

# NATUR UND LANDSCHAFT

Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege

---

97. Jahrgang 2022 Heft

Seiten

DOI:

# Einsatz von Mähmaschinen mit schonender Wirkung auf die biologische Vielfalt zur Pflege von Straßenbegleitflächen am Beispiel des Grünpflegekopfs ECO 1200 plus® von MULAG

## Biodiversity-preserving mowing machines for the maintenance of roadside areas – The example of the MULAG ECO 1200 plus® mowing head

Oliver Betz, Thomas Kimmich, Michael Csader, Frank Spinner und Johannes Steidle

### Zusammenfassung

Insektenschonende Mähtechniken können vermutlich einen wichtigen Baustein im Maßnahmenpaket gegen den beobachteten Rückgang von Insekten im Grünland darstellen. In diesem Zusammenhang sollte eine Umstellung hin zur insektenschonenden Bewirtschaftung von Straßenrändern auf Grund deren Größe und möglicher Korridorfunktion als Chance für die Erhaltung und den Schutz von Insekten angesehen werden. In einem randomisierten Freilandexperiment wurde die Wirksamkeit eines insektenschonenden Böschungsmähers mit veränderter (horizontaler statt vertikaler) Luftführung, verringerter Angriffsfläche des Schneidwerks, verkleinertem Bodenkontakt sowie angehobener Schnitthöhe im Vergleich zu einem herkömmlichen Böschungsmäher getestet. Im Ergebnis zeigt sich, dass bei dem insektenschonenden Mähkopf in Abhängigkeit von der taxonomischen Gruppe die Verluste bei Spinnen und Insekten vollständig aufgehoben sind oder um 20 % geringer ausfallen als beim Standardmäherwerk. Die Ergebnisse verweisen auf ein hohes technisches Innovationspotenzial bei Böschungsmähmaschinen, mit dem mahdbedingte Insektenverluste bei der Pflege von Straßenbegleitflächen deutlich minimiert werden können.

Böschungsmäher – Insektenrückgang – Mähen – Mähmaschine – Naturschutz – Straßenrand

### Abstract

Insect-friendly mowing techniques may have the potential to be an important element of measures to combat the observed decline of insects in grassland. In this context, a shift towards insect-friendly management of roadsides presents an opportunity for insect conservation and protection in view of the size and potential corridor function of such areas. In a randomised field experiment, the effectiveness of an insect-friendly slope mower with modified (horizontal instead of vertical) airflow, reduced cutter attack area, reduced ground contact, and increased cutting height was tested in comparison to a conventional slope mower. The results showed that, depending on the taxonomic group, losses of spiders and insects were completely eliminated or 20 % lower with the insect-protecting mower head than with the standard mower. The results indicate a high technical innovation potential for embankment mowers, with the help of which mowing-related insect losses in the maintenance of roadside areas can be minimised significantly.

Embankment mower – Insect decline – Mowing – Mowing machine – Nature conservation – Roadside

Manuskripteinreichung: 8.10.2021, Annahme: 7.6.2022

DOI: 10.19217/NuL2022-09-06

## 1 Einleitung

In vielen Regionen der Erde, v.a. auch in Mitteleuropa und Deutschland, ist seit vielen Jahren ein massiver Rückgang der Arten- und Individuenzahlen von Spinnen und Insekten zu beobachten, auf den u.a. [Hallmann et al. \(2017\)](#) aufmerksam gemacht und den [Seibold et al. \(2019\)](#) bestätigt haben. Nachdem der drastische Rückgang der Insektenbiomasse unter dem medienwirksamen Begriff „Insektensterben“ einer breiten Öffentlichkeit bekannt geworden war, wurde das Aktionsprogramm Insektenschutz der Bundesregierung beschlossen ([BMU 2019](#)). Zu den essenziellen Maßnahmen gegen das „Insektensterben“ gehört neben der gezielten Erhaltung und Förderung extensiv genutzter Offenlandlebensräume auch die Verwendung insektenschonender Bewirtschaftungsformen.

## 2 Bedeutung der intensiven Grünlandmahd für den Rückgang von Insekten

Als eine in diesem Zusammenhang bislang nur wenig beachtete, aber vermutlich erhebliche Ursache des Insektenrückgangs ist die intensive Mahd von Grünland anzusehen, bei der durch Trommel- und Scheibenmäherwerke und Mähauflbereiter große Teile der oberirdischen Arthropodenpopulationen inkl. deren Ei- und Larvalstadien getötet werden (z. B. [Oppermann, Claßen 1998](#); [Fluri et al. 2000](#); [Humbert et al. 2010](#); [van de Poel, Zehm 2014](#); [Abb. 1](#), S. 456).

Dabei unterscheiden sich die verschiedenen Mähmethoden im Grad, in dem sie die bislang untersuchten Insektengruppen beeinträchtigen. Als besonders insektenschonend gelten nach Versuchen mit Wachsattrappen sowie ausgesetzten Raupen und Heuschrecken Handbalkenmäher. Darauf folgen Traktorbalkenmäher sowie



**Abb. 1:** Weibliche Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum* L.), die mit einem Mulchkopf zur Mahd von Verkehrsrandern getötet wurde. (Foto: **Thomas Kimmich**)

Fig. 1: Female swamp grasshopper (*Stethophyma grossum* L.) that was killed by a cutting head used to mow roadsides.

Scheiben- und Trommelmäher mit jeweils ähnlichen Auswirkungen (**Humbert et al. 2010**). Der Einsatz von Trommelmäherwerken mit Aufbereitern, die das Mähgut unmittelbar nach der Mahd verdichten und verpacken, ist hingegen mit dem Verlust großer Mengen von Insekten auf den gemähten Flächen verbunden (**Humbert et al. 2010**). Hinzu kommen Verluste im Anschluss an eine Mahd, wie die Austrocknung empfindlicher (Larven)stadien bei Veränderungen des Mikroklimas durch die Mahd, sowie langfristige Veränderungen der Vegetationsstruktur inkl. der Schädigung von Wirtspflanzen vieler Insekten. All diese Effekte der intensiven Mahd im bewirtschafteten Grünland haben in den vergangenen Jahrzehnten daher mutmaßlich zu einem „Überfischungseffekt“ bei Insektenpopulationen geführt. Es ist gut vorstellbar, dass dies ähnlich wie bei übernutzten Fischbeständen zu einem massiven Rückgang bis hin zum kompletten Verlust natürlicher Populationen geführt hat. Daher müssen im Zusammenhang mit dem „Insektensterben“ neben der Verringerung der Strukturvielfalt der Landschaft, der Ausweitung des Pestizideinsatzes und der Lichtverschmutzung (z. B. **Krogmann et al. 2018**)

**Kasten 1: Halbschmarotzer erwünscht: das Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben „Klappertopf“.**

Box 1: Hemiparasites welcome: The “Rattle” testing and development project.

