

# Mineraldüngerstreuer für den Einsatz in Hanglagen

Dr. K.-H. Stengler, KDT/Ing. H. Heinkel/Dipl.-Ing. T. Schmidt

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Aufgabenstellung

Eine bedeutende Rolle bei der intensiven Bewirtschaftung des Hanggraslandes kommt der Mineraldüngung zu. Neben der Applikation von N-Dünger muß auch die Ausbringung von P-, K- und Ca-Düngemitteln vorgenommen werden.

Bis zur Entwicklung des Hangtraktors ZT 305-A und der dazugehörigen Mineraldüngerstreuer konnten die Hanggraslandflächen mit einer Hangneigung über 25 % nur mit dem Hubschrauber Ka-26 gedüngt werden. Bedingt durch die relativ geringe Tragfähigkeit des Hubschraubers und die Tech-

nologie des Hubschraubereinsatzes kam es in der Praxis in den letzten Jahren zu einer einseitigen N-Düngung. Nur in geringem Umfang konnten P- und K-Düngemittel ausgebracht werden. Das führte u. a. auch dazu, daß auf den Hanggraslandflächen die ursprüngliche Artenvielfalt und damit die Schmackhaftigkeit des Futters zurückgingen. Zusammen mit dem Hangtraktor ZT 305-A wurde den Pflanzenproduktionsbetrieben in Hanglagen auch ein Mineraldüngerstreuer zur Verfügung gestellt, der die Ausbringung von N-, P-, K- und Ca-Düngemitteln auf Hangflächen bis zu einer Hangneigung von

45 % mit hoher Produktivität und vertretbaren Kosten ermöglicht.

## 2. Mineraldüngerstreuer RCW-3H

### 2.1. Beschreibung

Im Obstbau der DDR wird der Düngerstreuer RCW-3 der Landmaschinenfabrik Brzeg (VR Polen) für die Grunddüngung eingesetzt. Auf der Basis des Streuaufsatzes des RCW-3 und des Fahrgestells des Ladewagens HTS 31.04 wurde im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der Düngerstreuer RCW-3H (Bild 1, Tafel 1) entwickelt [1,2]. Nach erfolgreicher Erprobung und Prüfung wurde die Serienproduktion im Rationalisierungsmittelbau des VEB KfL Hildburghausen, Bezirk Suhl, aufgenommen.

Die Hangtauglichkeit des Originalstreuers RCW-3 liegt bei einer Hangneigung von etwa 25 %. Bedingt durch die Reifen 10-15 AM sind der große Abtrieb, zu geringe Bremswirkung, hoher Bodendruck und Spurrinnenbildung bei feuchter Fahrbahn einsatzbegrenzende Faktoren. Die Spurweite von 1500 mm ist zu gering, um den geforderten statischen Kippwinkel  $\geq 40^\circ$  zu erreichen. Durch den Austausch der Originalachse gegen die Achse U 3/5 16 des Futterladewagens HTS 31.04 werden die Mängel beseitigt. Die Achse wird über einen geschweißten Zwischenrahmen aus Profilstahl mit dem Rahmen des Originalstreuers verbunden. Die Originalbremsanlage wird gegen den Bremszylinder 125/140 TGL 39-776 mit Steuerventil 6 TGL 39-329, Bremskraftregler A 2; 3 TGL 39-330 und eine mechanische Feststellbremse ausgetauscht. Um den Düngerstreuer auf der Hubkupplung des ZT 305-A aufsatteln zu können, mußte eine neue Zugvorrichtung konstruiert werden.

Mit dem Herstellerbetrieb Agromet Brzeg wurden Verhandlungen mit dem Ziel geführt, daß der Mineraldüngerstreuer für den Hangeinsatz noch in diesem Fünfjahrplan komplett in der VR Polen gefertigt wird. Das Prüfmuster dieses Streuers – Typenbezeichnung RCW-3A/G (Tafel 1) – befindet sich in der staatlichen Prüfung. Bis zur Lieferung dieses Streuers wird vom VEB KfL Hildburghausen der RCW-3H als Rationalisierungsmittel gefertigt.

### 2.2. Ergebnisse der Einsatzuntersuchungen

Die Einsatzuntersuchungen wurden in enger Zusammenarbeit mit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim durchgeführt. Im Vordergrund der Untersuchungen stand die Hangtauglichkeit.

