

Effektiver Einsatz von Harnstoff

Vom Fachausschuß Technologie der Mineraldüngung der Wissenschaftlichen Sektion Chemisierung der Pflanzenproduktion der KDT wurde am 17. und 18. November 1976 in Markkleeberg ein Erfahrungsaustausch zum effektiven Einsatz von Harnstoff unter dem Gesichtspunkt der weiteren industriemäßigen Gestaltung von Transport, Umschlag, Lagerung und Ausbringung durchgeführt.

Vor 170 Spezialisten aus den Agrochemischen Zentren (ACZ) wurden in 9 Referaten und in einer ausführlichen Diskussion der Entwicklungsstand und die Erfahrungen beim effektiven Harnstoffeinsatz in der industriemäßigen Pflanzenproduktion der DDR dargelegt.

Im Themenkomplex „Bereitstellung, Transport, Lagerung und Umschlag“ berichtete Dr. Crahmer, VEB Düngemittelkombinat Piesteritz, über die Entwicklung der Harnstoffproduktion und über Maßnahmen zur Verbesserung der anwendungstechnischen Eigenschaften.

Bisherige Erfahrungen beim Einsatz von Richtungszügen zeigen, daß ein Rationalisierungseffekt durch Beschleunigung des Wagenumlaufs entsteht sowie eine effektivere Auslastung der Umschlagtechnik in den ACZ möglich wird. Dipl.-Wirtschaftler Stamer, VEB Agrochemiehandel Berlin, erläuterte in diesem Zusammenhang die Faktoren, die das System der Richtungszüge beeinflussen.

Über Lagerung und Umschlag von Harnstoff in den ACZ referierte Dr. Jänicke, Institut für Düngungsforschung Leipzig.

Über Ergebnisse und Erfahrungen des VEB Ausrüstungen ACZ Leipzig bei der Erprobung der Aufbereitungsmaschine ABM-60 berichtete Ing. Brühl und zur Anwendung von Trogkettenförderern bei der Ein- und Auslagerung von Mineraldüngern sprach Ing. Siebert.

Die qualitätsgerechte Ausbringung von Mineraldüngern durch die ACZ ist eine wesentliche Voraussetzung zur Erzielung hoher und stabiler Erträge in der industriemäßigen Pflanzenproduktion. In seinem Vortrag über die Ausbringung von Harnstoff mit Bodengeräten und Aviotechnik erläuterte Dr. Heymann, Institut für Düngungsforschung Leipzig, Ergebnisse von Applikationsuntersuchungen mit dem LKW-Streuaufsatz D 032-N und mit dem Agrarflugzeug Z-37.

Über Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der Mineraldüngung referierte Dipl.-Landw. Tschörner, VEB Ausrüstungen ACZ. In der regen Diskussion berichteten Praktiker aus den ACZ (z. B. ACZ Grimmen, ACZ Hammerbrücke) über gute Erfahrungen beim Harnstoffeinsatz.

Schwerpunkte der Diskussion waren:

- Acker- und pflanzenbauliche Aspekte der Harnstoffdüngung
- Qualitätsgerechtere Harnstoffapplikation
- Notwendigkeit der planmäßigen Qualifizierung der Werkstätigen der ACZ
- Entwicklung der Technik der ACZ.

Der Erfahrungsaustausch vermittelte den Werkstätigen der ACZ weitere Erkenntnisse zum effektiven Harnstoffeinsatz.

Die beiden nachfolgenden Beiträge von Dr. Jänicke und Dr. Heymann sind gekürzte Fassungen ihrer Referate.

AK 1529

Dr. J. Jäschke, Dr. D. Pokorny

Zur Applikation von Harnstoff mit dem LKW-Schleuderstreuer D 032-N

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

1. Problemstellung

Sowohl in der DDR als auch in den anderen Ländern des RGW werden für die Mineraldüngerausbringung zur Zeit überwiegend Schleuderstreuer eingesetzt, weil sie technisch unkompliziert, leicht zu warten und verhältnismäßig billig sind. Im praktischen Einsatz treten jedoch oft Probleme auf, da dieses Streusystem auf Unterschiede in der Düngemittelzusammensetzung und -beschaffenheit empfindlich reagiert. Infolge einer falschen Einstellung sowie fehlerhafter seitlicher Überdeckung (ungenaueres Anschlußfahren) können erhebliche Streufehler entstehen, die sich in Über- oder Unterdüngung und der dadurch bedingten Streifenbildung äußern.