In Zeiten zunehmender Landschaftsfragmentierung, intensiverer Landnutzung und weiter zurückgehender Artenvielfalt kommt auch naturfernen Lebensräumen wie dem Straßenbegleitgrün eine Bedeutung als Lebensraum für die heimische Flora und Fauna zu. Viele dieser Flächen sind jedoch artenarm, meist auf Grund der Verwendung nährstoffreicher Oberböden und schnell wachsender Kulturgräser, die die Flächen bei der vorherrschenden Pflege (Mulchmahd ohne Abfuhr der Biomasse) nachhaltig dominieren und einen hohen Pflegeaufwand nach sich ziehen. Konkurrenzschwächere Kräuter werden unterdrückt und viele Insekten finden weder Nahrungsquellen noch Bruthabitate. Zur Erhöhung der biologischen Vielfalt (und zur Reduktion des Mähaufwands) sind deshalb Maßnahmen erforderlich, die auf den Austausch der Böden und/oder einen Umbau der Vegetation zielen. Eine in Tschechien und Großbritannien bereits erfolgreich genutzte Methode ist die Ansaat von *Rhinanthus* spp. (Klappertopf; **Abb. K1-1**), der als Halbschmarotzer auf Pflanzenwurzeln parasitiert, dadurch das Wachstum v. a. der konkurrenzstarken Gräser reduziert und Raum für heimische Kräuter schafft (**Mládek, Šikula 2016**).

In Schleswig-Holstein wurden und werden im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesumweltministeriums (BMUV) geförderten Vorhabens der Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein und des Landesbetriebs Straßenbau und Verkehr zahlreiche Straßenbegleitgrünflächen (ca. 100 ha) mit Klappertopf eingesät. Die Maßnahmen werden von der Abteilung Landschaftsökologie des Instituts für Natur- und Ressourcenschutz der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel wissenschaftlich begleitet, um den Etablierungserfolg und dessen Folgen für die biologische Vielfalt zu bewerten. Zur Halbzeit des Projekts halten sich Erfolge und Misserfolge noch die Waage, weshalb weiter über den optimalen Einsatz von *Rhinanthus* geforscht wird. Unter anderem spielen Herkunft und Trocknung des Saatguts sowie der Wassergehalt der Böden, Streu- und Moosdichte und das Mahdregime zu verschiedenen Zeitpunkten eine wichtige Rolle für den Etablierungserfolg. Bereits eine einmalige Mahd zum falschen Zeitpunkt kann die Art lokal ausrotten. Insgesamt aber stimmen die Ergebnisse hoffnungsvoll, so dass Straßenbauverwaltung und Naturschutz intensiv an einer Optimierung der Methode arbeiten. Dennoch profitieren schon jetzt sowohl die Artenvielfalt durch aufgewertete Flächen als auch die für die Unterhaltung zuständigen Stellen durch reduzierten Pflegeaufwand. Denn beides unterstützt der Klappertopf.

**Literatur**

Mládek J., Šikula T. (2016): Greening highway corridors to support butterfly metapopulations in protected areas: New technology for restoration of semi-natural vegetation using root hemiparasites. In: Guinard E. (Hrsg.): IENE 2016 – Integrating transport infrastructure with living landscapes. Lyon: 303 S.



**Abb. K1-1:** Versuchsfläche des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens „Klappertopf“. Herbstliche Einsaaten mit dem an Gräsern schmarotzenden Klappertopf (*Rhinanthus* spp.) lichten dichte Grasbestände auf; sie vermindern die Produktivität und damit sowohl die Mahdfrequenz als auch die Biomasse im Begleitgrün – was Kosten spart – bei steigender Biodiversität. (Foto: **Gerd Kämmer, Kreis Schleswig-Flensburg, Juni 2021**)

Fig. K1-1: Experimental plot of the “Rattle” testing and development project. Sowing of rattle (*Rhinanthus* spp.), a hemiparasitic plant on grasses, in autumn thins out dense grass stands; it reduces productivity and thus costs through lower mowing frequency and biomass in roadside verges, while biodiversity increases.

**Autoren:**

Anne Zimmerbeutel, M. Sc.  
 Prof. Dr. Tobias W. Donath  
 Prof. Dr. Tim Diekötter  
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
 Institut für Natur- und Ressourcenschutz  
 Abteilung Landschaftsökologie  
 Olshausenstraße 75  
 24118 Kiel  
**E-Mail:** [azimmerbeutel@ecology.uni-kiel.de](mailto:azimmerbeutel@ecology.uni-kiel.de)  
**E-Mail:** [tdonath@ecology.uni-kiel.de](mailto:tdonath@ecology.uni-kiel.de)  
**E-Mail:** [tdiekoetter@ecology.uni-kiel.de](mailto:tdiekoetter@ecology.uni-kiel.de)

Dr. Björn Schulz  
 Dr. Christian Dolnik  
 Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein  
 Eschenbrook 4  
 24113 Molfsee  
**E-Mail:** [bjoern.schulz@stiftungsland.de](mailto:bjoern.schulz@stiftungsland.de)  
**E-Mail:** [christian.dolnik@stiftungsland.de](mailto:christian.dolnik@stiftungsland.de)

auch die Folgen einer zu intensiven und durch den Einsatz immer leistungsfähigerer Landmaschinen für Insekten zunehmend destruktiven Mähtechnik in den Blick genommen werden.

