

Tafel 3. Aufwand und Leistung des Düngerstreuers RCW-3H in T_{05} im Hangneigungsbe- reich von 30 bis 45 % ($v_f = 4$ km/h; $AB = 10$ m)

| Teilzeit | Aufwandmenge | | |
|-----------------------|-------------------|-----------|-------------|
| | 100 kg/ha | 900 kg/ha | 1 000 kg/ha |
| | Aufwand in min/ha | | |
| T_1 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| T_{21} | 0,39 | 0,36 | 0,30 |
| T_{22} | 0,18 | 0,53 | 1,75 |
| T_{23} | 0,30 | 0,90 | 3,00 |
| T_{02} | 15,87 | 16,79 | 20,05 |
| T_{31} | 0,94 | 1,00 | 1,20 |
| $T_{41} \dots T_{42}$ | — | — | — |
| T_{51} | 0,79 | 0,84 | 1,00 |
| T_{05} | 17,60 | 18,63 | 22,25 |
| | Leistung in ha/h | | |
| T_1 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| T_{02} | 3,79 | 3,57 | 2,99 |
| T_{05} | 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_{05}) 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_{05} . 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_{05} für die Mineraldüngung in Abhängigkeit von Hangneigung 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 zusammengestellt. 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 verwendet. 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 wes- 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.

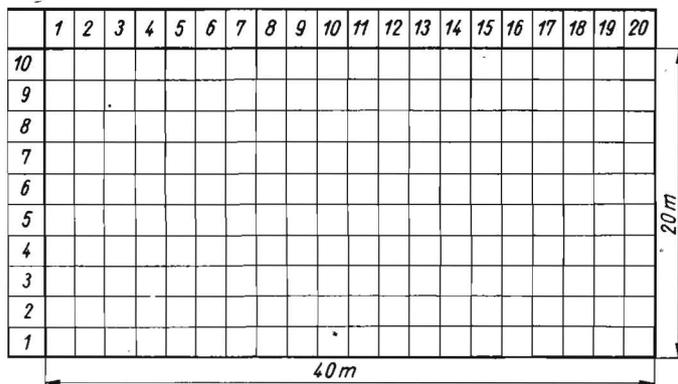
Aufgrund der bei dieser Methode auftre- tenden Probleme konnten in vielen Fällen keine signifikanten Ergebnisse (Differen- zen) erreicht, sondern nur Trendaussagen abgeleitet werden.

– 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-



Tafel 1. Bestimmtheitsmaße der Beziehungen von N-Menge, Variationskoeffizient und Masseverteilungszahl (MVZ) zu den Ertragsverlusten bei ungleichmäßiger N-Düngung

| Regressionsanalyse für | B-Werte der Beziehungen zu den Ertragsverlusten bei | | |
|------------------------|---|-------------------------|-------|
| | N-Menge | Variationskoeffizient V | MVZ |
| Gesamtversuche | 0,284 | 0,337 | 1,000 |
| 0 ... 50 kg/ha | 0,483 | 0,413 | 1,000 |
| 50 ... 100 kg/ha | 0,687 | 0,995 | 1,000 |
| 100 ... 200 kg/ha | 0,339 | 0,981 | 1,000 |

Bild 1. Schematische Darstellung einer Versuchsfläche zur experimentellen Ermittlung der Düngerverteilung auf Flächen

entwicklung der Applikationstechnik, Erhöhung des Ertragsniveaus bei Getreide u. a. Diese Veränderungen sowie bestimmte methodische Aspekte machten es erforderlich, die Zusammenhänge zwischen der Verteilgenauigkeit von N-Dünger und dem Pflanzenenertrag unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Stands der Produktionsbedingungen erneut zu untersuchen.

