Moor frog (right)  
 Rys. 16 a i b: Śmiertelnie ranna żaba trawna (na lewo) oraz ciężko ranna żaba moczarowa (na prawo)

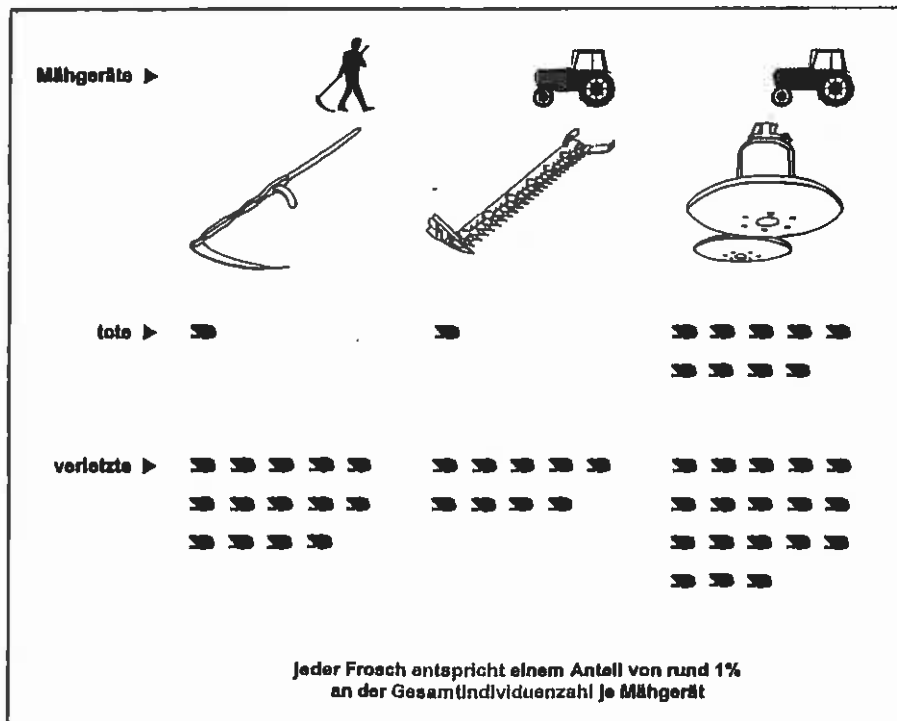


Abb. 17: Die Amphibienverluste bei der Mahd mit unterschiedlicher Technik, - hier im Überblick nochmals plastisch dargestellt (Gesamtzahl n=895 Amphibien auf 9 Versuchsflächen von je 0,2 ha Größe)

Fig. 17: Losses of amphibians after mowing with different techniques (total n = 895 amphibians on 9 study plots, size of each study plot: 0,2ha; one frog represents 1 % loss, dead and injured amphibians)

Rys. 17: Straty płazów przy koszeniu trawy różnymi kosiarkami - podsumowanie dające wyraźny obraz sytuacji (ogólna liczba n-895 płazów na dziewięciu różnych poletkach próbnych o powierzchni po 0,2 ha)

### 4.3 Insektenverluste und Nahrungskette

Im Gegensatz zu den Amphibien sind zahlreiche Insekten in höheren „Stockwerken“ der Wiesenvegetation anzutreffen. Hier liegt zunächst die Vermutung nahe, daß der Einfluß der Mähgeräteart vergleichsweise gering ist, da Insekten z.T. wegfliegen können (z.B. Schmetterlinge), wegspringen können (z.B. Heuschrecken) oder aber an Halmen und Blättern angeklammert die Mahd unverletzt überstehen können. Untersuchungsergebnisse von HEMMANN et al. (1987) und von WILKE (1992) zeigen jedoch auch hier hohe Verlustraten. Erstgenannte Autoren konnten mit experimentellen Untersuchungen belegen, daß die Überlebensrate von Insekten beim Einsatz von Messerbalken-Geräten stets höher ist, als die Überlebensrate beim Einsatz von Mulchgeräten und Saugmähgeräten (beides Rotationsmähwerke mit senkrecht rotierenden Messern bzw. Metallplatten.). Die Untersuchungen betrafen Geräte, die bei der Straßenrandpflege Verwendung finden. Für den landwirtschaftlichen Bereich von größerer Bedeutung sind Untersuchungen von WILKE (1992), der die Auswirkungen von Kreiselmäher und Doppelmesser-Balken am Beispiel der Heuschrecken verglich. In mehreren Versuchen zeigte sich, daß Kreiselmäher stets Verlustraten von ca. 28-30 % zeitigten, während die Verluste beim Einsatz eines Doppelmesserbalken-Mähgerätes bei rund 6 % lagen. WILKE schreibt als Schlußfolgerung: „Aus den Ergebnissen der Arbeit ergibt sich klar die Forderung, bei der Mahd von Wiesen Mähbalken anstelle von Kreiselmähern einzusetzen.“

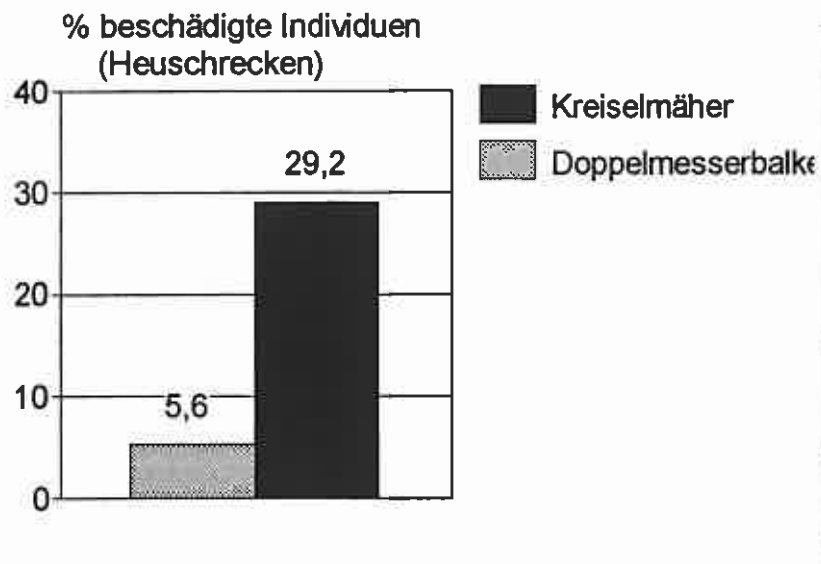


Abb. 18 a und b: Auch Heuschrecken sind von der Mähtechnik in unterschiedlichem Maße betroffen. Im Bild links Untersuchungsergebnisse von WILKE (1992), rechts ein Pärchen der Goldschrecke bei der Paarung

Fig. 18 a and b: Grasshoppers are also effected by mowing. On the left results presented by WILKE (1992) are shown. On the right a pair of *Chrysachraon dispar* in courtship

Rys. 18 a i b: Również szarańcza zostaje w różnym stopniu okaleczona. Na obrazku po lewej stronie podano wyniki badań Wilkego (1992), po prawej - para kopulujących szarańczy żółcistych



Die Insekten sind ein zentrales Glied in der Nahrungskette. Insektenreichtum in Wiesen ist eine wichtige Grundlage für das Vorkommen von Amphibien. In der Nahrungskette bilden die Amphibien ihrerseits eine bedeutende Nahrungsgrundlage für den Weißstorch und für andere Wirbeltiere (z.B. die Ringelnatter).