### 3 Straßenbegleitgrün

Während das Ziel einer nachhaltigeren Mähtechnik im landwirtschaftlichen Grünland auf Grund der politischen und ökonomischen Zwänge kurzfristig nur schwer zu erreichen sein dürfte, muss Straßenbegleitgrün keinen ökonomischen Ertrag in Form nutzbarer Biomasse für die Landwirtschaft erbringen. Zudem untersteht es keinen ästhetischen Vorgaben, wie es etwa für Schau-rasenflächen in Gärten und Parks der Fall ist. Stattdessen können die ein- bis zweischürigen ungedüngten Mähwiesen entlang von Verkehrswegen einen wichtigen Lebensraum mit Korridorfunktion für Insekten darstellen. Mit einer Fläche von ca. 680.000 ha in Deutschland (Reck, Mueller 2018) haben sie zudem ein großes Potenzial für Erhaltung und Schutz von Insekten. Die Förderung der extensiv genutzten Offenlandlebensräume entlang von Verkehrswegen sollte daher zu den essenziellen Maßnahmen gegen das „Insektensterben“ gehören (s. auch Kasten 1).

Allerdings ist davon auszugehen, dass auch bei der Mahd von Straßenrändern große Mengen an Insekten getötet werden. Daraus ergibt sich eine Anforderung für die technische Weiterentwicklung von Mähwerken, um mahdbedingte Verluste von Spinnen und Insekten zu minimieren. In Deutschland bestehen Straßenränder und -böschungen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit und zur Wildunfallprävention aus einem vom Straßenrand ausgehenden Profil, bei dem auf einen 2–3 m breiten Intensivbereich ein Extensivbereich von bis zu 8 m Breite folgt (Abb. 2; FGSV 2021). Während der Intensivbereich mit konventionellen Mähköpfen sehr kurz gemäht werden muss, besteht im sich daran anschließenden Extensivbereich die Möglichkeit, insektenschonende Mähtechniken einzusetzen, bei denen auch die Schnitthöhe angehoben werden kann und nicht ganz sauber standardisiert werden muss. Dies reduziert die Spinnen- und Insektenmortalität bei der Mahd und sorgt für eine erhöhte Überlebenschance der auf den gemähten Flächen verbleibenden Tiere auf Grund des verbesserten Mikroklimas (Austrocknungsschutz) und des erhöhten Strukturreichtums.

Die Häufigkeit der Mahd ist abhängig vom Extensivierungsgrad im Straßenrandprofil. Während der Intensivbereich (witterungsabhängig) in der Regel zweimal jährlich gemäht wird, ist dies im Extensivbereich häufig nur einmal im Jahr der Fall. Laut dem bundesweit geltenden „Merkblatt für den Straßenbetriebsdienst – Teil Grünpflege“ sollte der Extensivbereich jedoch nur dann gemäht

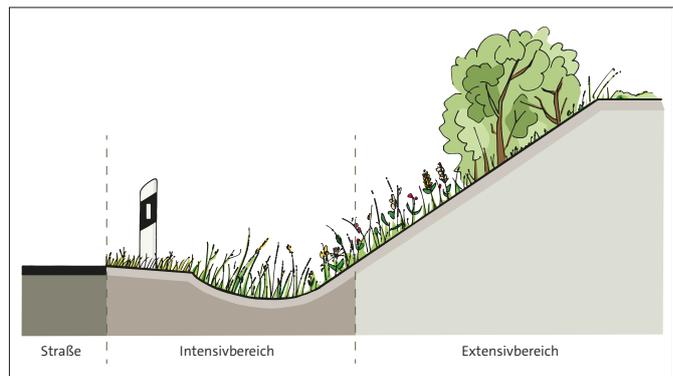


Abb. 2: Straßenrandböschungsprofil bestehend aus Intensiv- und Extensivbereichen, die sich hinsichtlich der Mahdhöhe sowie der strukturellen Heterogenität voneinander unterscheiden.

Fig. 2: Roadside slope profile consisting of intensely and extensively maintained zones that differ in terms of mowing height and structural heterogeneity.

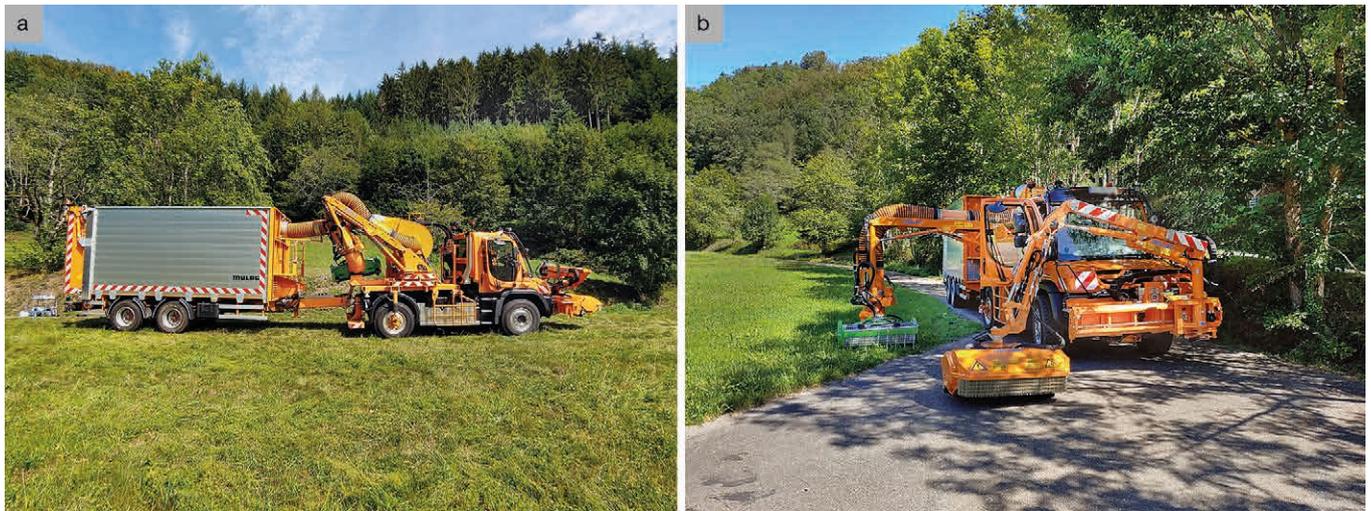
werden, wenn eine Verbuschung einsetzt (Pfleghäufigkeit alle drei bis fünf Jahre). Grundsätzlich ist eine ein- bis dreimalige Mahd im Jahr eine Grundvoraussetzung für die Erzeugung artenreicher Wiesen (Dierschke, Briemle 2008).

