

Andreas Block, Göttingen

# Feuerfreie Flächenvorbereitung in Brasilien

## Leistung geeigneter Häckselmaschinen in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur

*Der Ersatz der Brandrodung durch mechanisierte Mulchverfahren stellt in tropischen Agroforstsystemen einen Ansatz zur Erreichung einer nachhaltigen Landwirtschaft dar. Die Leistungsbeurteilung geeigneter Maschinen muss sich an der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Vegetation orientieren. Daher wurden Parameter ermittelt, die geeignet sind, die Vegetation im Hinblick auf eine nachfolgende mechanische Bearbeitung zu beschreiben. Anhand dieser Parameter ist die technische und ökonomische Vorzüglichkeit zweier Häckslersysteme in Abhängigkeit von der Vegetationsstruktur ermittelt worden.*

Dipl.-Ing. agr. Andreas Block ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Georg-August-Universität Göttingen (Direktor: Prof. Dr. Wolfgang Lücke), Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen; e-mail: [ablock@gwdg.de](mailto:ablock@gwdg.de).

Aus der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Brasilien; gefördert im Rahmen des SHIFT-Programmes durch BMBWF sowie CNPq (Brasilien); ausgeführt durch die Universitäten Göttingen und Bonn sowie Embrapa Amazonia Oriental, Belém

### Schlüsselwörter

Bushhäcksler, Forstmulcher, Brachevegetation, tropische Landwirtschaft, Brandrodung

### Keywords

Bush-chopper, forestry mulcher, fallow vegetation, tropical agricultural systems, slash-burning

**T**ropische Ackerflächen werden nach der obligatorischen mehrjährigen Brachephase auch heute noch nach dem traditionellen Brandrodungsverfahren für die anschließende etwa zweijährige Nutzung vorbereitet [4, 5, 7]. Dieses führt mittelfristig jedoch zu einem Verlust an Artenvielfalt und Ertragspotenzial der Flächen und letztendlich zur Aufgabe der Flächen. Diese werden in der Regel durch die Rodung von Primärwald ersetzt. [5, 8, 9] Die Mulchwirtschaft stellt eine nachhaltige Alternative zur bislang praktizierten Brandrodung dar, bedingt jedoch die Mechanisierung der Flächenvorbereitung. Geeignete Maschinen stehen hierfür prinzipiell zur Verfügung [1, 2, 3, 6, 7, 10, 11]. Deren Arbeitsleistung und -qualität hängt jedoch stark von der zu bearbeitenden Vegetation ab. Zur Ermittlung der technischen und ökonomischen Eignung der in [3] getesteten Maschinen wurden in Ost-Amazonien, Brasilien, deshalb in typischer Sekundärvegetation Parameter ermittelt, die die Eigenschaften der Vegetation hinreichend beschreiben können. Diese Parameter werden im Folgenden dargestellt und die Grundzüge der Beziehung der ermittelten Maschinenleistung zu den Parametern der Vegetation aufgezeigt.

### Datengewinnung auf den Versuchsflächen

Die nach der Brachephase notwendige Räumung der Ackerflächen von der aufgewachsenen Sekundärvegetation, der sogenannten „Capoeira“, wird unmittelbar vor der Anbauphase vorgenommen [8, 11]. Es wurden möglichst verschiedenartige Bracheflächen zur Untersuchung ausgewählt, um umfassende Informationen zur Leistungsfähigkeit der Häckselmaschinen zu gewinnen. Das erste Unterscheidungsmerkmal der Flächen ist hierbei die Länge der Brachephase, in der die Sekundärvegetation ungestört aufwachsen konnte. Die Brachedauer allein lässt jedoch keinen Rückschluss auf die Stärke und Zusammensetzung der Vegetation zu. Daher wurden auf den Beprobungsflächen je Hektar in der Regel zwölf repräsentative Parzellen von 4 bis 10 m<sup>2</sup> Größe markiert, aus denen sämtliche Pflanzen mit einem Durch-

messer von mehr als 1 mm Durchmesser entnommen wurden. Aus der Anzahl der Pflanzen dieser repräsentativen Beprobungsparzellen wurde eine mittlere Pflanzendichte je Flächeneinheit errechnet. Zur Beschreibung der floristischen Komposition der Fläche wurden alle entnommenen Pflanzen bestimmt und vermessen (Durchmesser und Höhe). Erst dann wurde die Fläche durch eine geeignet erscheinende Häckselmaschine bearbeitet und so für den Anbau von Feldfrüchten vorbereitet. Dabei wurde die Länge von Arbeits- und Nebenphasen getrennt erfasst. Außerdem wurde der Kraftstoffverbrauch für die einzelnen Phasen getrennt ermittelt.