So ergaben sich auch mit der Einführung von Harnstoff als Stickstoffdüngemittel durch ungenügende Kenntnis und Erfahrung bedingte anfängliche Schwierigkeiten bei der Applikation. Deshalb sollten in speziellen Versuchen folgende Probleme geklärt werden:

- Verhalten des im VEB Stickstoffwerk Piesteritz produzierten Harnstoffs bei der Applikation
- Eignung und Besonderheiten des LKW-Schleuderstreuers D 032-N (als derzeitige Schlüsselmaschine in den ACZ) für die Harnstoffausbringung sowie die daraus abzuleitenden Schlußfolgerungen für die Weiterentwicklung der Maschine.

2. Versuchsergebnisse

2.1. Charakterisierung des verwendeten Düngers

Die Untersuchungen erfolgten mit zwei Sorten des Piesteritzer Harnstoffs (unbehandelt und konditioniert), jeweils entnommen aus Stapeln zentraler Düngelager von ACZ (Tafel I).

Während der unbehandelte Harnstoff mit dem Mittelwert von über 15% Feinanteil < 1,00 mm Teilchengröße außerhalb der durch die TGL festgelegten Norm (Nennkornanteil I bis 2,5 mm \geq 85%) lag, zeigte sich bei dem konditionierten Produkt mit dem Mittelwert von 6,6% < 1,00 mm Teilchengröße eine bedeutende Verbesserung der anwendungstechnischen Eigenschaften. Aus der Schwankungsbreite dieser Fraktion, die bis zu 15% betrug, läßt sich jedoch ableiten, daß die Reserven für eine weitere Erhöhung der Produktqualität noch nicht ausgeschöpft sind. Da im Jahr 1977 etwa 80% (1980 etwa 95%) der Piesteritzer Harn-

stoffproduktion in konditionierter Form ausgeliefert werden sollen, haben vorrangig die Ergebnisse mit dieser Harnstoffsorte praktische Bedeutung. Unter den Bedingungen der ACZ sollten ferner die Veränderungen beachtet werden, die sich bei Mischpartien beider Harnstoffsorten ergeben.

Für die Applikation mit Schleuderstreuern stellt die Fraktion unter 1,00 mm Teilchengröße einen besonders kritischen Wert dar, weil sie bei höherem Anteil die Verteilung des Düngers negativ beeinflusst. Unter normalen Bedingungen lagert sich der größte Teil dieser Gruppe in der Mitte der Streubahn ab und bewirkt eine starke Überhöhung im Zentrum des Streubildes (Bild 1), während bei Windeinfluß eine mehr oder weniger starke (unkontrollierbare) seitliche Verlagerung der Feinteilchen eintritt. In beiden Fällen kommt es zu einer ungenügenden Verteilungsqualität mit überdurchschnittlich hohen Streufehlern.

Tafel I
Zusammensetzung des geprüften Harnstoffs

Düngemittel	Anzahl der Analysen	H ₂ O-Gehalt %	mittl. Korngrößenzusammensetzung in %		
			<1.6mm	<1.0 mm (Spannweite)	<0.5mm
Harnstoff unbehandelt	8	1.32	57.8	22.8	(12.0...29.0) 11.5
Harnstoff konditioniert	21	0.90	51.6	6.6	(0.7...15.0) 1.8

2.2. Dosierung

Die niedrigsten auszubringenden Stickstoffmengen liegen meist im Bereich von 20 bis 30 kg/ha, so z. B. bei Braugerste, der 2. bzw. 3. Stickstoffgabe zu Getreide und anderen Kulturen. Bei Einsatz von Harnstoff entspricht das Aufwandmengen von 45 bis 65 kg/ha, die noch sicher und qualitätsgerecht appliziert werden müssen. Daraus leitet sich die begründete Forderung der Landwirtschaft nach einer einzuhaltenden Minimaldosierung von 50 kg/ha ab.