Für die durchgeführten Mäharbeiten entlang von Autobahnen, Landstraßen sowie Verkehrswegen auf kommunaler Ebene wurden bislang fast ausnahmslos Schlegelmulcher eingesetzt. Diese sind an Auslegerarmen befestigt, die wiederum an unterschiedlichen Positionen am eingesetzten Trägerfahrzeug montiert sind. Darüber hinaus können sie mit einer Technik zur Aufnahme des Mahdguts ausgerüstet sein, um den Flächen Nährstoffe zu entziehen. Da eine solche Technik bei konventionellen Böschungsmähern häufig fehlt, werden die Straßenränder in der Regel gemulcht und das Mahdgut auf den Flächen belassen, wo es möglicherweise ein Refugium darstellt, unter dem sich die das Mulchen überlebenden Insekten verkriechen und vor Austrocknung schützen können. Mit diesen Maschinen lassen sich sowohl der Intensiv- als auch große Teile des Extensivbereichs vom Verkehrsweg aus bearbeiten, ohne die Flächen betreten oder befahren zu müssen. Die kommunalen Bauhöfe sowie die Straßen- und Autobahnmeistereien arbeiten in der Regel mit eigenen Fahrzeugen und Maschinen oder vergeben diese Mäharbeiten an Lohnunternehmen, falls nicht ausreichend eigene personelle Kapazitäten und Gerätschaften zur Verfügung stehen.

Tab. 1: Technische Innovationen des getesteten insektenfreundlichen Grünpflegekopfs ECO 1200 plus® und ihr jeweiliges Schutzpotenzial für Spinnen und Insekten des Grünlands.

Table 1: Technical innovations of the tested insect-friendly greenery maintenance head ECO 1200 plus® and their respective conservation potential for grassland spiders and insects.

Anforderung	MULAG-Lösung	Auswirkungen auf Spinnen und Insekten
<b>Aufscheuchen</b> von an den Pflanzenoberflächen sitzenden Insekten wie Käfern, Fliegen, Schmetterlingen und Bienen <b>Ausschütteln</b> von Pflanzensamen aus den reifen Blütenköpfen	Einstellbare Abstreifvorrichtung	Auslösung des Fluchtreflexes (Abfliegen oder Fallenlassen) vor Erfassung durch das Mähwerk
<b>Größere Schnitthöhe</b>	Schnitthöhe 10–15 cm	Schonung der im unteren Bereich der Pflanzen sitzenden Spinnen und Insekten sowie Erhaltung des Mikroklimas, um mahdbedingte Austrocknungseffekte zu minimieren
<b>Geringe Angriffsfläche:</b> direkter Kontakt der Spinnen und Insekten mit Schneidelement ist stark reduziert	Schmale Klingen als Schneidewerkzeug	Verminderte Wahrscheinlichkeit der Verletzung von Spinnen und Insekten durch die Schneidmesser
<b>Kein Ansaugeffekt während der Mahd:</b> kein zusätzlicher vertikal nach oben gerichteter Luftstrom	Luftstrom von oben Gehäuse von unten größtenteils geschlossen	Deutlich weniger Spinnen und Insekten gelangen in den Mähkopf. Am Boden sitzende Spinnen und Insekten sind besser geschützt.
<b>Reduzierte überrollte Kontaktfläche:</b> Schonung der organischen Bodenaufgabe sowie des Bewuchses	Abtastung mit geringer Bodenkontaktfläche	Reduktion der durch Überfahren verursachten Spinnen- und Insektenmortalität Verminderung des Plattdrückens des Bewuchses und Verminderung der Bodenverdichtung
<b>Schnittgut aufnehmen:</b> kein Mulcheffekt	Schnittgut aufnehmen und abtransportieren	Wegfall von verrottendem Schnittgut, um Flächen auszumagern



**Abb. 3: Versuchsfahrzeug: a) Seitenansicht Mähfahrzeug mit Mähguthanhänger, b) Mähfahrzeug mit ausgeklappten Mäharmen. Am vorderen Mäharm in Orange der konventionelle Schlegelmulchkopf MK 1200® und am hinteren Mäharm in Grün der insekten-schonende Grünpflegekopf ECO 1200 plus®. (Foto: Thomas Kimmich)**

Fig. 3: Test vehicle: a) Side view of mowing vehicle with crop trailer, b) mowing vehicle with unfolded mowing arms, on the front mowing arm in orange the conventional MK 1200® flail cutting head and on the rear mowing arm in green the insect-friendly greenery maintenance head ECO 1200 plus®.

#### 4 Der Grünpflegekopf ECO 1200 plus® von MULAG

Obwohl noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, gibt es bereits jetzt viel versprechende Ansätze unterschiedlicher Hersteller für eine insektenschonende Mähtechnik. Diese umfassen im Wesentlichen

- Vergrämungstechniken (z. B. durch mechanische Scheuchen) unmittelbar vor der Erfassung der Pflanzen und der daran sitzenden Insekten durch das Mähwerk,
- technische Verbesserungen des Mähwerks (z. B. durch veränderte Luftführung mit verminderter Sogwirkung) sowie
- die anschließenden Schritte der Mähgutverarbeitung (z. B. Absaugung des Mähguts von der Fläche).

Besonders weit entwickelt ist derzeit der Grünpflegekopf ECO 1200 plus® der Firma MULAG Fahrzeugwerk, Heinz Wössner GmbH & Co. KG, Oppenau. Seine technischen Prinzipien sind in Tab. 1, S. 457, dargestellt.

Allerdings gibt es für keine der Entwicklungen publizierte ökologische Untersuchungen, die zeigen, dass diese Ansätze tatsächlich eine insektenschonende Wirkung haben. In Kooperation zwischen dem Mähwerkhersteller MULAG und Tierökologen wurden in der vorliegenden Arbeit daher in einem Feldexperiment die direkten Auswirkungen des als insektenschonend konzipierten Mähwerks ECO 1200 plus® im Vergleich mit dem konventionellen Mähkopf MK 1200® desselben Herstellers untersucht (Abb. 3). Dabei wurden erstmals quantitative Daten zu mahdbedingten Verlusten verschiedener grünlandtypischer Arthropoden (Spinnen, verschiedene Insektenordnungen) erarbeitet. Zudem konnte eine signifikante Reduktion der Verluste in verschiedenen Arthropodengruppen bei Verwendung des insektenschonenden gegenüber dem konventionellen Mähkopf nachgewiesen werden (Steidle et al. 2022).

