

Theoretische Berechnung des Gefährdungspotentials drei verschiedener Mähtechniken für die Insekten und Spinnen im Grünland

Frank J¹, von Berg L², Sann M³, Böttinger S¹, Betz O², Steidle J³

Keywords: Insektenschonendes Mähen, Insektensterben, Grünlandnutzung.

Abstract

Numerous studies show that grassland mowing damages or kills a large proportion of the insects living in the grass. A theoretical model was developed to compare the potential impact of three different cutting principles (bar mower, disk mower and flail mower) on the insect population. The first step is to calculate the area that one blade of the mower sweeps per revolution or stroke. The area is then multiplied by the number of blades required for a working width of 3,05 m and the required rotation speed or oscillation frequency. This gives the area that the blades of a mower type sweep in one second. The larger this area, the greater the potential damage to insects. The blades of a flail mower sweep a considerably larger area per second than those of a disc mower. The bar mower has the smallest area. According to this model, the bar mower is the most insect-friendly mowing technique, ahead of the disc mower. The flail mower is the most harmful. These results are consistent with field studies that examined insect damage caused by the machine types.

Einleitung und Zielsetzung

Im Jahr 2020 hatte das landwirtschaftlich genutzte Grünland einen Anteil von 28,5 % an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands, das entspricht 13,2 % der Gesamtfläche der BRD (Umweltbundesamt, 2021). In den letzten Jahrzehnten wurde ein starker Rückgang der Biodiversität und Biomasse der Insekten beschrieben (Robinson & Sutherland, 2002; Vickery et al., 2001). Bei der Suche nach den Ursachen dieses Rückgangs steht das landwirtschaftlich genutzte Grünland aufgrund der großen Fläche und der Habitatfunktion im Fokus. Zahlreiche Studien belegen, dass bei der Grünlandmahd ein Großteil der im Bestand lebenden Insekten beschädigt oder getötet wird (Steidle et al., 2022; van de Poel & Zehm, 2014).

Im Projekt InsectMow werden Möglichkeiten für eine insektenschonende Mahd erarbeitet (Sann, 2022). Dabei wird der Fokus auf die Verbesserung der in der Praxis häufig verwendeten Scheibenmäherwerke gelegt. Verschiedene Vorarbeiten am Institut deuten darauf hin, dass die schnelle Rotation der schräggestellten Messer einen Sog erzeugt, welcher Insekten aktiv vom Boden in das Mähwerk ansaugt. Durch

¹ Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Fg. Grundlagen der Agrartechnik 440a, Garbenstraße 9, 70599, Stuttgart, Deutschland, jonas_frank@uni-hohenheim.de, <https://agrartechnik-440a.uni-hohenheim.de/>

² Universität Tübingen, Institut für Evolution und Ökologie, Evolutionsbiologie der Invertebraten, Auf der Morgenstelle 28, 72076 Tübingen, Deutschland

³ Universität Hohenheim, Institut für Biologie, Fg. Chemische Ökologie 190t, Garbenstraße 30b, 70599 Stuttgart, Deutschland

Strömungssimulationen, Umbauten an einer Versuchsmaschine und nachfolgende Feldversuche soll dieser Sogeffekt evaluiert und vermindert werden.

Zu Beginn des Projekts wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um den aktuellen Stand der Forschung zur insektenschonenden Mahd zu erfassen (von Berg et al., 2022). Dabei wurde ein Modell entwickelt, um ausgehend von den Schnittprinzipien aktueller Mähtechniken deren potentielle Schädwirkung auf Insekten vergleichen zu können. Weitere Einflussfaktoren auf die Schädwirkung werden bewusst vernachlässigt, um den Effekt der verwendeten Schnittprinzipien deutlich zu machen.