Bei einem Mähversuch des ILN Singen fanden sich während des Mahdvorganges bis zu 30 Störche auf der 0,5 ha großen Versuchsfläche ein. Ein Vergleich der Amphibienszahlen dieser Fläche mit einer direkt benachbarten Fläche, von der die Störche ferngehalten wurden, zeigte, daß die Zahl der großen Amphibien (adulte und subadulte Tiere) auf beiden Flächen gleich war, während die Zahl der kleinen Amphibien (juvenile Tiere) bei der von den Störchen aufgesuchten Fläche wesentlich geringer war. Die Störche erbeuteten in erster Linie die kleinen Amphibien. Diese kriechen, wie die Beobachtungen zeigten, über das frisch gemähte Gras und werden daher leicht zur Beute. Im Gegensatz dazu ziehen sich die großen Amphibien schnell unter das gemähte Gras zurück und werden daher seltener gefangen. Aus den Beobachtungen ergibt sich, daß die Störche den Bestand fortpflanzungsfähiger Amphibien nicht oder kaum beeinträchtigen.



Abb. 19: Der Storch steht am Ende der Nahrungskette; hier haben sich nach der Mahd zahlreiche Störche zur Amphibiensuche eingefunden (Foto aus dem Kombinat Grady-Woniecko bei Wizna in Nordostpolen). In erster Linie werden Jungamphibien erbeutet.

Fig. 19: The White stork is near the top of the food chain. Here one can see several storks foraging after mowing. Young amphibians are the first choice. (Photograph taken in the Kombinat Grady-Woniecko near Wizna in northeastern Poland)

Rys. 19: Bocian zamyka łańcuch pokarmowy; po zakończeniu koszenia liczne osobniki tego gatunku zbierają płazy (zdjęcie pochodzi z byłego PGR-u Grądy-Woniecko koło Wizny w północno-wschodniej Polsce). Ptaki preferują młode płazy

#### 4.4 Wirkungen auf Vegetation und Boden

Der Einfluß von Mähgeräten auf die Tierwelt der Wiesen wurde deutlich. Doch auch die Vegetation und die Bodenoberfläche sind bei der Beurteilung der Naturverträglichkeit mit zu betrachten.

Hierzu gab es insbesondere nach der Einführung der Kreiselmähergeräte Untersuchungen. So erfolgte in den ersten Jahren oftmals ein sogenannter Rasiermesserschnitt der Wiesen, um den maximalen Mähgut-Ertrag von der Fläche zu holen. Dies war und ist mit den Kreiselmäherwerken kein Problem, da sie tief schneiden können und robust gegen Steine und Erde sind. Doch zeigte sich, daß damit zum einen Grasnarbenverletzungen verbunden waren und zum anderen der Wiederaustrieb der Gräser geschwächt war. Auf den offenen Bodenstellen faßten Problemunkräuter wie z.B. der Krause und der Stumpfblättrige Ampfer Fuß (*Rumex crispus* und *Rumex obtusifolius*).

Aufgrund dieser Erfahrungen der Anfangsjahre lautet die Empfehlung heute, den Schnitt mit einer Schnitthöhe von mindestens 7-8 cm durchzuführen, so daß diesbezüglich kein Unterschied zwischen Messer-Mähwerken und Rotations-Mähwerken besteht.

Nach wie vor unterschiedlich sind indessen die Wirkungen von schneidender und rotierender Technik bezüglich der Schnittfläche. Während bei den schneidenden Mähwerken eine glatte Schnittfläche erzeugt wird, die einen raschen Wiederaustrieb ermöglicht, ergibt sich bei der rotierenden Technik oftmals eine zerfaserte Schnittfläche (Abb. 20 a und b). Durch die Auffaserung der Halme und Blätter werden die Pflanzen stärker geschädigt (z.B. Eintrittspforten für Pilzkrankungen) und der Wiederaustrieb ist geringfügig verzögert.

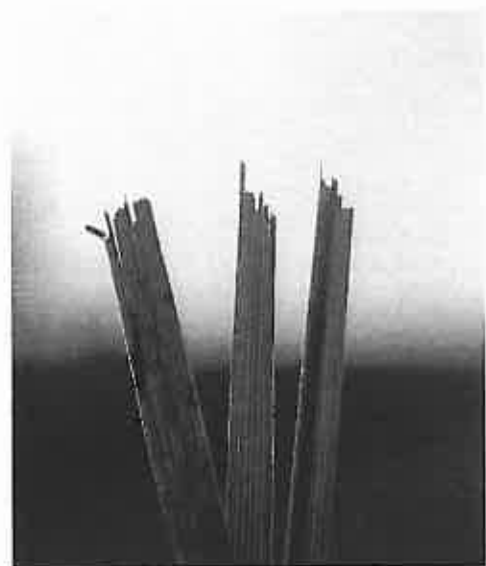
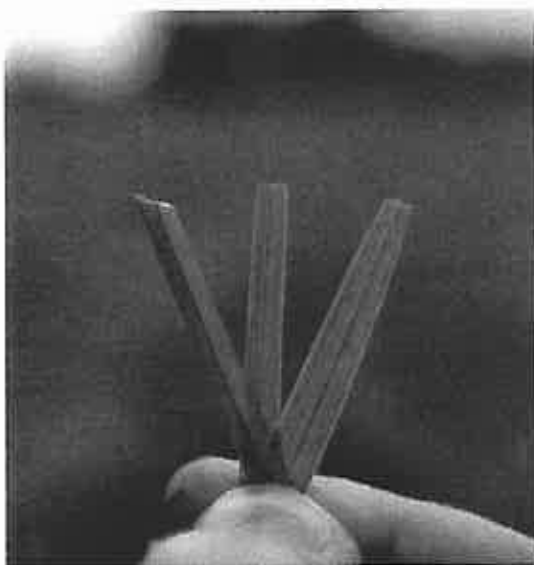


Abb. 20 a und b: Die Schnittfläche beim Messerbalkenschnitt ist glatt (links); im Gegensatz dazu entsteht beim Rotationsmäherwerk eine faserige Schnittfläche (rechts)

Fig. 20 a and b: The cut of the cutter bar mower is clean (left) as compared to the fringed cut from the rotary mower (right)

Rys. 20a i b: Rana cięta spowodowana nożem listwy jest gładka (rys. na lewo), natomiast w przypadku kosiarki rotacyjnej postrzępiona (na prawo)

Weiterhin unterschiedlich ist der Kraftbedarf der Mähwerke. Damit gekoppelt sind die jeweils benötigte Antriebskraft, der Energieverbrauch, das Gewicht und der Bodendruck des Schleppers. Zu den Bodenverdichtungen im Grünland gibt es bislang keine gesicherten Aussagen, doch liegt die Vermutung nahe, daß es durch häufige Überfahrten mit schweren Maschinen zu Bodenverdichtungen kommen kann. Diese können wiederum Einfluß auf die Tierbesiedlung der oberen Bodenschichten sowie auf die Grundwasserneubildung und ggf. den Oberflächenwasserabfluß haben. Eingehende Untersuchungen hierzu stehen noch aus.

#### 4.5 Indirekte Auswirkungen

Mit modernen Mähgeräten können bei entsprechender Arbeitsbreite enorme Flächenleistungen erzielt werden. Häufig mähen benachbarte Landwirte witterungsbedingt zur gleichen Zeit, so daß große Gebiete binnen kürzester Zeit abgemäht sind (Abb. 21). In diesen an Landschaftsstrukturen armen Gebieten finden beispielsweise Amphibien nur schwer einen geeigneten Lebensraum, wo sie die Zeit bis zum erneuten Austrieb der Vegetation überdauern können. Sie werden eine leichte Beute, z.B. für Rabenkrähen, die frisch gemähte Wiesen systematisch absuchen. So bestehen neben den direkten Einwirkungen der Geräte auf Fauna und Vegetation auch indirekte Auswirkungen durch die Großflächigkeit der heutigen Grünland-Mahd.