Die statischen Kippwinkel wurden auf dem Prüfstand ermittelt. Unter der Bedingung, daß die Fahrgeschwindigkeit im Hangneigungsbereich  $> 30\%$  5 km/h nicht überschreiten darf und der Streuer in Verbindung mit dem Traktor ZT 305-A eingesetzt wird, konnten auf der Grundlage der statischen Kippwinkel von  $40^\circ$  bzw.  $41^\circ$  (bei einer Nutzmasse von 2,5 t) die Hangeinsatzgrenzen für beide Maschinen auf 45 % festgelegt werden. Diese Hangeinsatzgrenzen wurden

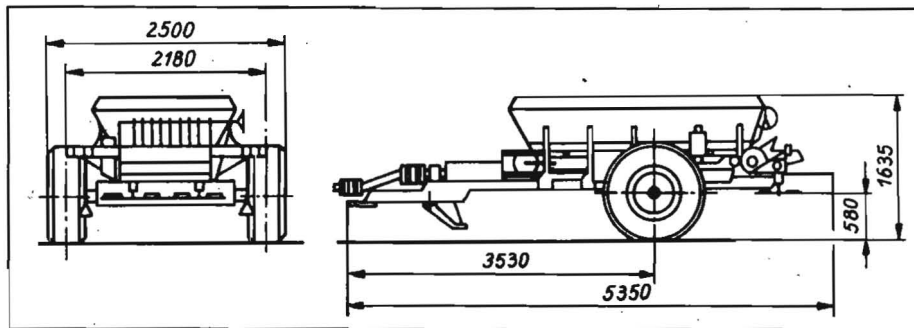


Bild 1  
Hauptabmessungen  
des Düngerstreuers  
RCW-3H

		RCW-3/H	RCW-3A/G
Länge	mm	5 350	5 350
Breite	mm	2 500	2 500
Höhe	mm	1 565	1 620
Spurweite	mm	2 180	2 170
Bereifung		12,5–20AM	12,00–18
Felge		11 × 20 GO	
Reifentragfähigkeit (8 PR, 30 km/h, 0,25 MPa)	kN	20,6	
Reifentragfähigkeit (10 PR, 20 km/h, 0,25 MPa)	kN	21,5	
Reifeninnendruck	MPa	0,25	
Achse		U 3/5 16 vom HTS 31.04	
zul. stat. Achslast	kg	3 565	
Stützlast, leer	kg	65	43
Achslast, leer	kg	1 080	1 225
Gesamtmasse, leer	kg	1 145	1 268
Nutzmasse	kg	2 500	2 500
Ladevolumen	m <sup>3</sup>	2,1	2,1
Stützlast, beladen	kg	390	273
Achslast, beladen	kg	3 255	3 495
Gesamtmasse, beladen	kg	3 645	3 768
stat. Kippgrenze, leer	°	57	54
stat. Kippgrenze, beladen	°	41	40
zul. Höchstgeschwindigkeit	km/h	30	15
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	4 ... 10	4 ... 10
Bremsanlage		Druckluft- mit Feststellbremse	
Anzahl der gebremsten Räder		2	2
Zapfwellendrehzahl	U/min	540	540
Bodenfreiheit im beladenen Zustand	mm	400	380
Streueinrichtung		Förderband und 2 Schleuderscheiben	
Durchmesser der Schleuderscheiben	mm	500	500
Arbeitsbreite	m	10 ... 15	10 ... 15
Abwurfhöhe	mm	580	570
Drehzahl der Schleuderscheiben	U/min	540	540
Breite des Förderbands	mm	800	800
Förderbandgeschwindigkeit	m/min	2,3	2,3
Streuengenbereich	kg/ha	100 ... 400	100 ... 400
elektrische Anlage	V	12	12
Anzahl der Bedienkräfte (Mechanisatoren)		1	1

Tafel 1  
Technische Daten der  
Düngerstreuer  
RCW-3H und  
RCW 3A/G



Bild 2. Düngerstreuer RCW-3H am Traktor ZT 305-A beim Einsatz am Hang



Bild 4. Anbau-Tellerdüngerstreuer D 028/5

mit dem RCW-3H (Bild 2) im praktischen Einsatz unter ATF-Bedingungen erreicht. Weitere Untersuchungen betrafen die Funktion der Streuaggregate. Dabei zeigte sich, daß am Streumechanismus hinsichtlich Streugenauigkeit und Abstufung der Ausbringungsmengen Mängel vorhanden sind. Diese treten vor allem bei Mineraldüngergaben unter 100 kg/ha (d. h.: nur bei N-Düngung) und bei den auf Hangflächen über 25 % Hangneigung stark eingeschränkten Fortschrittgeschwindigkeiten auf. Für Mineraldüngergaben unter 100 kg/ha sind deshalb die Anbaudüngerstreuer D 028/4 (Bild 3) oder D 028/5 (Bild 4) einzusetzen.