Methoden

Bei Scheiben- und Schlegelmähwerk wird der freie Schnitt ohne Gegenschneide angewandt. Um diesen zu ermöglichen sind Schnittgeschwindigkeiten von ca. 80 m/s nötig (Kemper et al., 2014). Der beim Balkenmähwerk verwendete Scherenschnitt mit Gegenschneide benötigt hingegen nur eine mittlere relative Schnittgeschwindigkeit von 2,5 m/s (Schaefer, 1966). Aus den Schnittprinzipien der Mähwerke ergeben sich unterschiedliche theoretische Gefährdungspotenziale für Insekten und andere Kleinlebewesen. Hierzu kann die Fläche berechnet werden, die von den Klingen eines Mähwerks in einer Sekunde überstrichen beziehungsweise beeinflusst wird. Das Gefährdungspotenzial für die Kleintierfauna steigt dabei mit der Größe der überstrichenen Fläche. Die Mähwerke werden aus der Aufsicht betrachtet, es wird also nur die auf den Boden projizierte Bewegung der Klingen ermittelt, nicht das von den Klingen durchfahrene Volumen. Um das Gefährdungspotenzial zu ermitteln, ist nur die überstrichene Fläche (pro Zeiteinheit) durch die Messer relevant, die Bewegung tragender Teile sowie die Fahrgeschwindigkeit werden hier nicht berücksichtigt.

Zunächst wird die beeinflusste Fläche A_E berechnet (Tabelle 1). Diese beschreibt die Fläche, die von einer Klinge während einer Umdrehung oder eines Hubs überstrichen wird. Anschließend wird die Fläche A_E mit der Zahl der Klingen multipliziert, die im jeweiligen Mähwerk für die Bearbeitung einer Arbeitsbreite von 3,05 m vorhanden sind. Um die überstrichene Fläche je Sekunde zu ermitteln, wird daraufhin die vom jeweiligen Mähwerk benötigte Rotationsdrehzahl oder Hubfrequenz miteinbezogen.

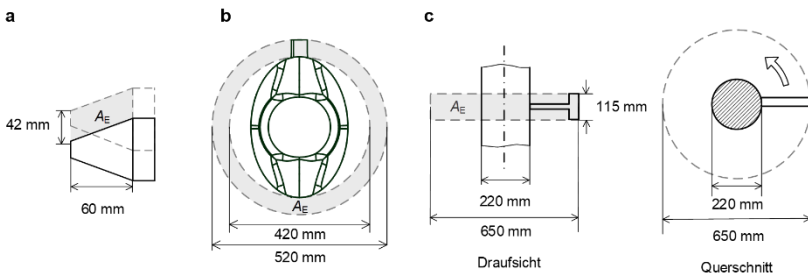


Abbildung 1: Draufsicht auf ein a. Doppelmessermähwerk und b. Scheibenmähwerk sowie Draufsicht und Querschnitt eines c. Schlegelmähwerks mit der in Grau markierten Fläche A_E , die von einem Messer während eines Hubs beziehungsweise einer Umdrehung beeinflusst wird.

Ergebnisse

Tabelle 1: Berechnung der überstrichenen Fläche je Sekunde als Maß für die potenzielle Gefährdung der Kleintierfauna im Grünland für drei verschiedene Mähwerktypen bei einer angenommenen Arbeitsbreite von 3050 mm: Doppelmesser-, Scheiben- und Schlegelmähwerk. Die beeinflusste Fläche A_E je Hub oder Umdrehung wird mit der Hub- beziehungsweise Drehfrequenz des jeweiligen Mähwerktyps zur beeinflussten Fläche je Sekunde verrechnet.

	Doppelmesser- mähwerk	Scheiben- mähwerk	Schlegel- mähwerk
Schnittbreite einer Klinge	60 mm	50 mm	115 mm
Hub Mähmesser bzw. Durchmesser Mähwerk inkl. Schlegel / Klingen	42 mm	520 mm	650 mm
Beeinflusste Fläche A_E je Hub od. Umdrehung	0,0025 m ²	0,0738 m ²	0,0748 m ²
Anzahl Klingen bzw. Schlegel	72	14	34
Hubfrequenz bzw. Drehzahl	50 1/s	50 1/s	28,34 1/s
Beeinflusste Fläche je Sekunde	9,072 m ² /s	51,653 m ² /s	72,009 m ² /s