Nachdem lt. Prüfbericht Nr. 344 der ZPL aus dem Jahr 1974 mit Harnstoff bei 10 m Arbeitsbreite eine Aufwandmenge von $Q_{min} = 55 \text{ kg/ha}$ ($Q_{max} = 456 \text{ kg/ha}$) erreicht worden war, ergaben die Untersuchungen aus dem Jahr 1976 (Serienmaschine) Werte für Q_{min} von etwa 110 kg/ha, ebenfalls bei 10 m Arbeitsbreite. Die Ursache sind technisch-konstruktive Änderungen im Bereich der Dosierelemente des Streuers. Da sich diese Veränderungen besonders bei der Harnstoffausbringung ungünstig auswirken, wurde der Herstellerbetrieb veranlaßt, die geforderte Minimaldosierung zu gewährleisten. Untersuchungen und praktische Erfahrungen zeigen weiterhin, daß eine einfach zu bedienende Einrichtung zur Dosierkontrolle, mit der in der Praxis täglich gearbeitet werden kann, dringend erforderlich ist.

2.3. Streuqualität

In speziellen Versuchen wurde zunächst die Längsverteilung des Düngers geprüft. Sie kennzeichnet die Gleichmäßigkeit der Förderung des Düngers und seine kontinuierliche Abgabe über die Dosiervorrichtung an die Applikationsorgane während der Arbeitsfahrt. Sie bildet deshalb auch die erste Voraussetzung für eine gute Querverteilung. Die Gleichmäßigkeit hängt weniger von der Düngerart und -beschaffenheit ab, sondern stellt in erster Linie ein technisches Güte Merkmal der Applikationsmaschine dar.

Die Ergebnisse (Tafel 2) lassen erkennen, daß die ermittelten Streufehler bei beiden Harnstoffsorten mit $s \pm 12\%$ bis $s \pm 14\%$ noch in einem annehmbaren Bereich liegen, während bei anderen Düngemitteln teilweise Werte über 20% auftraten. Diese Abweichungen sind durch die konstruktive Auslegung des D 032-N bedingt. Die als Förderorgan verwendete Rundstabelle bewirkt trotz der V-förmigen Abwurfkante keine ausreichend gleichmäßige Förderung des Düngers. In Zukunft sollten technische Lösungen angestrebt werden, die den Wert der ATF von $s < \pm 10\%$ sicher gewährleisten.

Bei den Messungen der Querverteilung, die als eigentlicher Maßstab für die Verteilgenauigkeit gilt, erfolgten die Prüfungen mit unterschiedlichen Aufwandmengen (Dosiereinstellungen).

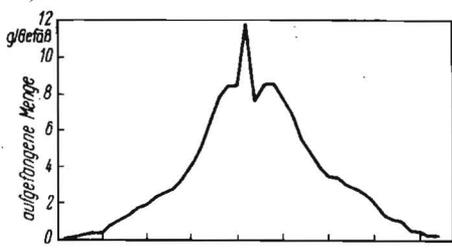


Bild 1. Abhängigkeit der Düngerverteilung von der Streubreite am Beispiel des Streubildes nach der Prüfschalenmethode

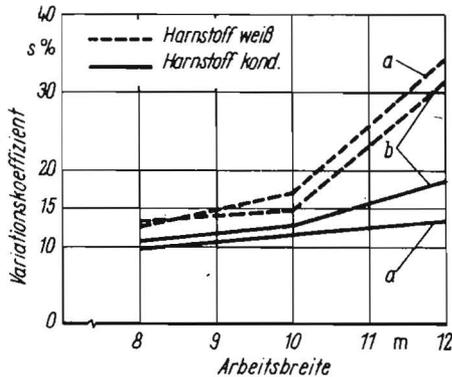


Bild 2. Abhängigkeit der Verteilgenauigkeit von der Arbeitsbreite; a mittlere Dosierung, b sämtliche Versuche

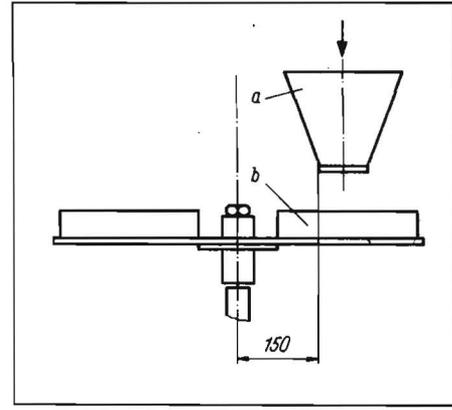


Bild 3. Einstellung der Aufgabetrichter beim D 032-N für die Applikation von Harnstoff; a Trichter, b Streuscheibe, links

