

Anforderungen an zukünftige Verfahren der Applikation von Mineraldüngern

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

Das erreichte Niveau des Mineraldüngereinsatzes in der Pflanzenproduktion der DDR erfordert sowohl eine disziplinierte Einhaltung der optimalen agrotechnischen Anwendungszeitplänen als auch eine weitere Verbesserung der Arbeitsqualität bei der Düngerapplikation, vor allem bei Stickstoffdüngern. Die Applikationsverfahren sind ferner so zu entwickeln, daß eine ausreichende Nährstoffversorgung aller Fruchtarten in den für eine hohe Ertragsbildung entscheidenden Entwicklungsstadien gewährleistet wird.

Daraus ergeben sich an die zukünftigen Verfahren der Applikation von Mineraldüngern und besonders an deren leistungsbestimmende Maschinen wesentliche Anforderungen in folgenden drei Hauptrichtungen:

- bedeutende Erhöhung der Flächenleistung
- Eignung für den Einsatz in höheren Pflanzenbeständen und Reihenkulturen
- sichere Einhaltung einer hohen Arbeitsqualität unter allen Einsatzbedingungen.

1. Erhöhung der Flächenleistung

Die Flächenleistung von Applikationsmaschinen der Düngung wird im wesentlichen durch folgende technologische Faktoren beeinflusst:

- Nutzmasse des Streufahrzeugs Q_s (bei Luftfahrzeugen Q_f)
- erforderliche Düngeraufwandmenge Q in kg/ha
- nutzbare Arbeitsbreite des Streuers b
- Arbeitsgeschwindigkeit v
- Feldgröße bzw. Feldlänge L
- Transportentfernung des Düngers a
- Belade- bzw. Versorgungszeit der Streufahrzeuge T_v .

Um die absolute und relative Größe der Effektivitätsbeeinflussung jedes einzelnen Faktors zu ermitteln, wurden auf der Grundlage technologischer Untersuchungen mit Düngerstreuern der DDR sowie mit dem Agrarflugzeug Z-37 aus der ČSSR Modellkalkulationen durchgeführt. Im Rahmen der gegenwärtig bzw. in naher Zukunft gegebenen Möglichkeiten wurden die einzelnen Effektivitätsbestimmenden Einflußfaktoren variiert und die damit erreichbare Veränderung der Flächenleistung (Streuleistung) in der Operativzeit T_{02} bestimmt. Nach anschließender Berechnung von Polynom-Regressionen für die Ergebnisreihen

konnten daraus die relativen Wirkungsanteile der einzelnen Faktoren abgeleitet werden. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen (Tafel 1):

- Sowohl das Wirkungs-niveau als auch die Relationen der Einflußstärke der untersuchten technologischen Faktoren sind bei Bodenmaschinen und Agrarflugzeugen unterschiedlich.
- Bei Bodenmaschinen hat die Arbeitsbreite, unmittelbar gefolgt von der Arbeitsgeschwindigkeit, den mit Abstand stärksten Einfluß auf die erzielbare Streuleistung. Beide Faktoren bestimmen zusammen rd. 60% des Leistungspotentials. Mit rd. 18% haben Veränderungen der Transportentfernung den drittstärksten Einfluß auf die Effektivität, während die Höhe der Düngeraufwandmenge und die Größe des Streufahrzeugs mit 7 bis 9% einen deutlich geringeren Wirkungsanteil aufweisen. Demgegenüber spielen die Versorgungszeit der Streufahrzeuge und die Feldlänge nur eine untergeordnete Rolle (Bild 1).
- Bei Agrarflugzeugen wird die Effektivität eindeutig an erster Stelle durch die Höhe der Düngeraufwandmenge (Wirkungsanteil rd. 33%) bestimmt. Den nächststärksten Einfluß übt die Transport- oder Anfluggentfernung zum Feld (17,6%) aus, es folgen mit je rd. 14% fast gleichrangig die Höhe der Nutzmasse des Flugzeugs und die Arbeitsbreite. Im Gegensatz zu Bodenmaschinen übt die Veränderung der Arbeitsgeschwindigkeit nur einen unbedeutenden Einfluß auf die Streuleistung aus und nimmt hier die letzte Position ein (Bild 2).

Klammert man bei einer Gesamtbetrachtung die Düngeraufwandmenge als landwirtschaftlich vorgegebene Größe aus, dann ergeben sich für die künftige Verfahrensgestaltung der Applikation in bezug auf die Leistungssteigerung folgende Anforderungen:

1.1. Bodenmaschinen

Bei der Weiterentwicklung von Bodenmaschinen (selbstfahrende Düngerstreuer) muß auf die optimale Kombination von größerer Arbeitsbreite und entsprechender Arbeitsgeschwindigkeit geachtet werden. Im Zusammenhang mit dem jeweiligen Applikationsprinzip sind spezielle Untersuchungen zur technischen Beherrschbarkeit und zu den Folgeproblemen, besonders zu den Beziehungen zur Applikationsqualität im Zusammenhang mit Bodenbeschaffenheit und Pflanzenbestand, erforderlich.