2. Arbeitsmethodik

Grundlage der eigenen Untersuchungen bildete die Ermittlung der Düngerverteilung auf Versuchsflächen von $40\text{ m} \times 20\text{ m} = 800\text{ m}^2$ in praktischen Streuverfahren mit dem Agrarflugzeug PZL-106 A. Diese Methode wurde gewählt, weil aus bisherigen Versuchen nachweisbar ist, daß die Übertragung von einzelnen Stichprobenmessungen (Ermittlung sog. „typischer Streubilder“) auf ganze Flächen mit erheblichen Fehlern behaftet ist. Für den Pflanzenenertrag ist aber die tatsächliche Düngerverteilung auf der jeweiligen Fläche (Schlag) entscheidend. Als Versuchsdünger wurde Harnstoff mit einer niedrigen (rd. 100 kg/ha) und einer hohen (300 bis 400 kg/ha) Ausbringmenge verwendet. Die Versuchsflächen (Bild 1) waren in 10 Quer- und 20 Längsreihen mit gleichmäßigem Meßgefäßabstand eingeteilt, so daß mit 200 Einzelmessungen je Versuchsfläche die Verteilungsstruktur des Düngers sicher bestimmt werden konnte. Für die mathematisch-statistische Auswertung der Flächenverteilungen wurde im Institut für Düngungsforschung ein spezielles Rechenprogramm für den Kleinrechner KR 4200 entwickelt [7]. Damit war es möglich, sowohl die entsprechenden statistischen Maßzahlen der Streuungenauigkeit als auch die einzelnen Teilerträge für verschiedene Fruchtarten sowie die Gesamterträge je Fläche zu berechnen. Hierfür wurden die neuesten Produktionsfunktionen für 7 verschiedene Fruchtarten und 4 Standortgruppen genutzt, die aus langjährigen Großflächenstreuversuchen in fortgeschrittenen sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben der DDR gewonnen und im Institut für Düngungsforschung berechnet worden sind [3].

Die Bestimmung der quantitativen Beziehungen zwischen den experimentell ermittelten Streuungenauigkeiten und den Flächenenerträgen (Ertragsverluste in dt/ha) erfolgte mit Hilfe der Regressionsanalyse, wobei Polynome 2. Grades die beste Anpassung ergaben.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Eignung von Maßzahlen

Bei der mathematisch-statistischen Auswertung der Verteilungsmessungen wurden als Kriterien der Streuungenauigkeit neben dem allgemein eingeführten Variationskoeffizienten V in % noch folgende weitere Maßzahlen berechnet:

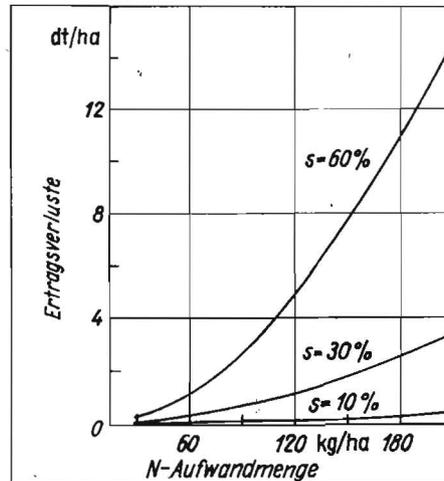


Bild 2. Auswirkungen steigender N-Gaben bei unterschiedlicher Streuungenauigkeit (s in %) auf die Höhe der Ertragsverluste bei Getreide (Wintergerste, Standort D-Nord, AZ 40 bis 50)

– Variationsbreite A
 – mittlere (lineare) relative Abweichung vom Mittelwert E
 – maximale relative Abweichung vom Mittelwert M
 – Ungleichmäßigkeitszahl R nach Burema [4].

Bei Herstellung der Beziehungen zum Pflanzenenertrag läßt sich eindeutig nachweisen, daß der Variationskoeffizient V die engsten Beziehungen zu den auftretenden Ertragsverlusten aufweist und demzufolge die am besten geeignete Maßzahl zur Charakterisierung der Streuungenauigkeit darstellt [5]. Diese Aussage trifft jedoch nur zu, wenn sie auf eine bestimmte N-Aufwandmenge bezogen wird. Aus Bild 2 geht hervor, daß die Wirkungsintensität einer beliebigen Streuungenauigkeit V mit steigender N-Aufwandmenge progressiv zunimmt, d. h., daß sie di-

rekt von der jeweiligen Höhe der N-Gabe abhängig ist. Um diese Tatsache zu berücksichtigen, wurde eine neue Maßzahl, die sog. Masseverteilungszahl (MVZ), eingeführt:

$$MVZ = \frac{N \cdot V}{100}$$

N Stickstoff-Gabe in kg/ha
 V Variationskoeffizient in %.