#### 5 Das Mahdexperiment

Der Versuch wurde vom 20. bis 21. sowie vom 24. bis 27. August 2020 und am 1. September 2020 auf zwei wechselfeuchten bis feuchten nährstoffreichen Talwiesen (48° 26' 18.4" N, 8° 10' 21.0" E, Flurstück 213/25; 48° 26' 17.2" N, 8° 10' 18.0" E, Flurstück 213/25) nördlich des MULAG-Werks in Löcherberg bei Bad Peterstal-Griesbach bei sonnigem und trockenem Wetter durchgeführt.

Im Versuch wurden der neue, insektenschonende Grünpflegekopf ECO 1200 plus® und ein herkömmlicher Mulchmäher (Schlegelmulchkopf MK 1200® mit Schlegelmessern) des Herstellers MULAG eingesetzt. Beide Mähköpfe wurden ohne zusätzliche Insektenscheuche verwendet und waren an dasselbe Fahrzeug von Unimog montiert. Der insektenschonende Mähkopf befand sich am hinteren Mäharm mit Absaugvorrichtung, der herkömmliche Mähkopf am vorderen Mäharm ohne Absaugvorrichtung. Die Mähgeschwindigkeit lag bei 2–4 km/h. Auf der Wiese wurden neben dem Mähfahrzeug drei parallel nebeneinanderliegende Bahnen (jeweils 2 m breit) in Abschnitten von mindestens 7 m Länge abgesteckt. Eine Bahn diente als Kontrolle (ohne Mahd), eine wurde mit dem insektenschonenden Grünpflegekopf und eine mit dem konventionellen Mähkopf gemäht. Nach jeweils 7 m wurde die Zuordnung der Mäharme zu den Bahnen nach einem randomisierten Verfahren geändert, um einen Lageeffekt auszuschließen. Die Erfassung der Insekten und Spinnen erfolgte mithilfe von Biozönometern (Mühlenberg 1993) der Abmessung 1 m × 1 m × 1 m mit Deckel. Drei Biozönometer wurden vor jedem Durchlauf auf die entsprechende Bahn der Kontrolle gestellt, um während des Mähens ein mögliches Einwandern aufgescheuchter Arthropoden



**Abb. 4: Mahdbilder des insektenschonenden Grünpflegekopfs ECO 1200 plus® und des herkömmlichen Schlegelmulchkopfs MK 1200®. (Foto: Oliver Betz)**

Fig. 4: Mowing outcomes of the insect-friendly greenery maintenance head ECO 1200 plus® and the conventional flail cutting head MK 1200®.

aus den anderen Bahnen zu verhindern. Unmittelbar nach der Mahd wurden sechs weitere Biozönometer aufgestellt, insgesamt drei pro gemähter Bahn und Anwendung (ECO 1200 plus®, MK 1200®). Nach der Mahd wurden die Biozönometer mit einem Insektensauger (ecoVac®, EcoTech GmbH, Bonn) vollständig ausgesaugt und der gesamte Inhalt des Insektensaugers eines Biozönometers in ein Probengefäß überführt, das zum Abtöten der Arthropoden und zur Konservierung mit 70 % Ethanol aufgefüllt wurde. Auf diese Weise wurden 21 Abschnitte mit insgesamt 106 Einzelproben untersucht.

Für die Auszählung wurde der Inhalt einer Probe durch ein Küchensieb gegeben, in geeigneten Portionen in wassergefüllte Schälchen überführt und unter dem Stereomikroskop in Sortierschalen mit 70 % Ethanol ausgelesen. Es wurden sämtliche Arthropoden (inkl. verletzter Individuen) berücksichtigt, die sich einer der folgenden Ordnungen bzw. Großgruppen zuordnen ließen: Araneae (Spinnen), Saltatoria (Heuschrecken), Auchenorrhyncha (Zikaden), Heteroptera (Wanzen), Hymenoptera (inkl. parasitoide Wespen) ohne Formicidae (Ameisen), Coleoptera (Käfer), Lepidoptera (Schmetterlinge), Diptera (inkl. Mücken) und „holometabole Larven“. Die statistische Analyse erfolgte mit der Software „R“ (R Core Team 2016) über generalisierte gemischte Modelle (Steidle et al. 2022).

## 6 Insektenschonende Wirkung von ECO 1200 plus®

ECO 1200 plus® und MK 1200® unterscheiden sich in ihrem Mahdbild durch die größere Schnitthöhe von etwa 10 cm im Vergleich zu etwa 6 cm (Abb. 4). Das Mahdgut des insektenschonenden Grünpflegekopfs verbleibt beim Mähvorgang nicht auf der Wiese, sondern wird von einer Absaugvorrichtung abgesaugt.

Insgesamt wurden 40.184 Insekten und Spinnen aus 106 Proben ausgelesen, den jeweiligen Gruppen zugeordnet und gezählt. Zikaden waren die individuenreichste Gruppe mit insgesamt 21.617 Individuen, gefolgt von Hautflüglern (ohne Ameisen) mit 7.618, Diptera (Fliegen und Mücken) mit 4.240, Coleoptera (Käfer) mit 2.654, Araneae (Spinnen) mit 2.256, Heteroptera (Wanzen) mit 918, Larven von Insekten mit vollständiger Entwicklung mit 713, Saltatoria (Heuschrecken) mit 143 und Lepidoptera (Schmetterlinge) mit 25 Individuen.

Die Ergebnisse (Steidle et al. 2022) zeigen, dass es bei der Mahd mit dem herkömmlichen Mähkopf MK 1200® zu erheblichen Verlusten bei vielen der Insektengruppen kommt. Die Verluste reichen von 48 % bis 87 % (Abb. 5). Auf den Plots, die mit ECO 1200 plus® gemäht wurden, gab es dagegen bei Spinnen, Wanzen, Zikaden,