Die Ausbringung von P-, K- und Ca-Düngemitteln ist dagegen entsprechend den ATF möglich. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die im Vergleich zum RCW-3 größeren Reifen, die größere Spurweite und die entsprechend dimensionierte Bremsanlage des RCW-3H sichern den Einsatz bis zu einer Hangneigung von 45 %. Abtrieb und Schrägstellung der Kombination bleiben auch an der Einsatzgrenze in vertretbaren Bereichen.
  - Bei der Arbeit in Schichtlinie nimmt mit steigender Hangneigung die Streubreite hangab zu (bei 25 % : 50 bis 80 cm, bei 45 % : 70 bis 120 cm), und die Verteilgenauigkeit geht auf  $\leq 50$  % zurück. Die Arbeitsbreite verringert sich insgesamt mit steigender Hangneigung bei der Arbeit in Schichtlinie um 5 bis 10 %.
- Wo Fahrbahn bzw. Radschlupf, Zugkraft und Zugleistung der Kombination ZT 305-A und RCW-3H den Einsatz in Steig- und Falllinie zulassen, sollte deshalb diesen Arbeitsrichtungen der Vorzug gegeben werden.

- Die Arbeitsbreiten sind erheblich von der Konsistenz des Mineraldüngers abhängig. So wurden für Kali 6 bis 7 m, für Kalkammonsalpeter 10 bis 12 m und für Superphosphat 8 bis 11 m gemessen. Diese Werte einschließlich des gemessenen Leistungsbedarfs entsprechen denen des Prüfberichts zum RCW-3 [1].

- Bei der Arbeit in Schichtlinie bewirkt die Seitenneigung des Behälters eine Verlagerung des Düngers hangab. Dies führt ab einer Hangneigung von etwa 25 % bei voll gefülltem Behälter zum Überlaufen des Düngers. Auf Flächen ab einer Hangneigung von 20 bis 25 % darf deshalb der Behälter nicht mehr als zu 80 % gefüllt sein.

Bei fast leerem Behälter führt das seitliche

Bild 3  
Anbau-Tellerdüngerstreuer D 028/4



Tafel 2. Technisch-technologische Daten des Düngerstreuers D 028/4

Länge	2 160 mm	
Breite	1 700 mm	
Höhe	1 700 mm (bei 800 mm Schleuderscheibenhöhe)	
Fassungsvermögen	600 dm <sup>3</sup>	
Masse (leer)	395 kg	
Anzahl der Schleuderscheiben	1	
Streumengenregulierung	18 Stufen	
Anzahl der Stützräder	2	
Spurweite der Stützräder	1 250 bis 1 500 mm	
Hangneigung mit dem ZT 305-A	Hangneigung $\leq 45$ %	
Arbeitsbreite	8 bis 12 m; $\bar{x} = 10$ m	
Arbeitsgeschwindigkeit	4 bis 12 km/h	
Streumenge:	Kalkammonsalpeter	Harnstoff
min.	40 kg/ha	20 kg/ha
max.	460 kg/ha	290 kg/ha
Antriebsleistungsbedarf	1,3 bis 6,5 kW (1,8 bis 8,8 PS)	
Flächenleistung	3,9 bis 7,8 ha/h (T <sub>90</sub> )	
Einsatzart	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vorzugsweise im Komplex mit <math>\geq 4</math> Serienaggregaten zur Auslastung der Befülltechnik</li> <li>- bei N-Gaben auf Jungviehweiden im Einzeleinsatz mit Handbefüllung</li> </ul>	

Ablaufen zu einer ungleichmäßigen Beaufschlagung der Streuteller. Dieser Effekt wird durch die unter dem Entlastungsgitter beim RCW-3H angebrachten Trennschienen erheblich reduziert.

Mit den Einschränkungen für die N-Düngung entspricht der RCW-3H nach [3] den Anforderungen für die Mineraldüngung hängiger Grünlandflächen im Bereich von 20 bis 45 % Hangneigung.

### 2.3. Anbau-Tellerdüngerstreuer D 028/4 bzw. D 028/5

Für N-Düngergaben unter 100 kg/ha ist der D 028/4 oder D 028/5 einzusetzen. Bei einem mittleren Fassungsvermögen von 400 bzw. 500 kg je Behälter (Tafel 2) kann z. B. mit

dem D 028/4 mit einer Füllung die von einer 250er-Jungviehweide täglich abgeweidete Fläche mit N-Dünger versorgt werden. Zum Einsatz des Anbaustreuers wurden in [4, 5] ausführliche Hinweise gegeben.