Verfahrenstechnologisch ergibt sich die Notwendigkeit, die Transportentfernungen z. B. durch Anlage zentraler Feldumschlagplätze zu minimieren, weil hiervon die stärksten Auswirkungen auf die künftigen Verfahrensleistungen erwartet werden können.

1.2. Agrarflugzeuge

Beim Einsatz von Agrarflugzeugen haben die systematische Verringerung der Anfluggentfernung vom Arbeitsflugplatz zu den Feldern sowie die weitere Vergrößerung der Arbeitsbreite den stärksten Einfluß auf die Steigerung

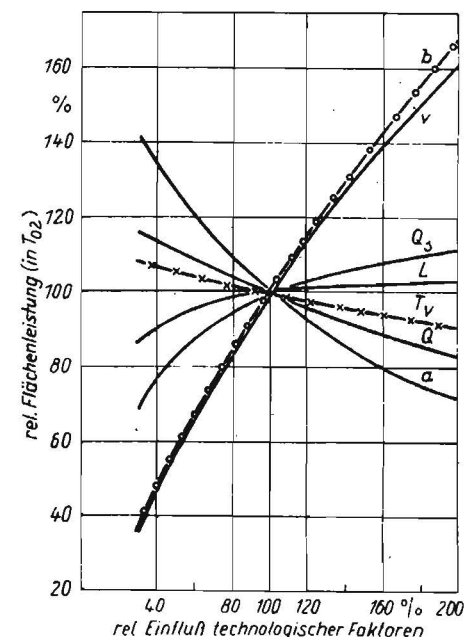
der Effektivität. Eine Reduzierung der Anfluggentfernung von 6 km auf 3 km führt z. B. bei Agrarflugzeugen mit geringer Tragfähigkeit (Z-37) zur Erhöhung der Streuleistung um 50 bis 60%, bei Agrarflugzeugen mit höherer Tragfähigkeit um 37 bis 50%.

Der starke Einfluß der Arbeitsbreite auf die Flächenleistung ist aus Bild 3 ersichtlich. So führt eine Verdopplung der nutzbaren Arbeitsbreite von 20 m (derzeitiger Stand) auf 40 m

Tafel 1. Relative Wirkungsanteile effektivitätsbestimmender Faktoren an der Steigerung der Flächenleistung (in T_{02}) bei der Applikation von Mineraldüngern, abgeleitet aus Polynom-Regressionen

| Einflußfaktor | Symbol | selbstfahrende Düngerstreuer | | Agrarflugzeuge | |
|---|--------|------------------------------|----------|----------------|----------|
| | | Anteil % | Rangzahl | Anteil % | Rangzahl |
| Nutzmasse des Streufahrzeugs Q_f bzw. Q_s | | 7,3 | 5 | 13,9 | 3 |
| Düngeraufwandmenge Q | | 8,6 | 4 | 33,4 | 1 |
| Arbeitsbreite b | | 30,9 | 1 | 13,7 | 4 |
| Arbeitsgeschwindigkeit v | | 28,5 | 2 | 4,7 | 7 |
| Feldlänge L | | 2,6 | 7 | 9,3 | 5 |
| Transportentfernung a | | 17,8 | 3 | 17,6 | 2 |
| Versorgungszeit T_v | | 4,3 | 6 | 7,4 | 6 |

Bild 1. Einfluß der Veränderung technologischer Faktoren auf die Flächenleistung bei der Applikation von Mineraldüngern mit selbstfahrenden Düngerstreuern (verwendete Symbole s. Tafel 1)



Fortsetzung von Seite 81

- anlagen. Vortrag auf dem Symposium der AdL der DDR zum 30. Jahrestag der DDR, Leipzig 1979.
- [3] Kappes, R.; Tischer, H.: Zusatzwasserbedarf für die Bemessung teilbeweglicher Beregnungsanlagen. Melioration und Landwirtschaftsbau (1979) H. 7, S. 317—321.
- [4] Kappes, R.: Auswertung optimierter unterirdischer Druckrohrnetze von teilbeweglichen Beregnungsanlagen. Archiv f. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 17 (1973) H. 9, S. 751—762.
- A 2487

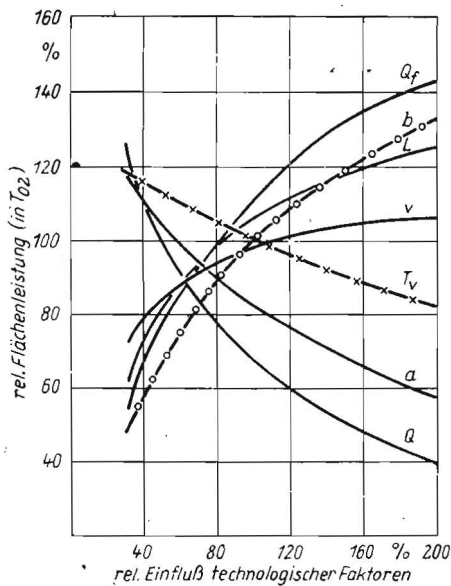


Bild 2. Einfluß der Veränderung technologischer Faktoren auf die Flächenleistung bei der Mineraldüngerapplikation mit Agrarflugzeugen (verwendete Symbole s. Tafel 1)