Bei konditioniertem Harnstoff ergibt sich unter Prüfbedingungen als Mittelwert aus 18 Versuchen mit je 4 Wiederholungen (bezogen auf 10 m Arbeitsbreite) eine Verteilgenauigkeit von $s \pm 13,9\%$ (Tafel 3), wobei besonders die mittleren und höheren Dosierungen günstige Werte um $s \pm 11,0\%$ aufweisen, während die

niedrigen (minimalen) Dosierungen dagegen eine schlechtere Verteilung (um $s \pm 17\%$) zeigen. Beim unbehandelten Harnstoff läßt sich die gleiche Tendenz erkennen, jedoch ist die Streuungenauigkeit aufgrund des höheren Feinanteils durchschnittlich um $s \pm 4\%$ bis $s \pm 7\%$ größer als bei konditioniertem Harnstoff und erfüllt nur bei eingeschränkter Arbeitsbreiten die Qualitätsforderungen der Landwirtschaft (TGL 80-6472) von $s < \pm 15\%$.

Bezieht man die für verschiedene Arbeitsbreiten ermittelten Streuungenauigkeiten in die Beurteilung ein (Bild 2), so lassen sich die Grenzwerte für die Arbeitsbreiten ableiten, für die noch mit einer qualitätsgerechten Applikation gerechnet werden kann. Sie betragen für — Harnstoff mit niedrigem Feinanteil (konditioniert) 11 m — Harnstoff mit höherem Feinanteil (unbehandelt) 9 m.

Diese Grenzwerte sind von der Korngrößenzusammensetzung der jeweiligen Düngerperteilung abhängig, hauptsächlich aber von der Höhe des Anteils der Fraktion $< 1,00 \text{ mm}$ Teilchengröße. Da dieser Anteil u. a. je nach der Entnahmestelle im Düngerstapel (Schüttkegel) der zentralen Düngerlager erheblich schwanken kann, sind die bereits visuell erkennbaren Unterschiede der einzelnen Partien bei der Applikation zu berücksichtigen.

Um die vorgegebenen Arbeitsbreiten bei guter Streuungenauigkeit sicher zu realisieren, ist eine exakte Einstellung der Streuer unbedingt notwendig. Das betrifft neben der Drehzahl der Schleuderscheiben vor allem die Aufgabetrichter. Ihre Einstellung in Längsrichtung kann nach einer Skalenteilung der Traverse, an der sie befestigt sind, erfolgen. Nach der Bedienanleitung ist für Harnstoff die Einstellung 2 vorgeschrieben, die leicht gefunden werden kann. Demgegenüber ist die Einstellung in Querrichtung wesentlich schwieriger, da hierfür keine Einteilung vorhanden ist. Hier muß in jedem Einzelfall der seitliche Abstand von der Achse des Streutellers bis zur Kante des Trichters gemessen werden (Bild 3). Er soll bei der Applikation von Harnstoff 150 mm ($\pm 5 \text{ mm}$) betragen.

3. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Spezielle Untersuchungen im Jahr 1976 betrafen die Applikation des im VEB Stickstoffwerk Piesteritz produzierten Harnstoffs mit dem LKW-Schleuderstreuer D 032-N. Bei konditioniertem Harnstoff war gegenüber dem unbehandelten Produkt eine wesentliche Verbesserung der anwendungstechnischen Eigenschaften festzustellen. Eine qualitätsgerechte Applikation (Verteilgenauigkeit $s < \pm 15\%$) mit dem Streuaufsatz D 032-N ist bei richtiger Einstellung und Vorbereitung der Maschine

Fortsetzung auf Seite 52

Tafel 3. Messung der Querverteilung unter Prüfbedingungen (Arbeitsbreite 10 m)

Tafel 2. Messung der Längsverteilung

Düngemittel	Verteilgenauigkeit (Längsrichtung) in s %		
	linke Seite	rechte Seite	Mittelw.
Harnstoff unbehandelt	14,0	13,0	13,5
Harnstoff konditioniert	13,6	11,2	12,4

Düngemittel	Dosiereinstellung (Schieber)	Anzahl der Messungen ¹⁾	erfaßte Streumenge kg/ha	Verteilgenauigkeit s %
Harnstoff konditioniert	0	6	88,6	16,8
	2-5	6	116,4	11,3
	10	6	194,7	13,6
Harnstoff unbehandelt	0	2	108,6	20,5
	4,5	4	128,4	18,2
	12	1	260,6	11,0