Der D 028/5 unterscheidet sich vom D 028/4 durch das fehlende Fahrwerk, die Behälterform und den verbesserten Streumechanismus. Der Preis des D 028/5 ist geringer. Der Hersteller plant die Ausrüstung des Anbaustreuers mit einer Behälterreihe von 400 bis 1 000 kg Nutzmasse.

### 2.4. Leistung und Aufwand

Leistung und Aufwand der Mineraldüngung auf dem Hanggrünland werden außer von den geringen Schlaggrößen und den große-

Tafel 3. Aufwand und Leistung des Düngerstreuers RCW-3H in T<sub>05</sub> im Hangneigungsbe- reich von 30 bis 45 % (v<sub>f</sub> = 4 km/h; AB = 10 m)

Teilzeit	Aufwandmenge		
	100 kg/ha	900 kg/ha	1 000 kg/ha
	Aufwand in min/ha		
T <sub>1</sub>	15,00	15,00	15,00
T <sub>21</sub>	0,39	0,36	0,30
T <sub>22</sub>	0,18	0,53	1,75
T <sub>23</sub>	0,30	0,90	3,00
T <sub>02</sub>	15,87	16,79	20,05
T <sub>31</sub>	0,94	1,00	1,20
T <sub>41</sub> ... T <sub>42</sub>	—	—	—
T <sub>51</sub>	0,79	0,84	1,00
T <sub>05</sub>	17,60	18,63	22,25
	Leistung in ha/h		
T <sub>1</sub>	4,00	4,00	4,00
T <sub>02</sub>	3,79	3,57	2,99
T <sub>05</sub>	3,41	3,22	2,70

ren Transportentfernungen im Mittelgebirge von der durch die Hangneigung erforderlichen Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit beeinflusst.

Ausgehend von den Ergebnissen der Arbeits- und Zeitstudien wurden in Tafel 3 die Aufwendungen und Leistungen für ein gebrochenes Verfahren (Beladung am Feldrand bei der Grunddüngung) auf der Basis eines Normschlages kalkuliert. In dieser Kalkulation ist berücksichtigt, daß bei einer Hangneigung ab 30 bis 35 % nur Lademassen von 2 000 kg zulässig sind.

Die kalkulierten Leistungen von 2,7 bis 3,4 ha/h (T<sub>05</sub>) entsprechen den in den LPG Oberweißbach und Schmalkalden, Bezirk Suhl, erreichten Tagesleistungen von 12 bis 18 ha für Grunddünger und 16 bis 25 ha für N-Dünger in der Zeit T<sub>05</sub>. Diese Leistungen entsprechen den Forderungen. Sie sind in der Gesamtzeit nur um rd. 30 % niedriger als die des gleichen Maschinensystems in der Ebene.

In Tafel 4 sind die kalkulierten Aufwendun-

Tafel 4. Leistung, Aufwand und Kosten in T<sub>05</sub> für die Mineraldüngung in Abhängigkeit von Hangnei- gung und eingesetztem Maschinensystem

Hang- neigung	Grundmaschine	Leistung Grund- düngung ha/h	N-Düngung ha/h	Aufwand		Verfahrenskosten	
				Grund- düngung AKh/ha	N-Düngung AKh/ha	Grund- düngung M/ha	N-Düngung M/ha
25	D 032/D 032 N	7,00	11,13	0,40	0,20	8,30	3,85
30	D 028/ZT 305-A	1,96	4,76	0,94	0,34	19,42	6,80
45	RCW-3H/ZT 305-A	2,74	3,40	0,73	0,46	15,29	11,72
	Hubschrauber Ka-26	3,90	10,81	3,07	1,11	278,00	100,00

gen, Leistungen und Kosten für die Düngung des Hanggraslandes mit Mineraldünger zu- sammengestellt. Für den Hangneigungsbe- reich von 0 bis 25 % wird der LKW W 50 LA/K mit Streuaufsatz D 032 als leistungsfähigste Maschine eingesetzt. Im Bereich von 30 bis 45 % werden die Streuer RCW-3H, D 028/4 bzw. D 028/5 und Hubschrauber ver- wendet. In den Kalkulationen ist der Trans- port des Düngers vom Lager zum Feldrand enthalten. Es ist eindeutig, daß mit zuneh- mender Hangneigung höhere Aufwendun- gen und Kosten entstehen. Gegenüber dem W 50 LA/K mit D 032 oder D 032 N beträgt die Leistung des RCW-3H im Hangneigungs- bereich von 30 bis 45 % bei der Grunddün- gung nur noch etwa 40 % und bei der N- Düngung 30 %. Analog dazu liegen der Auf- wand an AKh/ha bei der Grunddüngung um 83 %, die Kosten um 84 % und bei der N- Düngung um 84 % bzw. 204 % höher. Bei der Grunddüngung schneidet der RCW-3H we- sentlich besser ab als der D 028/4. Bei der N-Düngung ergibt sich die geringfügige Überlegenheit des D 028/4 aus dem Kom- plexeinsatz von 6 Maschinen. Dieser Streuer sollte deshalb auch aus ökonomischen Grün- den nur für die Ausbringung von Streumen- gen unter 100 kg/ha eingesetzt werden.