Abb. 21: Oftmals werden witterungsbedingt sehr große Flächen gleichzeitig gemäht, so daß keine Rückzugsmöglichkeiten für die in der Wiese lebenden Tiere bestehen bleiben

Fig. 21: Due to weather conditions large areas are mowed simultaneously thus depleating animals of shelter

Rys. 21: Ze względu na niekorzystną pogodę koszone są często olbrzymie powierzchnie za jednym zamachem. Wówczas zamieszkujące taką zwierzęta nie mają możliwości ucieczki i ukrycia się

## 5. Marktübersicht: Leistungsvergleich und Kosten verschiedener Mähgeräte

Für den Praktiker ist nicht nur und nicht in erster Linie die Naturverträglichkeit von entscheidender Bedeutung, sondern die Frage nach Leistung, Kosten und Wartungsaufwand verschiedener Geräte. Hierzu wurde aktuelles Prospektmaterial von insgesamt 13 Herstellern analysiert. Zunächst wird im folgenden eine allgemeine Marktübersicht zu verschiedenen Mähgeräten gegeben, danach werden im speziellen naturverträgliche Mähgeräte beispielhaft vorgestellt.

### 5.1 Angebotspalette

Die Angebotspalette ist sehr groß: sie reicht von kleinen Einachs-Mähgeräten mit 1,0 m Arbeitsbreite bis hin zu gezogenen Scheibenmähwerken von 4,8 m Arbeitsbreite. Spezielle Mähgeräte (Selbstfahrer) und Großflächen-Mähgeräte gibt es bis 9 m Arbeitsbreite. Entsprechend unterschiedlich sind die Mähleistungen, wie Tab. 1 illustriert.

Tab. 1: Angebotspalette verschiedener Mähgeräte, zusammengestellt nach Prospektmaterial (1997) von 13 Herstellern. Verfügbare Bauarten: E = Einachs-Motormäher, F = Frontanbau, H = Heckanbau, Z = Zwischenachsenanbau.

	Schneid-Mähwerke		Rotations-Mähwerke	
	Fingerbalken	Doppelmesserbalken	Kreiselmäher	Scheibenmäher
Arbeitsbreiten (m)	1,00-1,90	1,00-3,10	1,65-3,30	1,20-4,85
Mähgeschwindigkeit (km/h)	bis 12	bis 15	bis 15	bis 15
Mähleistung (ha/h) je m Arbeitsbreite	0,6-1,0	0,7-1,1	0,8-1,2	0,8-1,2
Anbauart	E, H, Z	E, F, H, Z	F, H	F, H

Vor der speziellen Betrachtung der Leistungen sind die Anbau- bzw. Arbeitsweisen zu beleuchten. Die meisten Mähwerke sind für den Heck- oder/und Frontanbau an den Schlepper ausgelegt. Sie werden meist über Gelenkwelle angetrieben. Da kleinere und mittlere Schlepper aber in der Regel nur eine Heckgelenkwelle besitzen, eignen sich diese für den Anbau von Heckmähwerken. Große Schlepper verfügen zunehmend über eine Front- und eine Heckgelenkwelle, so daß Front- und Heckmähwerk kombiniert angebaut werden können.

Im weiteren gibt es außer den Anbau- und Anhängemähgeräten die selbstfahrenden Geräte, die über einen eigenen Fahrtrieb verfügen. Bekannt und vielerorts auf Kleinflächen, Steilhängen, Landschaftspflegeflächen sowie in der Straßenrandpflege und im Kommunalbereich eingesetzt sind die Einachs-Mähgeräte, die in der Regel mit einem Mähbalken ausgestattet sind. Zweiachsige Selbstfahr-Mähgeräte sind auf reine Grünland-Gebiete und hierbei auf spezialisierte Betriebe beschränkt (Berggebiet, Landschaftspflege, Großflächenbewirtschaftung). Sie sind vergleichs-

weise teuer und werden bei der vorliegenden Darstellung nicht eingehend berücksichtigt.

Bezüglich des derzeitigen Marktanteils der Mähgerätetypen ist davon auszugehen, daß Scheibenmähwerke rund 70 % Marktanteil haben und Doppelmesser-Balkenmähwerke einen Marktanteil von weniger als 5 % (NUSSBAUM, mündl. Mitt. 1998).

## 5.2 Leistungs- und Kostenvergleich

Beim Leistungsvergleich zeigen fast alle Anbau-Geräte Maximalgeschwindigkeiten der gleichen Größenordnung, in der Regel 12-15 km/h, nur für Anhängemähgeräte (Scheiben- und Trommelmäher) werden bis 18-20 km/h angegeben (in der Praxis ist jedoch bei 15 km/h Schluß). Entsprechend variieren die Flächenleistungen nach Herstellerangaben nur relativ geringfügig und betragen rund 1,0 ha je Stunde (0,7-1,2 ha/h) und m Arbeitsbreite (d.h. bei einem 3 m breiten Mähwerk ca. 3,0 ha). Die tatsächlich erreichbare Flächenleistung hängt stark von anderen Faktoren ab, insbesondere von Flächengröße und -zuschnitt sowie vom Flächenzustand. Lediglich die gezogenen Mähwerke erbringen bei günstig geformten Schlägen höhere Flächenleistungen, da sie durch die eigene Fahrachse eine ruhigere Laufweise haben und in der Regel eine größere Arbeitsbreite aufweisen als angebaute Mähwerke. Unterschiede bei der Flächenleistung ergeben sich bei Flächen in schlechtem Zustand (z.B. uneben, steinig oder mit Ästen durchsetzt). Diesbezüglich werden beim Einsatz von Messerbalken-Mähgeräten verminderte Fahrgeschwindigkeiten praktiziert.

Beim Leistungsvergleich schneiden Doppelmesser-Mähwerke hinsichtlich des Energieeinsatzes bzw. des Kraftbedarfs weitaus günstiger ab als Kreisel- und Scheibenmähwerke. Sie benötigen nur rund 30-40 % der Antriebskraft vergleichbarer Scheibenmähwerke und nur rund 20-30 % der Antriebskraft von Kreiselmäheren (Tab. 2).<sup>1</sup> Dies liegt zum einen am deutlich geringeren Gewicht der beweglichen Teile und zum anderen an dem niedrigen Kraftbedarf der schneidenden Technik. Entsprechend niedriger ist die benötigte Schlepperleistung.

Vom Kraftbedarf direkt abhängig ist der Energieverbrauch. Dieser liegt nach einem Beispiel von HÖHN (1984) beim Doppelmesser-Mähwerk bei nur ca. 50 % des Energieverbrauchs eines Rotations-Mähwerkes (2,9 l/ha im Vergleich zu 5,6 l/ha).

Tab. 2: Spezifischer Leistungsvergleich - bezogen auf verschiedene Geräte von ca. 2,50 m Arbeitsbreite

	Doppelmesser- mäher	Trommel- mäher	Scheiben- mäher
Flächenleistung (ha/h und m Arbeitsbreite)	0,7-1,1	0,8-1,2	0,8-1,2
Leistungsbedarf (ab Gelenkwelle) (kW/m Arb.)	2-3	8-12	5-10
Gewicht (kg/m Arbeitsbreite)	70-90	210-260	150-250

<sup>1</sup> Bei Kreisel- und Scheibenmäheren wird z.T. noch ein weitaus höherer Kraftbedarf angegeben, die Hersteller- und Literaturangaben weichen jedoch erheblich voneinander ab (z.B. HÖHN 1984, WANDEL 1995).