Zwischen der MVZ und den auftretenden Ertragsverlusten besteht ein funktioneller Zusammenhang von $B = 1,000$ (Tafel 1). Bei der weiteren Darstellung der Ergebnisse wird deshalb diese Maßzahl anstelle des Variationskoeffizienten verwendet, weil sie die jeweilige Höhe der N-Gabe mit berücksichtigt und somit beide entscheidenden Faktoren in einer Maßzahl vereinigt.

Geht man von den derzeit verbindlichen Qualitätsgrenzwerten für die Applikation mit Bodentechnik von $V \leq 15\%$ und mit Agrarflugzeugen von $V \leq 20\%$ aus, so bestehen zwischen gleichgroßen MVZ-Werten und dem Variationskoeffizienten V die in Tafel 2 angegebenen Beziehungen, abhängig von der N-Aufwandmenge.

3.2. Beziehungen zwischen

Streuungenauigkeit und Pflanzenenertrag

Der Pflanzenenertrag wird von der Stickstoffdüngung her durch die Höhe der verabreichten N-Menge bestimmt. Das gilt sowohl für eine Gesamtfläche (Schlag) als auch für beliebige Teilflächen. Durch die ertragsanalytische Auswertung der durchgeführten Streuverfahren in Form von Flächenverteilungen ließ sich nachweisen, daß die Ertragsauswirkungen ungleichmäßigen Düngerstreuens auf einer Fläche insgesamt der Summe aller Einzelerträge bzw. Ertragsverluste der untersuchten Teilflächen entsprechen. Diese ergeben sich aus den örtlichen N-Mengendifferenzen zu dem N-Sollwert für die Fläche. Die Höhe der durch Streufehler hervorgerufenen Ertragsverluste ist demzufolge von der Größe der Standardabweichung, bezogen auf den Mittelwert der Gesamtfläche (V_{ges}), abhängig. Die sog. „Streuungenauigkeit“ ist somit ein reines Mengenverteilungsproblem.

Die Auswirkungen einer unterschiedlichen Streuungenauigkeit des N-Düngers auf die

Tafel 2
 Beziehungen zwischen der Masseverteilungszahl (MVZ) und dem Variationskoeffizienten V in Abhängigkeit von der N-Aufwandmenge

| MVZ | Variationskoeffizient V in % bei einer N-Aufwandmenge in kg/ha | | | | |
|-----|---|----|-----|-----|-----|
| | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| 15 | 30 | 20 | 15 | 10 | 7,5 |
| 20 | 40 | 27 | 20 | 13 | 10 |

Die MVZ ist mit dem Variationskoeffizienten V bei einem N-Aufwand von 100 kg/ha identisch.

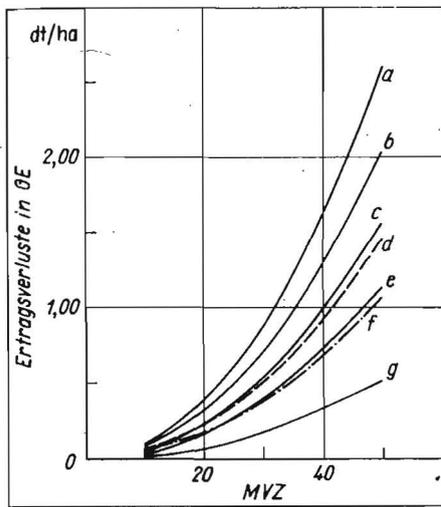


Bild 3. Mittlere Ertragsverluste der geprüften Fruchtarten durch Streuungenauigkeit bei der N-Düngung; a Kartoffeln, b Wintergerste, c Winterweizen, d Silomais, e Winterroggen, f Zuckerrüben, g Ackergras

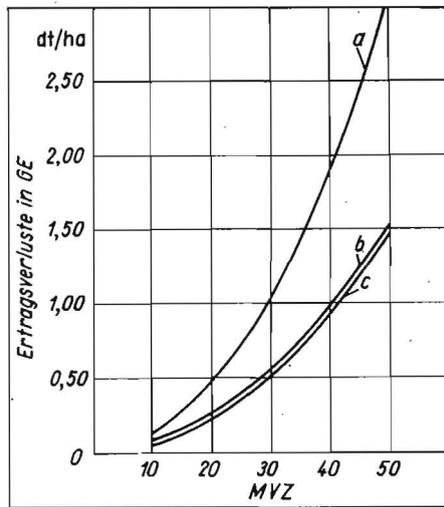


Bild 5. Mittlere Reaktion der untersuchten Standorte auf die Streuungenauigkeit bei der N-Düngung von Hackfrüchten (Kartoffeln, Zuckerrüben und Silomais); a D-Standorte, b V-Standorte (ohne Kartoffeln), c Schwarzerde (ohne Silomais)