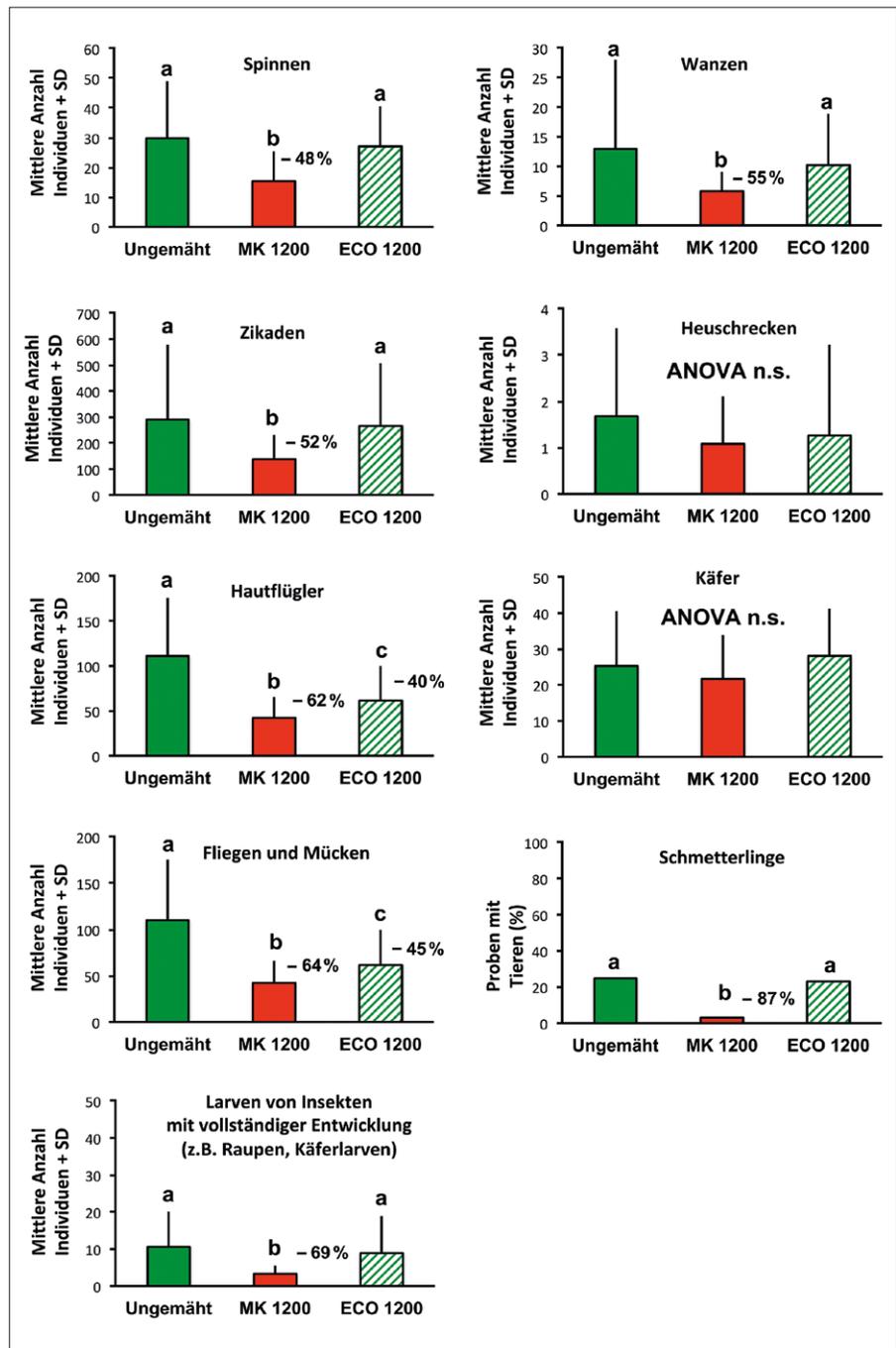


Abb. 5: Mittlere Anzahl an Individuen und Standardabweichung (SD) von Spinnen und verschiedenen Insektengruppen (bzw. prozentualer Anteil an Proben mit Schmetterlingen) auf ungemähten Kontroll-Plots sowie Plots, die mit dem herkömmlichen Schlegelmulchkopf MK 1200® und dem insektenschonenden Grünpflegekopf ECO 1200 plus® gemäht wurden. Balken mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich voneinander signifikant ( $p < 0,05$ ). Die Daten wurden mit linearen oder generalisierten gemischten Modellen und nachfolgendem Tukey-Test bzw. im Fall der Schmetterlinge mit dem Fisher-Test analysiert. Durch Verwendung von Mittelwerten anstelle von Medianen kommt es zu geringen Abweichungen in den Werten im Vergleich zu Steidle et al. (2022). ANOVA = analysis of variance (Varianzanalyse), n. s. = nicht signifikant.

Fig. 5: Mean number of specimens and standard deviation (SD) of spiders and different groups of insects (or percentage of samples with butterflies) in unmown plots (green columns), and plots mown with the conventional flail cutting head MK 1200® (red columns), and the insect-friendly greenery maintenance head ECO 1200 plus® (columns with green stripes). Bars with different lower case letters are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ). Data were analysed with linear or generalised mixed models followed by Tukey test or with Fisher test in the case of butterflies. Note that the values differ slightly from the values given in Steidle et al. (2022) due to the use of mean values instead of medians. ANOVA = analysis of variance, n. s. = not significant.

Schmetterlingen und Larven von Insekten mit vollständiger Entwicklung keine signifikanten Unterschiede zu den ungemähten Kontroll-Plots. Die Verluste durch die Mahd wurden bei diesen Gruppen mit ECO 1200 plus® also vollständig aufgehoben. Bei Hautflüglern sowie Fliegen und Mücken waren die durch ECO 1200 plus® verursachten Verluste um ca. 20 Prozentpunkte geringer als bei der Mahd mit dem Standardmäherwerk (Abb. 5, S. 459). Lediglich bei Käfern und Heuschrecken wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Varianten gefunden. Bei den Heuschrecken könnte das an der geringen Individuendichte von  $< 2/m^2$  auf dem Untersuchungsstandort liegen, die die Aufdeckung signifikanter Unterschiede erschwerte. Bei den Käfern in den Proben handelte es sich überwiegend um sehr kleine Blattkäfer aus der Unterfamilie Alticinae (Flohkäfer), die von der Mähmaschine vermutlich nicht erfasst wurden. Auffällig ist, dass sowohl Heuschrecken als auch Flohkäfer katapultartig springen können. Möglicherweise konnten sich die Tiere aus beiden Gruppen mit diesem besonders effektiven Fluchtmechanismus frühzeitig retten.