Weitere Vergleichspunkte sind Gewicht und Einstellmöglichkeiten der Mahdhöhe. Hier fehlen in vielen Hersteller-Prospekten entsprechende Angaben, doch aus den verfügbaren Daten zeichnet sich ab, daß die Einstell-Möglichkeiten der Schnitthöhe bei Messerbalken größer sind. Beispielsweise werden für Doppelmesser-Mähwerke 35-80 mm bzw. 35-120 mm angegeben. Bei den Rotations-Mähwerken ist serienmäßig oft nur geringe Variabilität gegeben (z.B. 28-50 mm); hier gibt es jedoch Zusatzausrüstungen zur Aufhöhung um 25 mm (Zusatzteller) oder Hochschnittkufensätze für Scheibenmäher (35-90 mm oder 60-120 mm). Hinsichtlich der Gewichtsangaben zeigt sich, daß Scheiben- und Trommelmäher um ein Mehrfaches schwerer sind als Doppelmesser-Mähwerke (z.B. 2,10 m breites Scheibenmäher-Frontmäherwerk 400 kg im Vergleich zu 170 kg eines Doppelmesser-Frontmäherwerkes).

Ein letzter, jedoch sehr entscheidender Punkt des Leistungsvergleichs betrifft den Wartungsaufwand. Dieser ist bei Balkenmäherwerken wesentlich höher als bei Scheiben- und Trommelmäherwerken, da die Messer regelmäßig geschliffen werden müssen, während die Klingen der Rotations-Mähwerke nur ersetzt werden. Außerdem erfordert das Wechseln der Klingen am Messerbalken einen erheblichen Arbeitsaufwand. Allerdings läßt sich der Wartungsaufwand auch bei Balkenmäherwerken insofern verringern als jeweils mehrere Messersätze verfügbar sein können und das Schleifen mit halb- oder vollautomatischen Schleifeinrichtungen erfolgen kann. Das Wechseln der Messer geht sehr schnell vonstatten (5-10 Minuten).

Am Schluß dieses Kapitels steht ein Kostenvergleich. Die Kostenangaben beziehen sich auf das Prospektmaterial (1997), sind auf DM 100,- gerundet und ohne MwSt. zu verstehen (Tab. 3). Da nicht alle Geräte in gleichen Arbeitsbreiten angeboten werden, seien zunächst verschiedene Beispiele gegenübergestellt.

Tab. 3: Übersicht zu den Kosten verschiedener Mähgeräte

<u>1,65 m Arbeitsbreite - Motormäher</u>		
Einachs-	Fingerbalken	9.500 DM
Balkenmähergeräte	Doppelmesser	11.000 DM
<u>1,65 m Arbeitsbreite - Heckanbau</u>		
	Doppelmessermäher	5.500 DM
	Trommelmäher	6.400 DM
	Scheibenmäher	7.400 DM
<u>2,10 m Arbeitsbreite - Heckanbau</u>		
	Doppelmessermäher	6.300 DM
	Trommelmäher	9.000 DM
	Scheibenmäher	7.800 DM
<u>2,10 m Arbeitsbreite - Frontanbau</u>		
	Doppelmesser	6.500 DM
	Trommelmäher	8.800 DM
	Scheibenmäher	9.300 DM
<u>3,10 m Arbeitsbreite- Frontanbau</u>		
	Doppelmesser	8.300 DM
	Trommelmäher	13.400 DM
	Scheibenmäher	14.400 DM

Die Ausstattungen sind sehr unterschiedlich - in der Übersicht sind jeweils die einfachsten Ausführungen dargestellt (Tab. 3). Zu beachten ist ferner, daß sich die Preise und die Angebotspalette in diesem Bereich schnell ändern können.

Aus der Übersicht der Angebotspalette ergeben sich folgende grobe Faustzahlen:

pro Meter Arbeitsbreite kosten

Doppelmesser-Mähwerke	2.700 - 3.200 DM
Trommel-Mähwerke	3.700 - 4.500 DM
Scheiben-Mähwerke	3.700 - 4.700 DM

Im Vergleich zu den Preisen für Anbau-Mähgeräte sind selbstfahrende Mähgeräte weitaus teurer. Z.B. kosten leistungsfähige Doppelmesser-Motormäher (Einachser) bereits über 10.000,- DM. Große Scheiben- und Trommelmäher bis hin zu Geräten mit 7 m Arbeitsbreite sind für über 70.000,- DM zu haben, Selbstfahrer (6 m Arbeitsbreite) für 220.000,- DM.

#### **Leistungs- und Kostenvergleich von modernen Doppelmesser-Mähgeräten mit Scheiben und Trommelmähdwerken**

- Flächenleistung: - im allgemeinen weitgehend gleiche Flächenleistung  
- bei schlechtem Flächenzustand geringere Flächenleistung bei Doppelmesser-Mähgeräten, da empfindlicher
- Kraftbedarf: - Doppelmesser 3 x geringerer Kraftbedarf als Scheiben- und Trommelmähdwerk
- Gewicht: - Doppelmesser ca. 2-2,5 x niedriger
- Wartungsaufwand: - Doppelmesser-Mähwerk deutlich höher, jedoch durch Wartungs- und Schleifmanagement stark reduzierbar
- Kostenaufwand: - Doppelmesser ca. 20-40 % billiger als Scheibenmähdwerk und als Trommelmähdwerk

### 5.3 Beispiele für naturverträgliche Mähgeräte

In den Untersuchungen haben die Messerbalkengeräte unter mehreren Naturverträglichkeits-Aspekten die besten Ergebnisse erzielt. Auch beim Leistungs- und Kostenvergleich konnten sich die Messerbalkengeräte gut behaupten. Aus der Vielzahl der am Markt angebotenen Modelle werden im folgenden die Haupttypen, ihre Einsatzbereiche und Spezifitäten dargestellt. Die Hersteller- oder Vertriebsadressen für Doppelmesserbalken-Mähwerke finden sich im Anhang.

#### Einachs-Motormäher

Der Einsatzbereich von Einachs-Motormähern liegt bei kleinen, steilen Flächen und im Bereich der Landschaftspflege. Sie werden von Hand geführt und arbeiten mit Geschwindigkeiten von ca. 2-6 km/h. Sie werden in Arbeitsbreiten von 0,97 m bis 1,90 m angeboten. Das Gros der angebotenen Modelle hat eine Arbeitsbreite von 1,45 m. Sie sind mit Fingerbalken oder Doppelmesserbalken erhältlich. Für schwierige Bodenverhältnisse gibt es Geräte mit Sperrdifferential. Als Sonderausstattung sind in der Regel Doppelbereifung und Giterräder erhältlich.



Abb. 22: Der Einachs-Motormäher eignet sich besonders für kleinflächige Mahd und schwieriges Gelände (Hangflächen, Feuchtgebiete etc.) (Werkfoto Aebi)

Fig. 22: The one axle motor mower is especially suitable for mowing small areas and difficult terrain conditions

Rys. 22: Jednoosiowa kosiarka silnikowa przydatna jest szczególnie na małych i trudno dostępnych powierzchniach (teren pochylony, wilgotny itp.)