Ertragsverluste wurden bei den Fruchtarten Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Zuckerrüben, Kartoffeln, Silomais und Ackergras im allg. für die Standortgruppen D, V, Lö und Schwarzerde bestimmt [6]. Aus Tafel 3 gehen die mittleren Ertragsverluste hervor, die bei Ausschaltung der Standortunter-

schiede aus dem umfangreichen Datenmaterial (rd. 60 000 Versuchswerte) mathematisch-statistisch ermittelt wurden. Daraus leitet sich die Rangordnung nach abnehmender Empfindlichkeit gegenüber der Streuungenauigkeit ab (Bild 3). Die Kartoffel steht somit noch vor den Getreidearten an der Spitze

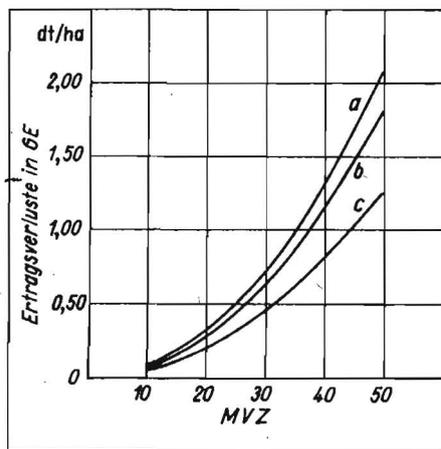


Bild 4. Mittlere Reaktion der untersuchten Standorte auf die Streuungenauigkeit bei der N-Düngung von Getreide (Winterweizen und Wintergerste); a D- und V-Standorte, b Lö-Standorte, c Schwarzerde

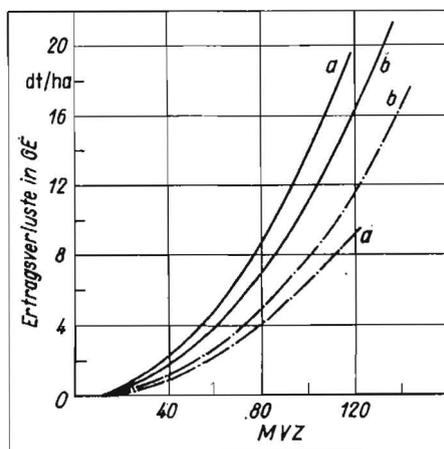


Bild 6. Ertragsverluste durch Streuungenauigkeit in der N-Düngung bei perspektivischem Ertragsniveau im Vergleich zu jetzigen Bedingungen; a Winterweizen, b Zuckerrüben
- - - - - jetzige Bedingungen (Zuckerrüben: D-Standorte, Winterweizen: Lö-L-Standorte)

Tafel 3. Mittlere Ertragsverluste infolge ungleichmäßiger Verteilung des N-Düngers bei verschiedenen Fruchtarten, bezogen auf gleichmäßige Düngerverteilung

| MVZ | Ertragsverluste (GE in dt/ha) bei | | | | | |
|-----|-----------------------------------|--------------|------------|------------------------------|----------|-----------|
| | Winterweizen | Wintergerste | Kartoffeln | Zuckerrüben und Winterroggen | Silomais | Ackergras |
| 10 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,03 |
| 20 | 0,25 | 0,32 | 0,39 | 0,19 | 0,23 | 0,08 |
| 30 | 0,55 | 0,72 | 0,88 | 0,39 | 0,51 | 0,18 |
| 40 | 0,99 | 1,29 | 1,58 | 0,69 | 0,93 | 0,33 |
| 50 | 1,55 | 2,03 | 2,50 | 1,08 | 1,46 | 0,52 |
| 80 | 3,99 | 5,27 | 6,47 | 3,06 | 3,80 | 1,34 |