## 7 Schlussfolgerungen

In dem hier getesteten insektenfreundlichen Böschungsmähkopf wurden v. a. folgende technische Prinzipien verwirklicht (vgl. Tab. 1, S. 457):

- Vor dem Grünpflegekopf ist ein mechanischer Bügel mit Schutzhülse angebracht. Der Abstand zum Mähwerk ist ausreichend, um Insekten die Flucht zu ermöglichen (z. B. Hotz 2013). Durch den mechanischen Kontakt mit der Vegetation werden nicht nur Insekten zur Flucht animiert, sondern auch Pflanzensamen aus den reifen Blütenköpfen ausgeschüttelt.
- Durch eine Weiterentwicklung des Scheibenmähprinzips wird im horizontalen freien Schnitt mit kleinen Messern so gut wie kein Sog erzeugt und die Schneideebene ist zum Boden hin abgeschotet. Der für den Transport des Schnittguts notwendige Luftstrom gelangt durch Öffnungen an der Oberseite in das Gehäuse und nicht von unten. Dadurch wird das Aufsaugen von Insekten vom Boden verhindert.
- Die Aufnahme des Schnittguts erfolgt über ein Radialgebläse auf dem Mähhausleger in einen speziellen Mähgutanhänger. Diese Art der Schnittgutaufnahme durch einen Unterdruck hat sich seit über vier Jahrzehnten im Einsatz bewährt. Sie erfolgt in einem Arbeitsgang mit dem eigentlichen Mähvorgang und erfordert kein weiteres Begehen oder Befahren der Grünfläche zum Abräumen des Schnittguts. Da keine Absaugung vorne am Boden erfolgt, wird ausschließlich Material aufgenommen, das sich geschnitten im Luftstrom im hinteren Teil des Mähkopfs befindet. Durch den Materialabtransport werden die Grünflächen ausgemagert, was die biologische Vielfalt fördert.

Das Feldexperiment belegt, dass insektenfreundlich konzipierte Mähköpfe gegenüber herkömmlichen Böschungsmähern das Potenzial besitzen, einen erheblichen Teil der Insektenpopulationen beim Mähvorgang zu verschonen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der vorliegenden Studie lediglich das Mähwerk, nicht aber die Scheuche untersucht wurde. Insbesondere bei Hautflüglern sowie bei Fliegen und Mücken, deren Fluchtreaktion v. a. im Wegfliegen besteht, dürfte die Scheuche noch zu einer erheblichen zusätzlichen Reduktion der getöteten Tiere beitragen. Dieser Aspekt sollte noch untersucht werden. Doch auch bei allen anderen Insektengruppen ist die Scheuche vermutlich von Bedeutung, insbesondere damit diese auch dann noch rechtzeitig fliehen können, wenn bei höheren Fahrgeschwindigkeiten als in den hier vorgestellten Experimenten gemäht wird.

Durch die technische Weiterentwicklung konventioneller Böschungsmähwerke können somit mahdbedingte Verluste von Spinnen und Insekten minimiert werden, ohne die verkehrstechnische

Sicherheit zu beeinträchtigen. Bei Übernahme insektenschonender Mähtechniken in die Praxis durch Kommunen, Straßenmeistereien und Bauhöfe kann ein wichtiger Beitrag zum Schutz der biologischen Vielfalt und zur Erhaltung von Ökosystemfunktionen im Grünland entlang von Straßenverkehrswegen geleistet werden. Durch die beschriebenen Maßnahmen wird erreicht, dass im Gras sitzende Spinnen und Insekten rechtzeitig verschleudert werden und die Gefahr des Überrollens verringert wird. Gleichzeitig gelangen weniger Individuen in den Mähkopf, wo zudem die Angriffsflächen des Schneidwerks minimiert sind und der Zerteilungsgrad des Mähguts verringert ist. Darüber hinaus erfüllt die angehobene Schnitthöhe von  $> 10$  cm ein weiteres wichtiges Kriterium insektenfreundlicher Mähweisen (vgl. van de Poel, Zehm 2014).

Bei dem getesteten Grünpflegekopf ECO 1200 plus® führt die insektenschonende (horizontale) Luftführung dazu, dass die zu mähenden Pflanzen vor dem Schnitt nicht so stark aufgerichtet werden wie bei einem konventionellen Mähwerk mit starkem vertikalem Sog. Daraus resultiert ein unregelmäßigeres Mahdbild, das aus ökologischer Sicht einen Vorteil darstellt, da durch den Wechsel zwischen höher und niedriger gemähten Pflanzenteilen die strukturelle und mikroklimatische Heterogenität und damit die Zahl ökologischer Nischen für Kleintiere erhöht wird (Rosenzweig 1995; vgl. Abb. 2, S. 457, und Abb. 4, S. 458). Vor dem Hintergrund, dass es sich bei Straßenböschungen nicht um Schau- oder Ertragsflächen handelt, kann das Kriterium des einheitlichen Mahdbilds insektenschonender Mähköpfe als nachrangig behandelt werden, zumal sich ein unregelmäßiges Mahdbild nach sehr kurzer Zeit durch das Nachwachsen der kürzer gemähten Pflanzen nivelliert haben wird.

## 8 Fazit

Der vorliegende Beitrag belegt das hohe Potenzial technischer Mähwerkinnovationen als Baustein eines wirksamen Maßnahmenpakets gegen das „Insektensterben“. Dabei ist das hier getestete System insofern als besonders vorteilhaft anzusehen, als es das Mähgut im selben Arbeitsgang (und damit kostensparend) aufnimmt und damit zum Nährstoffentzug des Straßenbegleitgrüns beiträgt. Allerdings müssen Lösungen gefunden werden, um das mit Schadstoffen kontaminierte Mähgut im Anschluss kostengünstig zu entsorgen. Ideal wäre dessen energetische Verwertung durch Abbau in Biogasanlagen oder thermische Verwertung. Eine gesetzliche Verpflichtung zur Einführung insektenfreundlicher Böschungsmäher könnte daraus abgeleitet werden, dass der Bund die Zielvorgabe formuliert hat, die Unterhaltung von Bundesliegenschaften sowie von Begleit- und Nebenflächen von Infrastrukturen im Sinne des Insektenschutzes weiterzuentwickeln (BMU 2019). In diesem Zusammenhang müssten dann auch die Vorgaben des „Merkblatts für den Straßenbetriebsdienst – Teil Grünpflege“ entsprechend den neuen Anforderungen angepasst werden, wobei auch die Häufigkeit des Mähens sowie die Mahdhöhe festgelegt werden sollten. Falls praktikabel, sollte dabei die Möglichkeit eingeräumt werden, spezielle Pflegekonzepte in Anpassung an die jeweiligen Standortverhältnisse zu verwirklichen.