### Doppelmesser-Mähwerk als Anbaugerät

Doppelmesser-Mähwerke sind als Anbaugeräte für den Heckanbau, den Zwischenachsenanbau und den Frontanbau erhältlich. Die Arbeitsbreiten solcher Anbaugeräte liegen zwischen 1,65 m und 3,10 m. Der Antrieb erfolgt mittels Gelenkwelle direkt über ein Getriebe oder über eine Hydraulikpumpe. Der Einsatzbereich erstreckt sich über das ganze Grünland, mit Ausnahme von extremen Standortverhältnissen, an denen der Einsatz eines Einachs-Motormähers zu bevorzugen ist. Als Anbaugeräte gibt es auch Fingerbalken-Mähwerke. Durch die hier gegebene größere Verstopfungsgefahr und die damit verbundene mühsame Unterbrechung des Mähvorgangs sind sie weniger empfehlenswert.



Abb. 23:  
Moderne Doppelmesser-Mähtechnik gibt es für den Frontanbau, für den front- und heckseitigen Anbau und für den Heckanbau (hier Geräte der Firmen Badema, Kunzelmann und Mörtl-Ziegler; z.T. Werkfotos)



Fig. 23:  
Modern double blade mowing techniques are designed for front or rear mounting

Rys.23:  
Nowoczesne kosiarki dwunożowe można umocować z przodu lub z tyłu



### Doppelmesser-Mähwerk für den Pferdeinsatz mit Vorderwagen

Im modernen Pferdeinsatz sind in den neuerer Zeit leistungsfähige Vorderwagen entwickelt worden, mit denen ein ruhiger Mahdvorgang mit Doppelmessertechnik realisiert werden kann. Der Vorderwagen sorgt dabei über die Antriebsräder oder mittels Aufbaumotor für eine gute Kraftübertragung auf das Mähwerk. In der Regel werden 1,90 oder 2,40 m breite Doppelmesser-Mähwerke verwendet und 2-4spännig gefahren. Der Vorteil dieser für viele noch ungewöhnlich anmutenden Technologie, die in den USA stärker fortentwickelt ist als in Mitteleuropa, ist der geringere Bodendruck und der geringere Energiebedarf an fossilen Brennstoffen. In einer Analyse des Heuernte-Prozesses kommt E. Degreif zu einer Einsparung an Dieselmotorkraftstoff um 86 % (DEGREIF, persönl. Mitt. 1998).



Abb. 24: Beim modernen Pferdeinsatz wird das Doppelmesser-Mähwerk an einem Vorderwagen eingesetzt (Foto E. Stegmaier)

Fig. 24: The modern use of horses allows the mounting of 'double blade bar mowers' at a hitchcart

Rys. 24: W nowoczesnych zaprzęgach konnych dwunożowa kosiarka znajduje się z przodu

### Selbstfahr-Mähgeräte mit Doppelmesser-Technik

Für Berggebiete und umfangreiche Landschaftspflegearbeiten kann der Einsatz von speziellen Selbstfahrgeräten sinnvoll sein. Sie haben in der Regel einen niedrigen Schwerpunkt, so daß sie auch an steilen Hängen und auf unebenen Flächen fahren können. Sie sind meist mit einem Frontmähwerk ausgerüstet, so daß ein direkter Blick auf die Mähfläche gegeben ist.



Abb. 25: Für spezielle Einsatzzwecke gibt es Selbstfahr-Mähgeräte; sie werden z.B. in der Landschaftspflege und in Berggebieten eingesetzt (Werkfoto Rasant)

Fig. 25: For particular purposes special mowers are available, that are for example used in mountain areas

Rys. 25: Do celów specjalnych służą kosiarki z własnym napędem; stosowane są przy pielęgnacji terenu oraz w obszarach górskich

### Halb- und vollautomatische Schleifeinrichtungen

Die Mähleistung von Messerbalken hängt entscheidend von der Messerschärfe ab und die Zufriedenheit der Landwirte vom Wartungsaufwand. Das Schleifen mit der Flex ist nicht angebracht, da es sehr aufwendig ist und vor allem die Klingenqualität sowie die Haltbarkeit der Messer stark beeinträchtigt. Es gibt halbautomatische und automatische Schleifeinrichtungen, mit denen schnell und qualitativ hochwertig gearbeitet werden kann. Zu beachten ist u.a., daß die Klingen nicht heiß werden und blau anlaufen, daß die Schneiden gerade und nicht gerundet geschliffen werden, daß der Schleifgrat entfernt wird etc. Mit entsprechenden Maschinen hält sich der Schleifaufwand in einem engen zeitlichen Rahmen. Wenn die Messer sachgemäß geschliffen sind, haben sie 20 ha Standzeit.

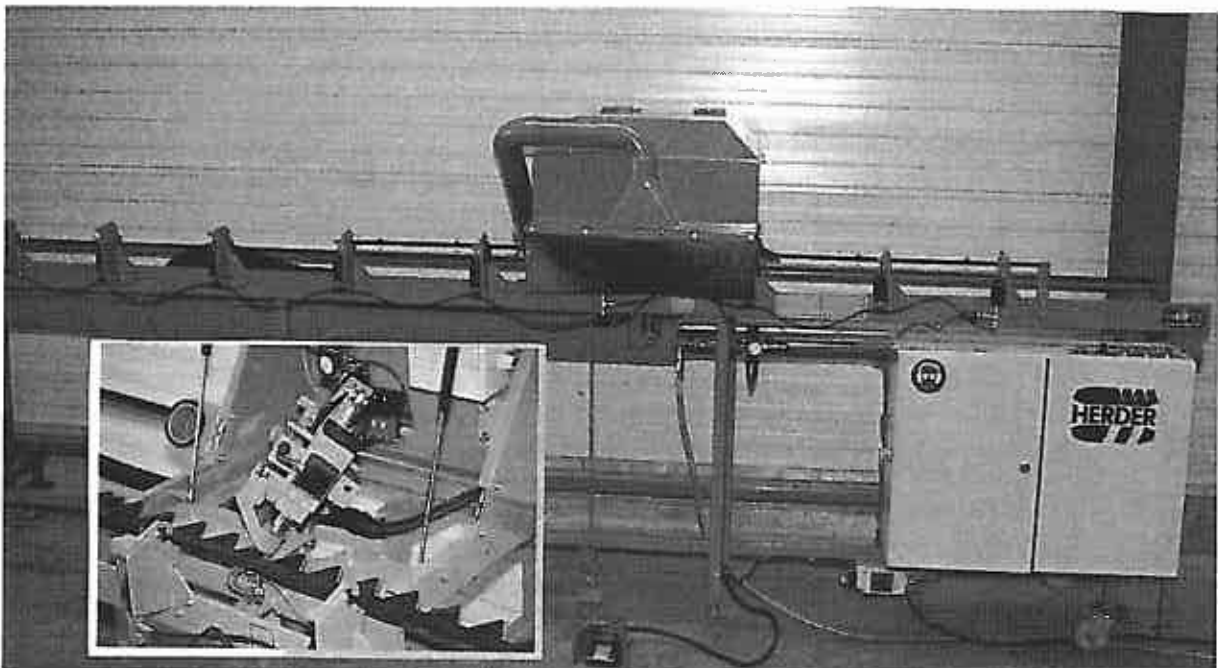


Abb. 26: Halb- und vollautomatische Schleifanlagen verringern den Wartungsaufwand für das Schleifen der Messerbalken erheblich (Werkfoto Herder)

Fig. 26: Sharpening machines reduce maintenance of cutter bar mowers

Rys. 26: Półautomatyczne i automatyczne urządzenia ostrzące upraszczają znacznie konserwację noży

## 6. Ausblick

Bei der Darstellung der Untersuchungen zu Naturverträglichkeit und Leistung hat sich gezeigt, daß das Doppelmesser-Mähwerk als moderne, leistungsfähige und zugleich naturverträgliche Technik zu bevorzugen ist. Doch viele Praktiker sind skeptisch, fürchten die Empfindlichkeit und den hohen Wartungsaufwand. Sie sind stolz auf die Robustheit ihrer Scheiben- oder Trommel-Mähwerke, und die Argumentation erfolgt oft über die „Schlagkraft“. Diese Aspekte wollen wir nochmals betrachten sowie Optimierungsmöglichkeiten und Visionen für die Mähtechnik aufzeigen.