Tafel 4. Standortdifferenzierte Ertragsverluste (GE in dt/ha) bei ungleichmäßiger Verteilung des Stickstoffdüngers

| MVZ | Winterweizen Standort Schwarzerde | | Wintergerste Standort | | Zuckerrüben Standort | |
|-----|-----------------------------------|------|-----------------------|------|----------------------|------|
| | a | b | V | D | a | b |
| 10 | 0,02 | 0,09 | 0,10 | 0,08 | 0,01 | 0,10 |
| 20 | 0,08 | 0,36 | 0,30 | 0,34 | 0,02 | 0,30 |
| 30 | 0,18 | 0,80 | 0,66 | 0,77 | 0,04 | 0,66 |
| 40 | 0,33 | 1,42 | 1,19 | 1,38 | 0,08 | 1,19 |
| 50 | 0,51 | 2,22 | 1,87 | 2,18 | 0,12 | 1,87 |
| 80 | 1,33 | 5,67 | 4,89 | 5,66 | 1,26 | 4,89 |

a niedrigste Ertragsverluste, b höchste Ertragsverluste

und reagiert mit den vergleichsweise höchsten Ertragsverlusten auf zunehmende Streuungenauigkeit bei der N-Düngung. Beim Getreide erweist sich die Wintergerste vor dem Winterweizen als empfindlichste Fruchtart.

Das Ackergras bildet den Schluß dieser Reihe, zeigt also die geringste Reaktion. Bei einer entsprechenden Differenzierung des Materials ergeben sich bei den untersuchten Fruchtarten überwiegend signifikante Unterschiede zwischen den geprüften Standorten (Bilder 4 und 5). D- und V-Standorte reagieren i. allg. mit höheren Ertragsverlusten als die besseren Böden. Die geringste Empfindlichkeit gegenüber Düngungsfehlern zeigt die Schwarzerde. Als Beispiel dafür sind in Tafel 4 für drei Fruchtarten jeweils die standortbedingt niedrigsten und höchsten Ertragsverluste angeführt. Während bei Wintergerste nur geringe Differenzen auftreten, d. h., daß auf allen Standorten mit etwa gleich hohen Verlusten zu rechnen ist, betragen die Unterschiede bei den übrigen Fruchtarten bis über das Vierfache.

Um den Einfluß des Ertragsniveaus auf die quantitativen Beziehungen zwischen Streuungenauigkeit und Ertragsverlusten im Hinblick auf die weitere Entwicklung in der Pflanzenproduktion der DDR einschätzen zu können, wurden entsprechende Berechnungen mit theoretischen Produktionsfunktionen für Winterweizen und Zuckerrüben bei einem unterstellten perspektivischen Ertragsniveau unter optimalen Bedingungen von 80 bis 85 dt/ha bzw. 550 bis 600 dt/ha durchgeführt. Daraus läßt sich ableiten, daß bei gleicher Streuungenauigkeit mit größer werdenden Ertragsverlusten zu rechnen ist (Bild 6) bzw. eine höhere Streuungenauigkeit gefordert werden muß, wenn gleiche Verlustgrenzen nicht überschritten werden sollen.

4. Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen haben einerseits die Bedeutung des Variationskoeffizienten für die Charakterisierung der Ungleichmäßigkeit der Düngerverteilung verdeutlicht, andererseits aber nachgewiesen, daß diese statistische Maßzahl für sich allein den Zusammenhang mit dem Pflanzenertrag nur unvollständig widerspiegelt. Eine funktionelle Beziehung zum Pflanzenertrag bzw. zu den Ertragsverlusten besteht nur bei Einbeziehung der Höhe der N-Gabe. Die neuentwickelte MVZ entspricht dieser Erkenntnis. Sie sollte deshalb als pflanzenbaulich-technologischer Maßstab der Verteilgenauigkeit des Düngers an die Stelle des jetzigen Variationskoeffizienten treten.

Aus dem Dargelegten ergibt sich, daß unter

der MVZ jeweils die Verteilgenauigkeit einer bestimmten Düngermenge auf dem Acker bzw. im Pflanzenbestand zu verstehen ist. Für die Sicherung eines bestimmten Ertrags ist letztlich nur dieser Zustand von Bedeutung. Er hängt aber, wie bekannt, neben der technisch-konstruktiven Eignung der Maschine noch von einer Reihe anderer Einflußfaktoren, wie Düngerbeschaffenheit, Wind, Oberflächengestalt des Feldes, Einhaltung des Fahrspurabstands u. a., ab. Bei der Festlegung künftiger Grenzwerte für die zulässige Streuungenauigkeit ist deshalb zwischen pflanzenbaulich-technologischen und maschinentechnisch-konstruktiven Anforderungen zu unterscheiden und zu trennen. Letztere sind aus den pflanzenbaulichen Erfordernissen abzuleiten und so auszulegen, daß die pflanzenbaulichen Grenzwerte im praktischen Einsatz auf dem Feld – bei Berücksichtigung der anderen einwirkenden Faktoren – eingehalten werden können.

5. Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Versuchen zur Flächenverteilung von N-Dünger sowie neuesten Produktionsfunktionen aus Großflächenstreuversuchen wurden die Beziehungen zwischen Streuungenauigkeit und Er-

tragsverlusten an 7 Fruchtarten und 4 Standorten für die Bedingungen der DDR untersucht.

Zwischen der neuentwickelten Masseverteilungszahl (MVZ) und dem Pflanzenertrag besteht ein funktioneller Zusammenhang. Die Höhe der durch Streufehler hervorgerufenen Ertragsverluste auf einer Fläche ist abhängig von der Größe der Standardabweichung, bezogen auf den Mittelwert der Gesamtfläche (V_{ges}). Die untersuchten Fruchtarten reagieren in unterschiedlicher Intensitätsrangordnung auf Streufehler. Durchschnittlich treten auf D- und V-Standorten höhere Ertragsverluste als auf besseren Böden auf. Die geringste Empfindlichkeit gegenüber Düngungsfehlern zeigen die Schwarzerden. Andererseits führt ein höheres Ertragsniveau bei gleicher Streuungenauigkeit i. allg. auch zu höheren absoluten Ertragsverlusten.

Literatur

- [1] Zschuppe, H.: Untersuchungen über den Einfluß der Streuungenauigkeit von Düngerstreuern auf den Pflanzenertrag. Archiv Landtechnik, Berlin 7 (1968) S. 111–120.
- [2] Zimmermann, R.: Wirkung einer ungleichmäßigen Düngerverteilung auf den Getreideertrag. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften

der DDR, Tagungsbericht Nr. 122 (1973), S. 61–66.

- [3] Ansorge, H.; Görlitz, H.; Schnee, M.: Überarbeitung des EDV-Projektes „Düngung“ unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Düngerrückstände. Institut für Düngungsforschung Leipzig–Potsdam, Forschungsabschlußbericht 1983.
- [4] Burema, H. J.: Evenness of Spread of Spinner Broadcasters (Streuungenauigkeit von Schleuderstreuern). Institut of Agricultural Engineering and Rationalization Wageningen, Research Report I 1970.
- [5] Heymann, W.; Jäschke, H.; Kämpfe, K.: Vergleichende Bewertung von Maßzahlen zur Beurteilung der Streuungenauigkeit von Mineraldüngerstreuern. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 28 (1984) 5.
- [6] Heymann, W.: Quantifizierung der Beziehungen zwischen der Streuungenauigkeit bei der Stickstoffdüngung und dem Pflanzenertrag. In: Ermittlung und Begründung von Anforderungen an die Arbeitsqualität und die Leistungsparameter von Düngerstreuern sowie an die physikalischen Eigenschaften von Mineraldüngern. Institut für Düngungsforschung Leipzig–Potsdam, Forschungsabschlußbericht 1983.
- [7] Ernst, H.: Programm zur Berechnung ausgewählter Maßzahlen sowie zur Ermittlung der Ertragsverluste auf der Grundlage von Produktionsfunktionen ... Institut für Düngungsforschung Leipzig–Potsdam 1983 (unveröffentlicht). A 4012

Prüfanlagen zur Messung der Streuungenauigkeit von Mineraldüngerstreuern und Applikationsanlagen von Agrarluftfahrzeugen

Dr. H. Jäschke, KDT/Dr. sc. K. Kämpfe/Dr. sc. W. Heymann
Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR, Bereich Leipzig

1. Methodischer Überblick zur Messung der Streuungenauigkeit

Zur Erzielung hoher Pflanzenerträge bei gleichzeitig guter Qualität der Ernteprodukte ist eine optimale Versorgung der Pflanzenbestände mit Mineraldüngern eine wesentliche Voraussetzung. Dazu ist eine gleichmäßige Verteilung der auszubringenden Mineraldüngermenge erforderlich. Jede Teilfläche einer zu düngenden Gesamtfläche muß mit der gleichen Düngermenge versorgt werden. Die aus acker- und pflanzenbaulichen Gründen zulässigen Abweichungen liegen in engen Grenzen und sind in einem Standard verbindlich festgelegt. Bereits geringe Abweichungen von der geforderten Streuungenauigkeit führen zu Ertragsausfällen bzw. Mindererträgen [1].