## 9 Literatur

- BMU/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Aktionsprogramm Insektenschutz. BMU, Berlin: 67 S.
- Dierschke H., Briemle G. (2008): Kulturgrasland. Ulmer, Stuttgart: 239 S.
- FGSV/Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2021): Leistungsheft für Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen. Leistungsbereich 2: Grünpflege. FGSV Nr. 964. Köln: 16 S.
- Fluri P., Frick R., Jaun A. (2000): Bienenverluste beim Mähen mit Rotationsmäherwerken. Mitteilungen des Schweizerischen Zentrums für Bienenforschung 39: 1 – 22.

- Hallmann C.A., Sorg M. et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLOS ONE 12: e0185809.
- Hotz S. (2013): Beim Mähen Leben retten – amphibien- und insektenfreundliches Mähwerk. Naturschutzinfo 1: 21.
- Humbert A., Richner N. et al. (2010): Wiesen-Ernteprozesse und ihre Wirkung auf die Fauna. ART-Bericht 724: 1 – 12.
- Krogmann L., Betz O. et al. (2018): Neun-Punkte-Plan gegen das Insektensterben – die Perspektive der Wissenschaft. Entomologische Zeitschrift Schwanfeld 128(4): 247 – 249.
- Mühlenberg M. (1993): Freilandökologie. Quelle & Meyer. Heidelberg: 512 S.
- Oppermann R., Claßen A. (1998): Naturverträgliche Mähtechnik – moderne Mähgeräte im Vergleich. In: ILN/Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Singen, NABU/Naturschutzbund Deutschland (Hrsg.): Grüne Reihe. NABU Landesverband Baden-Württemberg e.V. Stuttgart: 1 – 48.
- Reck H., Mueller K. (2018): Straßenbegleitgrün und biologische Vielfalt: Potenziale und Realität. Strassenverkehrstechnik 62(7): 469 – 480.
- Rosenzweig M.L. (1995): Species diversity in space and time. Cambridge University Press. Cambridge: 436 S.
- Seibold S., Gossner M.M. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. Nature 574: 671 – 674.
- Steidle J., Kimmich T. et al. (2022): Negative impact of roadside mowing on arthropod fauna and its reduction with “arthropod-friendly” mowing technique. Journal of Applied Entomology 146: 465 – 472. DOI: 10.1111/jen.12976
- Van de Poel D., Zehm A. (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturlauswertung für den Naturschutz. Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege 36(2): 1 – 19.

## Dank

Wir danken den beiden anonymen Gutachterinnen/Gutachtern für wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Manuskripts.

**Prof. Dr. Oliver Betz**  
**Korrespondierender Autor**  
 Universität Tübingen  
 Institut für Evolution und Ökologie,  
 Evolutionsbiologie der Invertebraten  
 Auf der Morgenstelle 28  
 72076 Tübingen  
 E-Mail: [oliver.betz@uni-tuebingen.de](mailto:oliver.betz@uni-tuebingen.de)



Der Autor wurde 1964 in Braunschweig geboren. Von 1983 bis 1990 studierte er Biologie an der TU Braunschweig und der Philipps-Universität Marburg. Er promovierte 1994 im Fach Zoologie an der Universität Bayreuth. Zwischen 1995 und 2004 war er wissenschaftlicher (Ober-)Assistent an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, wo er 2002 in den Fächern Zoologie und Ökologie habilitierte. Von 1999 bis 2001 arbeitete er am Field Museum of Natural History (Chicago, USA) im Rahmen eines Forschungsstipendiums der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Seit 2004 ist er Professor für Evolutionsbiologie der Invertebraten an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Morphologie, Ökologie und Evolution von Insekten. Im Jahr 2010 gründete er gemeinsam mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Studierenden an der Universität Tübingen die Initiative „Bunte Wiese Tübingen – Für Artenvielfalt auf öffentlichem Grün“ und betreut in diesem Rahmen auch Forschungsprojekte.

**Thomas Kimmich**  
 Universität Tübingen  
 Institut für Evolution und Ökologie,  
 Evolutionsbiologie der Invertebraten  
 Auf der Morgenstelle 28  
 72076 Tübingen  
 E-Mail: [thomas.kimmich1@web.de](mailto:thomas.kimmich1@web.de)

**Michael Csader**  
 Universität Tübingen  
 Institut für Evolution und Ökologie,  
 Evolutionsbiologie der Invertebraten  
 Auf der Morgenstelle 28  
 72076 Tübingen  
 E-Mail: [m.csader@web.de](mailto:m.csader@web.de)

**Frank Spinner**  
 MULAG Fahrzeugwerk  
 Heinz Wössner GmbH & Co. KG  
 Gewerbestraße 8  
 77728 Oppenau  
 E-Mail: [frank.spinner@mulag.de](mailto:frank.spinner@mulag.de)

**Prof. Dr. Johannes Steidle**  
 Universität Hohenheim  
 Fachgebiet Chemische Ökologie  
 Garbenstraße 30b  
 70599 Stuttgart  
 E-Mail: [johannes.steidle@uni-hohenheim.de](mailto:johannes.steidle@uni-hohenheim.de)

Anzeigen



**R.-P. Meyer – Luhdorf**  
 Natur durch Technik

- Heidepflege
- Feuchtwiesenmahd
- Moorregenerationsmaßnahmen
- Artenschutzmaßnahmen

führen wir bundesweit mit **Spezialgeräten** aus.

**Biotop-  
Management**

Inh. Rolf-Peter Meyer

21423 Winsen/Luhe | Luhdorfer Twieten 5  
 Tel. 04171 7830-0 | [info@meyer-luhdorf.de](mailto:info@meyer-luhdorf.de)

[www.meyer-luhdorf.de](http://www.meyer-luhdorf.de)

**Freiheit für  
den Rothirsch!**

SPENDEN SIE FÜR DEUTSCHLANDS  
GRÖSSTES WILDTIER!



040 970 78 69-0  
[www.DeutscheWildtierStiftung.de/Spenden](http://www.DeutscheWildtierStiftung.de/Spenden)



DEUTSCHE  
WILDTIER  
STIFTUNG