### 6.1 Naturverträglichkeit versus „Schlagkraft“

Zwei Schlagworte stehen sich gegenüber: Naturverträglichkeit und Schlagkraft. Beide Worte stehen für positive und erwünschte Eigenschaften. Sind sie Gegensätze? Sind sie unvereinbar? Die Untersuchungen haben gezeigt, daß nur die schneidende Technik (Finger- oder Doppelmessertechnik) als naturverträglich eingestuft werden kann. Diese Technik ist aber nicht so robust gegenüber Steinen, Ästen, Erdhügeln wie die Rotationstechnik (Scheiben- und Trommelmäher), und der Wartungsaufwand ist deutlich höher. Doch in bezug auf die Leistungsfähigkeit sind beide Techniken durchaus vergleichbar. Wenn die Flächen in gutem Zustand sind, - und darum wird oder sollte ein Landwirt ohnehin bemüht sein -, erweisen sich auch Doppelmesser-Mähwerke als leistungsstark und „schlagkräftig“.

Nur die gezogene Technik (Anhängemähwerke) - bislang nur bei Scheiben- und Trommel-Mähwerken realisiert - ist auf sehr großen Schlägen leistungsfähiger als Anbau-Mähgeräte. Hier stehen jedoch sehr hohe Preise und ein noch höherer Kraftbedarf auf dem Negativsaldo der Leistungs- und Kostenbilanz. Der Energieverbrauch ist bei Messerbalken-Mähwerken weitaus am niedrigsten. Bei diesen Punkten schneidet die Doppelmessertechnik im wahrsten Sinne des Wortes am besten ab.

So bleibt als Negativ-Kritikpunkt der erhöhte Wartungsaufwand für Messerbalkengeräte, der die Flächenleistung über die Zeitkalkulation indirekt erniedrigt. Hier läßt sich eine Lösung finden, wenn der Zeitbedarf durch Vorhandensein mehrerer Messersätze und durch halb- oder vollautomatische Schleifeinrichtungen deutlich reduziert wird.

**Der Einsatz von naturverträglichen Doppelmesser-Mähwerken sollte zur Selbstverständlichkeit werden. So wie heute jedes neue Kraftwerk über gute Filteranlagen und jedes neue Auto über Katalysator verfügt, so sollten neue Mähwerke naturverträglich sein.**

## 6.2 Optimierung und Visionen

Derzeit werden in der Landwirtschaft überwiegend Rotations-Mähwerke eingesetzt; Scheibenmähwerke derzeit einen Marktanteil von ca. 70 %. Nun ist zu fragen, wie aus der derzeitigen Situation heraus zum einen naturverträgliche Doppelmesser-Mähgeräte zunehmend Verbreitung finden können und zum anderen, welche Dinge zu optimieren und welche Visionen denkbar sind.

Vorrangig ist die Förderung von umweltschonender Mähtechnik in allen Feuchtgrünland-Gebieten, in denen Amphibien vorkommen oder potentiell zu erwarten sind. Aber auch im Bereich mittleren Grünlands ist eine Verbreitung umweltschonender Schneidtechnik wünschenswert. Von seiten der landwirtschaftlichen Beratung und Förderung sollte diese naturverträgliche Technik unterstützt werden. Z.B. wurde für das baden-württembergische landwirtschaftliche Förderprogramm MEKA eine Position "Mahd mit Messerbalken" vorgeschlagen (BRONNER et al. 1997). Durch eine solche „offizielle“ Unterstützung wird die Umstellung auf naturverträgliche Mähtechnik erheblich erleichtert und vor allem auch Mähgeräte-Herstellern die Wichtigkeit der Naturbelange signalisiert. Das Landwirtschaftsministerium Baden-Württemberg hat die Naturschutzbehörden angewiesen, in der Landschaftspflege und vor allem in Naturschutzgebieten nach Möglichkeit nur noch die Mahd mit Messerbalken zuzulassen. Einige Landwirte haben bereits aus eigenem Antrieb, aus Überzeugung oder aus Wirtschaftlichkeitsgründen umgestellt.

### Verbesserung der Doppelmessertechnik

Zu optimieren ist bezüglich der Verbreitung der Doppelmessertechnik vor allem der Einsatz halb- oder vollautomatischer Schleifmaschinen, der zur Selbstverständlichkeit werden sollte. Damit läßt sich der Wartungsaufwand erheblich reduzieren und das derzeit noch übliche Hauptargument gegen die Messerbalkentechnik entkräften. Hierbei könnten Maschinenringe Vorreiterfunktion übernehmen. Bezüglich der Mähtechnik selber sind noch Verbesserungen bei der Höhenverstellbarkeit und den Gleitkufen für unterschiedliche Bodenverhältnisse denkbar sowie eine elektronische Bodenabtastung im Hinblick auf Hindernisse wie Steine oder Äste. Damit könnte eine Sicherung der empfindlichen Messerbalken verwirklicht werden.

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit betrifft die Verringerung des Bodendrucks, des Kraft- und des Energiebedarfs. Durch Verwendung leichter Schlepper oder durch Pferdeinsatz lassen sich diese Faktoren und Umweltbeeinträchtigungen reduzieren. In diesem Sinne ist als Vision vorstellbar, daß sich mit der Verbreitung von Doppelmesser-Mähgeräten, Schleifmaschinen und leichten Traktoren oder Pferden eine leistungsfähige und zugleich naturverträgliche Grünlandbewirtschaftung durchsetzt. Sie bewirkt eine optimale Grasnarbe, eine arten- und individuenreiche Fauna und einen wenig verdichteten, wasseraufnahmefähigen Boden bei sehr stark reduziertem Energie-Input.

### Zukunftsvision

Abschließend sei ein Abschnitt aus der Vision von CLAßEN (1997) wiedergegeben.

„Es ist ein heißer wolkenloser Sommertag und Landwirt Oberhauser mäht erstmals mit seinem neuen MÄHCARRIER. Dieses neuartige Fahrzeug wird von NATURATEC, einer kleinen, aber anspruchsvollen südwestdeutschen Firma hergestellt.

NATURATEC wurde zur Jahrtausendwende durch innovative Entwicklungen auf dem Sektor der natur- und umweltverträglichen Landtechnik international bekannt.

Der MÄHCARRIER ist ein leichtes Allzweckfahrzeug, das für den Lastentransport, für die Wiesenmahd und den Gemüse- und Hackfruchtanbau konzipiert ist. Das Antriebsaggregat des MÄHCARRIERS besteht aus einem Elektromotor mit Wasserstoff-Brennstoffzelle, der bei Bedarf auch mit Schnellade-Akkumulatoren betrieben werden kann. Der Elektromotor entwickelt bereits im Akkumulatorbetrieb ausreichend Kraft, um damit leichte Anbaugeräte wie den Doppelmesserbalken zu betreiben. Obwohl der MÄHCARRIER noch nicht lange auf dem Markt ist, hat sich Landwirt Oberhauser schnell für dieses Fahrzeug entschieden, da er fast alle Arbeiten in seinem Betrieb mit deutlicher Energieersparnis und damit kostengünstig erledigen kann. Denn Energieverbrauch wird seit Jahren aus Gründen des globalen Klimaschutzes verschärft besteuert.

