

No-tillage silage maize (*Zea mays* L.) in ley-arable systems - crop performance and environmental effects under maritime climates

MSc Inger Julia Anna Struck

1. Berichterstatter: Prof. Dr. F. Taube

Silomais ist in Deutschland die wichtigste Futter- und Substratpflanze in der intensiv geführten Milchviehhaltung und Biogaserzeugung. Die Flächenausdehnung zur Deckung der steigenden Nachfrage nach Biomasse aus Mais erfolgte in den letzten Jahren häufig auf fakultativen Grünlandstandorten. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion sind die hohen Nährstoff- und Humusverluste, die mit einer konventionellen, praxisüblichen Grünlandumnutzung hin zu einer Ackernutzung einhergehen jedoch ebenso kritisch zu betrachten wie daraus resultierende langjährige Maisselbstfolgen auf dem Acker. Im Sinne der ökologischen Intensivierung war es daher das Ziel der vorliegenden Arbeit das Verfahren der Direktsaat von Silomais in Verbindung mit einer ein- bis zweijährigen Umnutzung eines Grünlandbestandes zu untersuchen und sowohl die Ertragsleistung als auch die damit verbundenen Umweltwirkungen (THG Emissionen, Nitratauswaschung) durch Veränderungen des Boden-Kohlenstoff- und Stickstoffpools zu quantifizieren. Studien zum Potential von Direktsaatverfahren in Ackerfutterbausystemen existieren bislang nicht für die maritimen Klimate Norddeutschlands.

Basis der Arbeit bildete ein zweijähriger Feldversuch (2015-2016) angelegt im östlichen Hügelland von Schleswig-Holstein auf dem Versuchsgut Hohenschulen. Auf dem Standort, der durch die Bodenart sandiger Lehm gekennzeichnet ist, wurde ein 10 Jahre alter Dauergrünlandbestand nach Totalherbizideinsatz mittels Direktsaat (*no-tillage*, NT) mit Silomais bestellt und mit einer konventionellen Mais-Pflugsaat (*conventional tillage*, CT) verglichen. Der Umnutzung gegenüber stand eine Grünland Kontrollvariante (*grassland control*, GC). Alle Varianten waren in zwei N-Düngeintensitäten in der randomisierten Spalt-Versuchsanlage vorhanden (N0: 0 kg N ha⁻¹; N1: 90 kg N ha⁻¹ für NT, CT; 380 kg N ha⁻¹ für GC, GR). Neben der ober- und unterirdischen Biomassebildung, sowie der Spross- und Wurzelmorphologie, wurden auch die Veränderungen des Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) Pools im Boden mit Hilfe regelmäßiger Beprobung erfasst. Für die Quantifizierung des durch Mais eingetragenen C wurden die unterschiedlichen Isotopensignaturen (¹²C/¹³C) von Mais als C₄ Pflanze und Grünland als C₃ Pflanzenbestand genutzt. Die durch Grünlandumnutzung auftretenden Verluste in Form von Treibhausgas (THG)-Emissionen (CO₂, N₂O, CH₄) und N-Auswaschung (NO₃⁻) wurden zum einen mittels kammer-basierten Ansätzen nach HUTCHINSON & MOSIER (1981) und DRÖSLER (2005) sowie zum anderen über keramische Saugkerzen erfasst. Unter der Berücksichtigung von C-Exporten über das Erntegut wurden C- und THG-Bilanzen berechnet.

Die Ertragsleistung belief sich auf im Mittel auf 18 und 21 t TM ha⁻¹ für NT bzw. CT und zeigte bei einer mineralischen N-Düngung (N1) keine Unterschiede zwischen den beiden Aussaatverfahren, aber deutlich höhere Leistungen als die Grünlandkontrolle (5-15 t TM ha⁻¹). Hinsichtlich der produzierten Wurzelbiomasse, der Wurzelmorphologie und des resultierenden C-Eintrags zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Aussaatverfahren im Silomaisanbau, jedoch beim Grünland ein deutlich höherer Wurzelanteil im Verhältnis zur gebildeten Gesamtbiomasse. Das Niveau der

unterirdischen Biomasse war vor allem durch die hohe Boden-N-Nachlieferung im 1. Jahr nach Umnutzung des Grünlands negativ beeinflusst. In Bezug auf N_2O Emissionen und NO_3 Auswaschungsverluste war ebenfalls ein deutlicher Effekt der Grünlandumnutzung sichtbar, mit signifikant höheren Stickstoffverlusten im 1. Jahr im Vergleich zur Grünlandkontrolle jedoch ohne Unterschied zwischen den beiden Bodenbearbeitungsvarianten.

Nach zwei Jahren Silomaisanbau zeigte sich die Direktsaat im Hinblick auf die Erhaltung der Bodenkohlenstoffvorräte überlegen gegenüber der Pflugsaat. Die im Boden mittels ^{13}C Isotopenanalyse wiedergefundene Mais-C-Menge variierte zwischen 250 (NT) und 320 g C m^{-2} (CT) und zeigte so verfahrenstypische Depositionen der pflanzlichen Residuen in den Varianten auf. Der mittlere jährliche Netto-Ökosystemaustausch beider Maissysteme lag zwischen $-462 \text{ g CO}_2\text{-C m}^{-2}$ und $-249 \text{ g CO}_2\text{-C m}^{-2}$ für NT und CT. In Bezug auf TGH-Emissionen je ha zeigte die Direktsaat so eine Reduktion um 67 % bzw. 46 % in N_0 und N_1 gegenüber der Pflugsaat und im Mittel keinen Unterschied zur Grünlandkontrolle. Der leichte Ertragsunterschied zwischen CT und NT spiegelte sich nicht in den produktbezogenen Emissionen wider. Für den Mais in der Direktsaatvariante konnten im Mittel produktbezogene Emissionen von 106 $\text{kg CO}_2\text{-Äqu. (GJ NEL)}^{-1}$ ermittelt werden, für die Pflugvariante waren diese mit 197 $\text{kg CO}_2\text{-Äqu. (GJ NEL)}^{-1}$ fast doppelt so hoch. Die produktbezogenen Emissionen der Grünlandkontrolle lagen auf dem Niveau der CT Variante, was vor allem auf die niedrigeren Energieerträge des Grünlandes bzw. die hohen Erträge beim Mais bedingt durch den guten Vorfruchtwert zurückzuführen ist.

Eine Grünlandumnutzung mittels Pflug mit nachfolgender Ackernutzung ist unter den hiesigen Klimaten mit erheblichen Effekten auf lokale und globale Umweltgüter verbunden. Hinsichtlich des Konzeptes der ökologischen Intensivierung in Ackerfutterbausystemen zeigen die Ergebnisse, dass die Direktsaat von Silomais eine geeignete Alternative gegenüber der konventionellen intensiven Bodenbearbeitung nach einer Wechsel-Grünlandnutzung darstellt. Neben vergleichbaren Biomasserträgen und Futterqualitäten, liegt der entscheidende Vorteil der Direktsaat in gesteigertem Klima- und Bodenschutz. Ackerfutterbausysteme mit einer Abfolge aus Wechsel-Grünland und Silomais bieten auf geeigneten Standorten weiterhin Potential für eine hohe Ressourceneffizienz durch die Nutzung des Vorfruchteffektes, wodurch zum einen der mineralische N-Düngereinsatz und zum anderen etwaige Stickstoffverluste in das Grundwasser und die Atmosphäre reduziert werden können.