1) mit je 4 Wiederholungen

Technologie der Lagerung und des Umschlags von Düngeharnstoff in der losen Kette durch die ACZ

Dr. G. Jänicke, Institut für Düngungsforschung Leipzig—Potsdam der AdL der DDR

Eine wichtige Zielsetzung der sozialistischen Intensivierung ist die umfassende Chemisierung der Pflanzenproduktion. Sie beinhaltet u. a. auch die weitere Entwicklung der Arbeitsprozesse der Mineraldüngung durch die agrochemischen Zentren (ACZ). Für Transport, Umschlag und Lagerung von Mineraldüngemitteln in den ACZ ist eine weitere zielgerichtete Rationalisierung der Verfahrensabschnitte zur schrittweisen Durchsetzung industriemäßiger Methoden erforderlich.

Die Schwerpunkte der Rationalisierung der Verfahrensgestaltung des Umschlags und der Lagerung in den zentralen Düngerlagern (ZDL) sind:

- Erhöhung der Leistungen beim Ein- und Auslagern
- volle Nutzung des Lagerraums der ZDL
- verlustlose Lagerung sowie qualitätsgerechte Aufbereitung des Mineraldüngers für die Applikation.

Bei allen Maßnahmen sind die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Verbesserung der Arbeitsbedingungen in den Mittelpunkt zu stellen und durch eine straffe Organisation und Leitung der Arbeitsprozesse eine Erhöhung der Verfahrenseffektivität insgesamt zu erreichen.

Ab 1977 wird der Anteil des Harnstoffs an den Stickstoffdüngemitteln über 50% betragen und in der losen Kette zum Einsatz kommen. Eine auf der losen Kette basierende Technologie der Mineraldüngung bildet die günstigste Voraussetzung für eine industriemäßige Verfahrensgestaltung, da sie rationell mit leistungsfähigen Maschinenketten komplex zu mechanisieren ist und die Kosten für die Verpackung entfallen. Mit der Einordnung des Harnstoffs wird die lose Kette der Mineraldüngung für die ACZ voll wirksam.

Einordnung des Harnstoffs

Für die Gestaltung der Transport-, Umschlag- und Lagerungsprozesse (TUL-Prozesse) sowie der Ausbringung sind die produktspezifischen

anwendungstechnischen Eigenschaften des Harnstoffs bei der technologischen Einordnung zu berücksichtigen:

- Der Vorteil des hohen Nährstoffgehalts von 46,3% Stickstoff wird hinsichtlich der technologischen Auswirkung für Transport und Lagerung durch die niedrige Schüttdichte von $0,7 \text{ t/m}^3$ und den niedrigen Schüttwinkel von 24 bis 26° überwiegend wieder ausgeglichen (es sind LKW-Aufbauten mit entsprechendem Ladevolumen einzusetzen).
- Die gute Fließfähigkeit (senkt Leistung bei steiler Förderung), die niedrige mechanische Festigkeit der Prills (erfordert schonende Gestaltung der Umschlagarbeiten) und die produktspezifische Hygroskopizität (Vermeidung der Vermischung mit Superphosphat und nitrathaltigem Dünger) sind bei Umschlag und Lagerung entsprechend zu berücksichtigen.
- Ein niedriger Anteil an Staub bzw. Feinkorn (Fraktion $< 1 \text{ mm}$) ist für Umschlag (Staubbelastung der Werktätigen) und Applikation (Streuqualität) wichtig. Der produktspezifische Wassergehalt (bis 0,3%) darf im ACZ nicht erhöht werden. Deshalb ist eine witterungsgeschützte Ein- und Auslagerung erforderlich.
- Der Harnstoff wird den ACZ zunehmend in konditionierter Form ausgeliefert, wodurch die Freifließbarkeit während der Lagerung weitgehend gewährleistet wird. Für die gesamten TUL-Prozesse ist wichtig, daß reine Partien konditionierten Harnstoffs zur Einlagerung kommen, weil sonst die Auslagerungskette auf den Anteil nicht-konditionierten Harnstoffs auszuliegen ist. Nach den bisherigen Erfahrungen sind die Leistungen dabei geringer, auch bei der Applikation wirkt sich das ungünstig aus.

Mineraldüngertransport zu den ACZ

Der Mineraldüngertransport von der Industrie zu den ZDL erfolgt vorrangig auf dem

Schienenweg und hat aus landwirtschaftlicher Sicht zu gewährleisten, daß die anwendungstechnischen Eigenschaften der Düngemittel voll erhalten bleiben, Gutvermengungen und Transportverluste ausgeschlossen werden und eine leistungsfähige mechanisierte Entladung möglich ist.