Herr Oberhauser hat zusammen mit dem MÄHCARRIER ein neues Doppelmessermähwerk gekauft, das über eine neuartige automatische Schnitthöhenverstellung verfügt. Herr Oberhauser gibt die gewünschte Schnitthöhe in den kleinen Bordcomputer des MÄHCARRIERS ein, der die beiden Stützkufen an den Außenseiten des Mähbalkens unabhängig voneinander hydraulisch aus- und einfährt. Der Bordcomputer überwacht auch während der Fahrt die Einhaltung der Mindestschnitthöhe mit speziellen Sensoren, die das Bodenrelief vor dem Messerbalken abtasten. Mit diesem System kann Herr Oberhauser insbesondere in seinen amphibienreichen Feuchtwiesen tierschonend mähen und erhält für diese besondere Naturschutzleistung eine vertraglich fixierte Vergütung vom Landwirtschaftsministerium. Das in den 90er Jahren vielfach von den Landwirten kritisierte Messerschleifen erfolgt mittlerweile vollautomatisch. Ein computergesteuerter Schleifbock erledigt diese Arbeit innerhalb von wenigen Minuten.

Landwirt Oberhauser sitzt auf seinem MÄHCARRIER und denkt über die vergangenen Jahre nach. Er hat auf Produktionsqualität und auf den Natur- und Umweltschutz gesetzt. Er würde seinen MÄHCARRIER nicht mehr gegen einen überdimensionierten 200 PS Ackerschlepper mit Front- und Heck-Scheibenmähwerk eintauschen. Seine Kunden und seine Frösche hätten dafür kein Verständnis. Außerdem kennt Herr Oberhauser benachbarte Landwirte, die vor Jahren hohe Investitionen zur Produktionssteigerung und zur Anschaffung von Hochleistungsmaschinen tätigten und damit Schiffbruch erlitten. Für sie blieb am Ende nur noch die bittere Erkenntnis 'Wachsen und Weichen'."

## 7. Handlungsempfehlungen des NABU

Aus den dargestellten Sachverhalten lassen sich Handlungsempfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis und die Politik ableiten:

- Bei allen gegenwärtig eingesetzten Mähgeräten sollte der Schnitt zur Schonung der Tiere am Boden möglichst hoch erfolgen (mindestens 7-8 cm). Der "Rasiermesserschnitt" muß der Vergangenheit angehören.
- Die Umstellung auf naturverträgliche Doppelmesser- (und Finger-)Mähwerke muß landes- und bundesweit propagiert und von der landwirtschaftlichen Beratung unterstützt werden.
- Landwirtschaftliche Förderprogramme (z.B. MEKA in Baden-Württemberg) müssen um die Position „naturverträgliche Mähtechnik“ erweitert werden.
- In Naturschutzgebieten und großflächigen Niederungsgrünlandgebieten ist der Einsatz von Doppelmesser- bzw. Fingermähwerken verbindlich vorzuschreiben.
- Für die naturverträgliche Landschaftsentwicklung sollten Maßnahmen zur Verbesserung der Landschaftsstruktur (abgestuftes System von Extensiv- und Intensivflächen, parzellierte Bewirtschaftung, Randstreifen etc.) und zur naturverträglichen Landtechnik (schonende Mähtechnik, schonende Grabenpflege) großflächig gekoppelt werden.



Abb. 27: Naturverträgliche Doppelmesser-Mähtechnik wird einem Kreis interessierter Landwirte vorgestellt

Fig. 27: An environmentally sensitive cutter bar mower is introduced to a group of farmers

Rys. 27: Grupa rolników zainteresowanych kosiarką tytułowe dwunożową, która najmniej dewastuje przyrodę Koszenie kosiarką rotacyjną

**8. Adressen von Herstellern von Doppelmesser-Mähwerken**

Agriawerke GmbH  
Postfach 1147  
74215 Möckmühl  
Tel. 06298/39-0  
Fax 06298/39111

Aebi & Co AG  
Maschinenfabrik  
CH-3400 Burgdorf  
Tel. 0041/34/4216121  
Fax 0041/34/4216151

Badema Maschinenbau GmbH  
Gewerbestr. 8  
79258 Hartheim  
Tel. 07633/15001  
Fax 07633/150015

Rapid Maschinen und Fahrzeuge AG  
Postfach 139  
CH-8953 Dietikon  
Tel. 0041/7431111  
Fax 0041/7414886

Bucher GmbH  
Maschinenfabrik  
Postfach  
79770 Klettgau  
Tel. 07742/852-0  
Fax 07742/7116

Rasant  
Land- und Kommunaltechnik  
Aichegg 20  
A-8541 Schwanberg  
Tel. 0043/3467/7511-0  
Fax 0043/3467/7511-11

Peter Kunzelmann  
Maschinen- und Gerätebau GmbH  
Castellbergstr. 1  
79235 Vogtsburg  
Tel. 07662/6998  
Fax 07662/6061

REFORMWERKE  
Bauer & CO. Ges.m.b.H.  
Postfach 192  
A-4600 Wels  
Tel. 0043/7242/232-0  
Fax 0043/7242/232-4

Mörtl-Ziegler Maschinenbau GmbH  
Schrobenhausener Str. 56  
86554 Pöttmes  
Tel. 08253/9997-0  
Fax 08253/6545



## 9. Literatur

- BONESS, M. (1953): Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd.- Z. Morph. Ökol. Tiere 42: 255-277.
- BULAN, A., BARRETT, W. (1971): The effects of two acute stresses on the arthropod component of an experimental grassland ecosystem.- Ecology 52: 597-605.
- CLASSEN, A., HIRLER, A. & OPPERMAN, R. (1996): Auswirkungen unterschiedlicher Mähgeräte auf die Wiesenfauna in Nordost-Polen - untersucht am Beispiel von Amphibien und Weißstorch.- Naturschutz und Landschaftsplanung, 28 (5), 139-144.
- CLAßEN, A. (1997): 100 Jahre Landtechnik und Wiesenwirtschaft.- Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen, Werkstattreihe H. 3, Singen.
- DETZEL, P. (1985): Die Auswirkungen der Mahd auf die Heuschreckenfauna von Niedermoorwiesen.- Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 59/60: 345-360.
- EGGERT, A. (1991): Von der Mähmaschine zum Mähdrescher. Münster.
- FUNKE, W. et al. (1986): Arthropodengesellschaften im Ökosystem „Obstgarten“.- Verh. Ges. Ökol. 14: 131-141.
- HEMMANN, K., HOPP, I., PAULUS, H.F. (1987): Zum Einfluß der Mahd durch Messerbalken, Mulcher und Saugmäher auf Insekten am Straßenrand.- Natur und Landschaft 62(3): 103-106.
- HERRMANN, K. (1991): Ackergiganten. Braunschweig.
- HERRMANN, K. (1992): Traktoren in Deutschland 1907 bis heute. Wetzlar.
- HÖHN, E. (1984): Mähsysteme im Vergleich.- Blätter für Landtechnik 242: 1-7.
- KNAUER, N., STACHOW, U. (1986): Verteilung und Bedeutung verschiedener Strukturelemente in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft.- Verh. Ges. Ökol. 14: 143-150.
- LAKEBERG, H. (1995): Zur Nahrungsökologie des Weißstorchs *Ciconia ciconia* in Oberschwaben (S-Deutschland): Raum-Zeit-Nutzungsmuster, Nestlingsentwicklung und Territorialverhalten.- Ökologie der Vögel, Bd. 17, Sonderheft, 87 S.
- LAZARO, E. (1986): Beitrag zur Ernährungsbiologie des Weißstorchs.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 43: 235-242.
- LÖBBERT, M., KROMER, K.-H., WIELAND, C.C. (1994): Einfluß von Mäh- und Mulchgeräten auf die bodennahe Fauna.- Forschungsberichte „Integrative Extensivierungs- und Naturschutzstrategien“, H. 15, S. 7-26.
- LÖSCH, M. (1997): Faunaschonende Flächenpflegetechnik - Entwicklung und Beurteilung.- Fortsch.-Ber. VDI Reihe 14 Nr. 81. Düsseldorf, 198 S.
- MÜLLER, H., SCHWARZ, D. (1988): Auswirkungen unterschiedlicher Schnittvarianten auf die Arthropodenzönose einer urbanen Grünfläche.- Natur und Landschaft 63: 335-339.
- OPPERMAN, R. (1987): Tierökologische Untersuchungen zum Biotopmanagement in Feuchtwiesen.- Natur und Landschaft 62, 235-241.