### Eingesetzte Maschinen und Sensoren

Es wurde der zweite Prototyp der im Göttinger Institut für Agrartechnik entwickelten Häckselmaschine „Tritucap“ und ein Forstmulcher FM 600 der Firma AHWI Maschinenbau zur Bearbeitung der Flächen eingesetzt [3]. Um den Kraftstoffverbrauch zu erfassen, wurden am Traktor zwei Durchflusssmessturbinen installiert, die sowohl den Zustrom zur Motoreinspritzpumpe als auch den Rückstrom zum Kraftstofftank registrierten und als digitales Signal an einen auf dem Traktor installierten Mobilcomputer leiteten. Weiterhin wurde an der Zapfwelle eine sogenannte DLC-Messnabe der Firma Walterscheid (Lohmar) vom Typ SE250 zur Messung von Drehmomenten und Drehzahlen an der Traktorzapfwelle installiert. Die kontinuierlich aufgezeichneten Daten enthielten neben den Treibstoffflüssen und Drehmoment- und Drehzahldaten der Zapfwelle auch die aktuelle Phase der Bearbeitung mit einer Frequenz von etwa 56 Messungen je Sekunde. Weiterhin wurde die Flächengröße mit Hilfe eines GPS-Handempfängers (Garmin GPS12CX) registriert und später mit Hilfe eines Geo-Informationssystems errechnet.

### Auswertung der botanischen Daten

Zunächst wurden aus den vorhandenen Daten der botanischen Untersuchungen Charakteristika der jeweils untersuchten Flächen



Bild 1: Version 2.0 des Prototyps des Gehölmäh-häckslers „Tritucap“

Fig. 1: Version 2.0 of the wood chopper prototype „Tritucap“



Bild 2: Forstmulchergerät AHWI FM600

Fig. 2: Forestry mulcher AHWI FM600

herausgearbeitet. Durch eine Varianzanalyse verschiedener Merkmale konnte nachgewiesen werden, dass innerhalb der Flächen eine gewisse Homogenität vorliegt, die Flächen untereinander jedoch durch die untersuchten Merkmale unterscheidbar sind.

In der Untersuchung des Grades der Korrelation von Pflanzendurchmesser, Pflanzenhöhe, Phytomasse der Fläche, Pflanzenzahl und Länge der Brachedauer wurde die Vermutung bestätigt, dass mit steigender Länge der Brachedauer der mittlere Pflanzendurchmesser, Pflanzenhöhe und Phytomasse zunehmen, die mittlere Pflanzenzahl hingegen abnimmt. Die Ergebnisse sind statistisch hochsignifikant. Man kann also stark vereinfacht durch das Alter der Brachevegetation ihren Zustand charakterisieren. Nicht ausreichend ist jedoch die Beschreibung einer Fläche allein durch die gemessene Phytomasse. Dies deutet auf die starke Unterschiedlichkeit der Phytomassen bei Flächen gleicher Brachedauer hin.

### Leistung der Bearbeitungsmaschinen

Die während der Bearbeitung der Flächen aufgezeichneten Zeit-, Drehmoment-, Drehzahl- und Kraftstoffverbrauchsdaten wurden für beide Häckslertypen zu den botanischen Daten der Flächen, auf denen sie eingesetzt wurden, in Beziehung gesetzt. Die Betrachtung zweier exemplarischer Flächen ergibt das folgende Bild. Für den Prototypen „Tri-

tucap“ wurde ein Massendurchsatz von 11,51 t gehäckselter Frischmasse je Stunde bei einem Phytomassebestand von 41,58 t/ha und einer Brachedauer von drei Jahren ermittelt. Dies entspricht einer Flächenleistung von 0,2768 ha/h. Da die Flächenvorbereitung mit dem Forstmulcher im Gegensatz zur „Tritucap“ zwei Bearbeitungsschritte erfordert [3], wurden die Einzelwerte der jeweiligen Bearbeitungsschritte gemittelt. Für den Forstmulcher FM 600 hat sich ein Massendurchsatz von 21,04 t/h (16,39 t/h und 25,68 t/h) bei einem Phytomassebestand von 35,46 t/ha und einer Brachedauer von vier Jahren ergeben. Aus den Flächenleistungen von 0,4622 ha/h im ersten Bearbeitungsschritt und 0,7242 ha/h im zweiten ergibt sich eine Gesamtbearbeitungsdauer von 3,54 h/ha oder eine Flächenleistung von 0,2821 ha/h.

Aus den Auswertungen der Drehmoment- und Drehzahldaten wurde eine energetische Betrachtung der Flächenbearbeitung abgeleitet. Danach ist für das Häckseln einer Tonne Frischmasse mit der Tritucap ein Energiebedarf von 5,78 kWh, für den Forstmulcher von 6,55 kWh ermittelt worden.