Diskussion

Aus der gezeigten Berechnung geht hervor, dass die Messer eines Balkenmähwerks pro Sekunde eine kleinere Fläche überstreichen, als die Messer eines Scheibenmähwerks, welches wiederum eine kleinere Fläche überstreicht als das Schlegelmähwerk. Auch wenn die reduzierte Arbeitsgeschwindigkeit beim Balkenmähwerk berücksichtigt wird, kann es als Mähtechnik mit dem geringsten Gefährdungspotential angesehen werden, vor dem Scheiben- und dem Schlegelmähwerk. Nicht dargestellt wird in dieser Berechnung das zusätzliche Gefährdungspotential des Schlegelmähwerks durch die dreidimensionale Bewegung der Werkzeuge durch den Bestand. Bei Schlegelmähwerken wird das gesamte Volumen des Bestands von den Klingen durchfahren, während bei Balken- und Scheibenmähwerken die Wirkung der Klingen auf eine zweidimensionale Schnittebene beschränkt ist. Außerdem wurden die Luftströmung und die Gutführung in diesem Modell vernachlässigt. Das Modell erlaubt daher keine abschließende Beurteilung der Insektenschonung der verschiedenen Mähwerke, es ermöglicht jedoch den Vergleich der unterschiedlichen Gefährdungspotentiale, welche sich allein aus den verwendeten

Schnittprinzipien ergeben. Die Ergebnisse dieser Berechnung decken sich mit Erkenntnissen aus zahlreichen Feldstudien (Humbert et al., 2009; Humbert, Ghazoul, Richner & Walter, 2010; Humbert, Ghazoul, Sauter & Walter, 2010), in denen das Balkenmäherwerk wiederholt als insektenschonendste Mähtechnik identifiziert wurde.

Schlussfolgerungen

Auch insektenschonend optimierte Mähwerke werden in Zukunft die oben genannten Schnittprinzipien verwenden. Daher ist der Vergleich der Gefährdungspotentiale dieser Schnittprinzipien ein wichtiger Baustein in der Entwicklung insektenschonender Mähtechnik, auch wenn die finale Beurteilung der Mähtechnik nur in Feldversuchen erfolgen kann.

Danksagung

Das Projekt InsectMow wird im Bundesprogramm Biologische Vielfalt (FKZ: 3520685A13) durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert.

Literatur

- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., Richner, N. & Walter, T. (2010). Hay harvesting causes high orthopteran mortality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139(4), 522–527. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.09.012>
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., Sauter, G. J. & Walter, T. (2010). Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. *Journal of Applied Entomology*, 134(7), 592–599. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01503.x>
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J. & Walter, T. (2009). Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 130(1-2), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.11.014>
- Kemper, S., Lang, T. & Frerichs, L. (2014). Der überlagerte Schnitt im Scheibenmäherwerk - Ergebnisse aus Feldversuchen und Simulation. *Landtechnik*, 69(4), 171–175.
- Robinson, R. A. & Sutherland, W. J. (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39(1), 157–176. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00695.x>
- Sann, M. (2022). *InsectMow Projekthomepage*. Universität Hohenheim. <https://insectmow.uni-hohenheim.de/>
- Schaefer, J. (1966). Möglichkeiten und Grenzen bei der Verwendung von hydraulischen Schwingantrieben für Mähwerke. *Grundlagen der Agrartechnik*, 16(1), 30–34. <https://440ejournals.uni-hohenheim.de/index.php/Grundlagen/issue/view/19>
- Steidle, J. L. M., Kimmich, T., Csader, M. & Betz, O. (2022). Negative impact of roadside mowing on arthropod fauna and its reduction with 'arthropod-friendly' mowing technique. *Journal of Applied Entomology*(00), Artikel jen.12976, 1–8. <https://doi.org/10.1111/jen.12976>
- Umweltbundesamt. (2021, 26. Juli). *Indikator: Grünlandfläche*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gruenlandflaeche#die-wichtigsten-fakten>
- van de Poel, D. & Zehm, A. (2014). Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen - Eine Literatursauswertung für den Naturschutz. *Anliegen Natur*, 36(2), 36–51.
- Vickery, J. A., Tallowin, J. R., Feber, R. E., Asteraki, E. J., Atkinson, P. W., Fuller, R. J. & Brown, V. K. (2001). The Management of Lowland Neutral Grasslands in Britain: Effects of Agricultural Practices on Birds and Their Food Resources. *Journal of Applied Ecology*, 38(3), 647–664. <http://www.jstor.org/stable/827160>
- von Berg, L., Frank, J., Sann, M., Betz, O., Steidle, J. L. & Böttinger, S. (2022). Insektenschonende Mähtechnik im Grünland - Überblick und Evaluation. *Landtechnik*, under review