- OPPERMANN, R., LICZNER, Y. & CLAßEN, A. (1997): Auswirkungen von Landmaschinen auf Amphibien und Handlungsempfehlungen für Naturschutz und Landwirtschaft.- Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen Werkstatteihe H. 4, Singen.
- OST, G. (1979): Auswirkungen der Mahd auf die Artenmannigfaltigkeit (Diversität) eines Seggenriedes am Federsee.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 49/50: 407-439.
- PINOWSKA, B., PINOWSKI, J. (1989): Feeding ecology and diet of the White Stork *Ciconia ciconia* in Poland. In: RHEINWALD, G., OGDEN, J., SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch-White Stork. Proc. I Int. Stork Conserv. Symp.- Schriftenreihe des DDA 10: 397-402.
- PINOWSKI, J. et al. (1986): Der Einfluß des Milieus auf die Nahrungs-Effektivität des Weißstorchs (*Ciconia ciconia* L.).- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 43: 243-252.
- PROFUS, P. (1986): Zur Brutbiologie und Bioenergetik des Weißstorchs in Polen.- Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 43: 205-220.
- REKASI, J. (1989): Nahrungsbiologische Untersuchungen am Weißstorch (*Ciconia ciconia*). In: RHEINWALD, G., OGDEN, J., SCHULZ, H. (Hrsg.): Weißstorch-White Stork. Proc. I Int. Stork Conserv. Symp., Schriftenreihe des DDA 10: 397-402.
- SACKL, P. (1987): Über saisonale und regionale Unterschiede in der Ernährung und Nahrungswahl des Weißstorchs (*Ciconia c. ciconia*) im Verlauf der Brutperiode.- *Egretta* 30(2): 49-80.
- SCHAEFER, M., HAAS, L. (1979): Untersuchungen zum Einfluß der Mahd auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese.- *Drosera* 1: 17-40.
- SCHNEIDER, M. (1988): Periodisch überschwemmtes Dauergrünland ermöglicht optimalen Bruterfolg des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*) in der Save-Stromaue (Kroatien/Jugoslawien).- *Die Vogelwarte* 34: 164-173.
- SCHULTZ-KLINKEN (1975): Die Entwicklung der ländlichen Handarbeitsgeräte in Südwest-Deutschland.- *Der Museumsfreund* 14/15: 1-110.
- THOMAS, P. (1980): Wie reagieren Heuschrecken auf die Mahd? - Naturkundliche Beiträge des DJN 5: 94-99.
- WANDEL, H. (1995): Ein Teppich auf der Wiese - Mähwerk und Aufbereiter, die Schlüsselmaschinen der Futterernte.- *Allgäuer Bauernblatt* 14 - 1995: 890-893.
- WASNER, U. (1987): Wirkung der Saugmahd auf den Insektenbestand am Straßenrand.- *Mitt. d. LÖLF* 12, 34-39.
- WILKE, N. (1992): Beeinflussung von Heuschrecken (Saltateria) durch Mahd und verschiedene Mahdsysteme in wechselfeuchten Wiesen norddeutscher Flußauen.- Diplomarbeit am Zoologischen Institut der Technischen Universität Braunschweig.

## Naturschutzbund NABU GRÜNE REIHE

**D**ie GRÜNE REIHE des NABU informiert zu aktuellen Themen des Natur- und Umweltschutzes. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse werden für die Praxis aufbereitet. Die Reihe will die Diskussion über naturschutz- und umweltschutzpolitisch relevante Fragestellungen in der Öffentlichkeit anregen und zugleich Argumentationshilfen für die politische Auseinandersetzung liefern.

Bisher sind in der GRÜNEN REIHE erschienen:

■ **Arbeitsplätze durch Naturschutz. Fallbeispiele zur Regionalentwicklung am Beispiel eines Biosphärenreservates Mittlere Schwäbische Alb**

**Helfen Sie mit!**

**Spendenkonto Nr. 8 100 438**

**bei der Landesgirokasse Stuttgart**

**BLZ 600 501 01**

**(Spenden sind steuerlich absetzbar)**

## Der Naturschutzbund NABU in Baden-Württemberg

ist mit rund 65.000 Mitgliedern der mitgliederstärkste Umweltverband in Baden-Württemberg. Seit 1899 steht der NABU in über 250 örtlichen Gruppen für praktischen Natur- und Artenschutz vor Ort, Kompetenz im Umweltbereich und Einflußnahme auf allen politischen Ebenen. Der NABU finanziert seine Arbeit fast ausschließlich aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden.

## Auch Sie können mitmachen!

**M**it Ihrem Beitrag stärken Sie die Position des NABU in der politischen Auseinandersetzung, tragen wesentlich zu seiner umwelt- und naturschutzfachlichen Arbeit bei und unterstützen die interdisziplinär arbeitenden wissenschaftlichen Institute für Landschaftsökologie und Naturschutz sowie die NABU-Naturschutzzentren, die bedeutende Naturschutzgebiete betreuen und für interessierte Besucher ständige Ausstellungen und vielfältige Veranstaltungsprogramme anbieten.

## Weitere Informationen:

---

**Naturschutzbund NABU  
Landesverband Baden-Württemberg e.V.**  
Tübinger Str. 15  
70178 Stuttgart  
Tel.: 07 11 / 9 66 72-0  
Fax: 07 11 / 9 66 72-33  
E-Mail: NABU.BW@t-online.de  
Internet: www.NABU-BW.de

**NABU-Bundesgeschäftsstelle**  
Herbert-Rabius-Str. 26  
53225 Bonn  
Tel.: 02 28 / 9 75 61-0  
Fax: 02 28 / 9 75 61-90

**Institut für Landschaftsökologie  
und Naturschutz (ILN) Bühl**  
Sandbachstr. 2  
77815 Bühl-Vimbuch  
Tel.: 0 72 23 / 94 86-0  
Fax: 0 72 23 / 94 86-86

**Institut für Landschaftsökologie  
und Naturschutz (ILN) Singen**  
Mühlenstr. 19  
78224 Singen  
Tel.: 0 77 31 / 99 62-0  
Fax: 0 77 31 / 99 62-18

---



**NABU**

Naturschutzbund NABU  
Landesverband Baden-Württemberg e.V.  
Tübinger Str. 15  
70178 Stuttgart  
Tel.: 0711/9 66 72-0  
Fax: 0711/9 66 72-33  
E-Mail: [NABU.BW@t-online.de](mailto:NABU.BW@t-online.de)  
Internet: [www.NABU-BW.de](http://www.NABU-BW.de)

Spendenkonto Nr. 8 100 438  
bei der Landesgirokasse Stuttgart  
BLZ 600 501 01  
(Spenden sind steuerlich absetzbar)