Die Ermittlung der Kosten des Maschineneinsatzes erfolgte unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maschine „idealen“ Vegetationsverhältnisse [3]. Für die Einsatzkosten der Tritucap ergaben sich daraus unter den brasilianischen Kostenstrukturen ein Betrag von ~ 393 R\$/ha (etwa 110 €/ha), für die FM 600 Kosten von 496 R\$/ha (~ 138 €/ha). Berücksichtigt man zusätzlich die Kosten für einen eventuell zu leistenden Kapitaleinsatz, so wird der Unterschied aufgrund der höheren Anschaffungskosten für die FM 600 noch größer.

Der Tritucap-Häckslers ist für die Vorbereitung von Flächen von bis zu vier Jahren Brachedauer technisch und ökonomisch überlegen. Flächen mit längerer Brachephase können dagegen praktisch nur noch mit der FM 600 vorbereitet werden [3, 7]. Selbst wenn die Tritucap technisch geeignet wäre, würde die FM 600 aufgrund der höheren Flächenleistung in diesen Beständen ökonomisch sinnvoller eingesetzt.

### Zusammenfassung

Die von Bäumen dominierte Sekundärvegetation im tropischen Ost-Amazonien Brasiliens kann mechanisiert von der Fläche geräumt werden und damit eine nachhaltige Alternative zur Brandrodung darstellen. Die ökonomische Effizienz der Maschinen lässt sich allerdings nur an den Gegebenheiten der zu bearbeitenden Vegetation messen. Hierfür sind geeignete Parameter gefunden worden. Die Berechnung der Leistungsdaten hat eine erste Kostenabschätzung des Maschinenein-

satzes für die jeweils typischen Flächen ermöglicht. Danach sind die Kosten für den Einsatz der Tritucap auf Flächen von bis zu vier Jahren Brachedauer geringer als mit dem Forstmulcher. Auf Flächen von mehr als vier Jahren Brachedauer ist die FM 600 technisch und ökonomisch überlegen.

### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] • Block, A., W. Lücke, M. Denich and P.L.G. Vlek: Newly Developed Bush-chopper to Avoid Burning of Secondary Forest in Agricultural Fallow Systems in the Tropics. In: Proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand, Hrsg. Salokhe, V.M. und Jianxia, Zhiang. Bangkok, Thailand, Asian Institute of Technology, 1998, no.1, pp. 934-941
- [2] Block, A., W. Behn, W. Lücke und M. Denich: Buschhäckslereinsatz zur Sekundärwaldnutzung in tropischen Brachsystemen. Landtechnik 55 (2000), H. 3, S. 214-215
- [3] Block, A.: Mulchtechnik statt Brandrodung. Nicht brennende Flächenvorbereitung mittels Forstmulchergerät und Gehölmähhäckslers in Nord-Ost-Amazonien. Landtechnik 58 (2003), H. 2, S. 96-97
- [4] Denich, M.: Untersuchungen zur Bedeutung junger Sekundärvegetation für die Nutzungssystemproduktivität im östlichen Amazonasgebiet, Brasilien. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, 1989, 46 S.
- [5] Denich, M. and M. Kanashiro: Potential land-use and management of altered and abandoned areas in the Brazilian Amazon region. In: Studies on Human Impact of Forest and Floodplains in the Tropics-SHIFT. CNPq/MCT, 1998
- [6] Denich, M. und W. Lücke: Mulchproduktion als Alternative zur Brandrodung in tropischen Brachsystemen. Landtechnik 53 (1998), H. 4, S. 250 - 251
- [7] • Denich, M., K. Vielhauer, M.S.A. Kato, A. Block, O.R. Kato, T.D. De A. Sá, W. Lücke and P.L.G. Vlek: Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. In: Nair, P.K.R., M.R. Rao and L.E. Buck (Hrsg.): New Vistas in Agroforestry: A compendium for the 1st World Congress of Agroforestry. Kluwer, Dordrecht, Niederlande, 2004. Ebenso in: Agroforestry Systems 61, 2004
- [8] Ewel, J.J.: Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. Annual Review of Ecology and Systematics, 17 (1986), pp. 245-271
- [9] Jordan, C. F.: An Amazonian Rain Forest. The Structure and Function of a Nutrient Stressed Ecosystem and the Impact of Slash-and-Burn Agriculture. Man and the Biosphere Series, Volume 2, 1989
- [10] Lücke, W., A. Block, M. Denich und P.L.G. Vlek: Technik statt Brandrodung - Einsatz eines Doppelrotorhackers zur nichtbrennenden Flächenvorbereitung im östlichen Amazonasgebiet. VDI-MEG, Tagungsbericht Landtechnik, Garching, 15./16. Okt. 1998, S. 287 - 292
- [11] Vielhauer, K., M. Denich, A. Block, O.R. Kato, T.D. De A. Sá and P.L.G. Vlek: Alternatives to slash-and-burn agriculture in Amazonia: Are mechanized mulch systems affordable to small holders? In: Abstracts: Deutsch-Brasilianisches Symposium 2003, Tübingen, 16.-19. 7. 2003