Als entscheidende Kenngröße für die Qualität eines Mineraldüngerstreuers ist die Streuungenauigkeit bei der Ausbringung anzusehen. Das Gütemaß für die Streuungenauigkeit ist in der DDR und weitgehend auch international der Variationskoeffizient, ermittelt aus der gemessenen Düngerverteilung über die Arbeitsbreite des Mineraldüngerstreuers.

Die Messung der Streuungenauigkeit verlangt die exakte Erfassung der auf definierte Prüfflächen gefallenen Mineraldüngerteilchen mit entsprechenden Wiederholungen zur Mittelwertbildung und Streuungsberechnung. Sowohl für die Messung der Streuungenauigkeit von Bodengeräten als auch von Agrarluftfahrzeugen zur Applikation von Mineraldünger werden gefordert:

- Erfassung der applizierten Düngermengen über die gesamte Streubreite
- Mehrfachanordnung der Meßreihen
- Größe der Auffanggefäße
500 mm × 500 mm.

Zur exakten und reproduzierbaren Bestimmung der Streuungenauigkeit sind daher stationäre Prüfanlagen erforderlich, die gleichzeitig eine rationelle Durchführung der Messungen gestatten. Über eine Prüfanlage für Bodenmaschinen älteren Typs wurde bereits berichtet [2].

2. Prüfanlage zur Messung der Streuungenauigkeit von Mineraldüngerstreuern

Die Prüfanlage zur Messung der Streuungenauigkeit von Mineraldüngerstreuern wurde auf einer betonierte Fläche von 90 m × 90 m aufgebaut (Bild 1). Zwei unabhängig voneinander einsetzbare Meßbahnen 1 und 2, die rechtwinklig zueinander angelegt sind, mit je vier Meßreihen A bis D und bis zu 66 Prüfschalen je Reihe (\triangleq 33 m), ermöglichen die lückenlose Erfassung der Streumengen (Bild 2). Um die Düngermengen in den Radschalen der Fahrbahn aufzunehmen, erfolgt eine Unterfluranordnung der mittleren Prüfschalen (Bild 3) in durch befahrbare Roste abgedeckten Kanälen. Nach der Überfahrt des Mineraldüngerstreuers werden die Prüfschalen gruppenweise hydraulisch angehoben (Bild 4) und der Schaleninhalt in Meßröhrchen, die sich am Schalenauflauf befinden, aufgefangen. Nach Austausch der gefüllten Ge-

fäße, die zur weiteren Auswertung gelangen, kann die nächste Messung erfolgen.

Durch die Verfügbarkeit zweier um 90° versetzter Meßbahnen kann der Windeinfluß auf die Streuungenauigkeit besser beherrscht und speziell die Windrichtungsabhängigkeit geprüft werden. Eine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitig erheblich verbesserten Arbeitsbedingungen wurde mit dieser Anlage erreicht.

Zur Verhinderung von Umweltbelastungen durch Mineraldünger ist die gesamte Prüfanlage auf wasserundurchlässigem Untergrund aufgebaut. Der bei der Messung nicht in die Schalen fallende Dünger kann mechanisch wieder aufgenommen werden. Durch eine zentrale Entwässerung der Anlage mit abflußlosem Speicherbecken für das Abwasser ist eine Reinigung möglich, ohne das Grundwasser zu belasten. Die gespeicherte Düngergelösung wird gezielt auf den Feldern zur Düngung genutzt.

3. Prüfanlage zur Messung der Streuungenauigkeit der Applikationsanlagen von Agrarluftfahrzeugen

Die Prüfanlage zur Messung der Streuungenauigkeit von Agrarluftfahrzeugen (Agrarflugzeuge und -hubschrauber) wurde auf einer betonierte Fläche von 100 m × 150 m installiert (Bild 5). An einem zentralen Rohrträger (Länge 80 m) sind beidseitig Auffanggefäße angeordnet (Bild 6). Der Träger ist mittig drehbar gelagert. Über elektrisch angetriebene Fahrwerke an den Trägerrändern kann