Der Einsatz des Hubschraubers ist unter die- sen Aspekten auf die Flächen zu beschrän- ken, die von Traktoren nicht erreicht werden

bzw. nach lang andauernden Regenperioden nicht befahren werden dürfen.

### 3. Zusammenfassung

Der im VEB KfL Hildburghausen als Rationali- sierungsmittel gefertigte Mineraldünger- streuer RCW-3H ist für die Ausbringung von N-, P-, K- und Ca-Düngemitteln auf Hang- grünlandflächen bis zu einer Hangneigung von 45 % geeignet. Bei Mineraldüngergaben unter 100 kg/ha sind statt des RCW-3H die Anbau-Tellerdüngerstreuer D 028/4 bzw. D 028/5 zu empfehlen. Der Einsatz der ge- nannten Streuer im Hangneigungsbereich von 20 bis 45 % ist nur in Verbindung mit dem Hangtraktor ZT 305-A zugelassen. Beim Einsatz sind die in den Bedienanleitungen aufgeführten Arbeitsschutzvorschriften streng einzuhalten.

### Literatur

- [1] Prüfbericht Nr. 644 zum RCW-3. Zentrale Prüf- stelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1971.
- [2] Prüfbericht zum Futterladewagen FLW E 5. Zen- trale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1967.
- [3] Ziehe, E.: Gutachten zum Kalkstreuer RCW- 3A/G. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Pots- dam-Bornim 1981.
- [4] Prüfbericht Nr. 647 zum D 028/4. Zentrale Prüf- stelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1971.
- [5] Mäusezahl, C.: Düngerstreuer am Hang. Fried- rich-Schiller-Universität Jena, Sektion Agrar- chemie und Feldbau, Forschungsbericht 1969.

A 3837

## Beziehungen zwischen der Verteilgenauigkeit des Stickstoffdüngers und dem Pflanzenertrag

Dr. sc. W. Heymann, Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR, Bereich Leipzig

### 1. Einleitung

Die Auswirkungen einer unterschiedlichen Verteilgenauigkeit des Mineraldüngers auf den Pflanzenertrag sind in den vergangenen Jahrzehnten mehrfach untersucht und die Er- gebnisse in der internationalen Fachliteratur dargestellt worden.

Bei einer kritischen Sichtung der bekanntge- wordenen Arbeiten läßt sich das methodi- sche Vorgehen der Autoren im wesentlichen zwei Hauptrichtungen zuordnen:

– in älteren Arbeiten erfolgt die Untersu- chung der Zusammenhänge überwiegend durch speziell angelegte Feldversuche.

Aufgrund der bei dieser Methode auftre- tenden Probleme konnten in vielen Fällen keine signifikanten Ergebnisse (Differen- zen) erreicht, sondern nur Trendaussagen abgeleitet werden.

– In jüngeren Arbeiten wird zunehmend versucht, eine Lösung über theoretische und Modellbetrachtungen zu erreichen. Dazu werden zum Beispiel Standard- Streukurven, geometrische Funktionen und in der Literatur mitgeteilte Ertrags- funktionen (z. B. Mitscherlich-Funktion u. a.) verwendet und damit Abweichun- gen modellartig berechnet. Diese Me-

thode gestattet ein klareres Erkennen von Gesetzmäßigkeiten, läßt allerdings die Be- rücksichtigung örtlicher Besonderheiten nur in begrenztem Maß zu.

In einzelnen Fällen werden auch beide Me- thoden angewendet.

In der DDR basieren die derzeitigen Anfor- derungen an die Streugenauigkeit von Dünger- streuern überwiegend auf Arbeiten von Zschuppe [1] und Zimmermann [2]. Seit die- ser Zeit haben sich einige Voraussetzungen in der Pflanzenproduktion verändert. Das be- trifft zum Beispiel die Höhe des N-Einsatzes, Veränderungen im Düngersortiment, Weiter-