Durch die Landwirtschaft ist zu sichern, daß eine kontinuierliche Abnahme des Mineraldüngers durch die ZDL in möglichst großen Zuggruppen erfolgt, um eine rationelle Nutzung der Transportkapazität auf der Grundlage zentraler Versand- und Transportoptimierungen zu erzielen. Für den Transport von freifließendem Dünger und vor allem auch von Harnstoff haben sich die Tds-Selbstentladungswaggons ausgezeichnet bewährt. Transportverluste sind praktisch ausgeschlossen, da die Behälterwagen keine Rieselverluste zulassen und einen vollen Witterungsschutz gewährleisten sowie die Vorzüge der losen Mineraldüngerkette voll genutzt werden.

Der lose Harnstoff wird nach Möglichkeit ausnahmslos in Tds-Waggons, die vom VEB Stickstoffwerk Piesteritz gemietet wurden, zu den ACZ transportiert, so daß Gutvermengungen ausgeschlossen sind und typenreine Zuggruppen in den ACZ entladen werden können.

Der Transport von Harnstoff in G-(geschlossenen)Waggons erfordert ein teilweises Abdichten der Waggons mit Papp- oder Folienmaterial, um Rieselverluste zu verhindern. Wichtig ist, bereits bei der Entladung diese Materialien durch in die Förderstrecke eingeordnete Siebe mit 100 mm Maschenweite auszusortieren.

Für die ZDL ohne Gleisanschluß sowie für werknahe ACZ erfolgt der Antransport des Harnstoffs mit Straßentransportfahrzeugen. Die Erfordernisse des Umweltschutzes, die Vermeidung von Transportverlusten und die Auslastung des Transportraums sind dabei von den ACZ zu beachten.

Mineraldüngerumschlag in den ZDL

Bei der Ein- und Auslagerung sowie Aufbereitung von gekörntem Mineraldünger bestehen die Aufgaben, bei hohen Leistungen die Produkteigenschaften zu erhalten und durch geringe Staubentwicklung günstige Arbeitsbedingungen zu schaffen. Die Umschlagverfahren werden durch den Typ des ZDL und durch die eingesetzten Mechanisierungsmittel bestimmt. Die gegenwärtigen erreichten durchschnittlichen Leistungen betragen bei der Einlagerung 30 bis $40 \text{ m}^3/\text{h}$ und bei der Auslagerung 25 bis $35 \text{ m}^3/\text{h}$ (T_{05}). Durch Rationalisierungsmaßnahmen und Vervollständigen der Mechanisierung sollen bis zum Jahr 1980 Leistungen von 60 bis $80 \text{ m}^3/\text{h}$ (T_{05}) bei entsprechender Steigerung der Arbeitsproduktivität erzielt werden.

Leistungsbestimmend für die Maschinenkette der Einlagerung ist die Entladung der Waggons. Für den Düngerabzug vom Tds-Waggon hat sich die gleichzeitige Entladung aus beiden Trichtern bewährt. So werden zum Beispiel mit zwei Gurtbandförderern (3 bis 6 m) vom Typ Calbe,

Fortsetzung von Seite 51

technisch-funktionell gewährleistet. Folgende Größen sind regelmäßig zu kontrollieren:

- Dosiergenauigkeit (Einhaltung der Aufwandmenge)
- Drehzahl der Schleuderscheiben (900 bis 1000 U/min)
- gleichmäßiges Streubild nach der Prüfschalenmethode [1].

Am Streuaufsatz D 032-N der gegenwärtigen Produktion sind zur weiteren Qualitätsverbesserung bei der Applikation einige technisch-konstruktive Verbesserungen notwendig:

- Gewährleistung der Minimaldosierung von 50 kg/ha
- einfache Dosierkontrolle
- verbesserte Einstellbarkeit der Aufgabebetrichter

- Ausrüstung mit Behälterabdecksieb $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$
- Hektarzähler
- Verbesserung der Längsverteilung.

Literatur

- [1] Heymann, W.: Methodische Anleitung zur Ermittlung der Streugenauigkeit (Arbeitsqualität) bei Düngerstreuern. Empfehlungen für die Praxis. Markkleeberg: agra-Buch 1975. A 1531