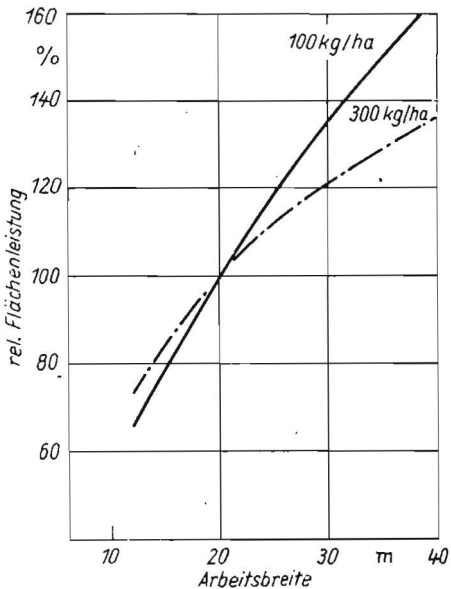


Bild 3. Einfluß der Arbeitsbreite auf die Flächenleistung von Agrarflugzeugen

(zukünftig möglich) je nach Düngeraufwandmenge zu Leistungssteigerungen bis über 60%.

2. Arbeit in höheren Pflanzenbeständen und Reihenkulturen

Für künftige Verfahren der Mineraldüngung ist zu fordern, daß ein weitgehend beschädigungsfreier Einsatz in wachsenden Pflanzenbeständen und Reihenkulturen möglich ist. Bei weiter ansteigendem Düngernährstoffniveau entsteht diese Forderung aus der notwendigen Unterteilung der N-Mengen, besonders im Getreideanbau, in 2 bis 3 Teilgaben, die zu optimalen agrotechnischen Terminen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Pflanzen verabreicht werden müssen. Während der Einsatz von Agrarflugzeugen diese Forderungen prinzipiell erfüllt und deshalb als Vorzugsverfahren zu gelten hat, ist die derzeit verfügbare Bodentechnik für den Einsatz in höheren Pflanzenbeständen und Reihenkulturen nur bedingt geeignet. Begrenzende Faktoren sind zu geringe Bodenfreiheit, zu große Reifenbreiten, häufiges Nichtübereinstimmen der Spurweiten der Maschinen mit den Reihenweiten der Kulturpflanzen und oft zu geringe Arbeitsbreite der Düngerstreuer. Aus diesen Gründen ist die verfügbare Agrarflugkapazität auch in Zukunft vorrangig auf diese Arbeiten zu konzentrieren.

Zur Verbesserung des Einsatzes von Bodenmaschinen kann das Anlegen von Fahrspuren oder Fahrgassen beitragen. Dabei müssen jedoch die notwendige Breite der Fahrgassen und die Arbeitsbreite der Maschinen in einem vertretbaren Verhältnis stehen, so daß der Flächenausfall möglichst gering gehalten wird. Das ist z. B. gegeben, wenn die eingesetzten Streufahrzeuge eine Arbeitsbreite von mindestens 18 m erreichen und mit schmalen Reifen (z. B. 11") ausgerüstet werden können. In diesem Fall würde der Flächenausfall bei der Anlage von Fahrspuren mit etwa 3,3 bis 4,0% eine vertretbare Größenordnung erreichen. Das gleiche Verfahren mit den derzeitigen Lkw-Streuern führt dagegen zu Flächenverlusten in den Spuren von 6 bis 8% und ist aus diesem Grund nicht zu befürworten.

Eine wesentliche Forderung an künftige industriemäßige Verfahren betrifft die Vereinheitlichung der Grundarbeitsbreiten für die einzelnen Arbeitsgänge der Aussaat, Pflege, Düngung und des Pflanzenschutzes in der gesamten Pflanzenproduktion. Im Zusammenhang damit müssen künftige leistungsfähige Feldarbeitsmaschinen hinsichtlich Spurweite und Spurbreite so ausgelegt werden, daß sie in ein abgestimmtes System der Reihenweiten der Pflanzenproduktion hineinpassen. Je stärker der Trend zur Entwicklung und zum Einsatz von Spezialmaschinen ist und je intensiver die Verflechtung der Landmaschinenindustrie in den sozialistischen Ländern wird, desto dringlicher wird eine solche Abstimmung und Uniformisierung auch mit den RGW-Ländern.

Da bisherige Untersuchungen gezeigt haben, daß die technische Realisierung sämtlicher dieser Forderungen in einer perspektivischen Universalmaschine kaum zu verwirklichen sind, kann die endgültige Lösung dieses Problems nur über die Entwicklung und den Einsatz einer selbstfahrenden Spezialmaschine mit hoher Bodenfreiheit erfolgen. Zur Präzisierung der agrotechnischen Forderungen an eine solche Maschine haben entsprechende Untersuchungen begonnen.

3. Einhaltung einer hohen Applikationsqualität

Die sichere Einhaltung einer hohen Arbeitsqualität erfordert bei zukünftigen Verfahren der Mineraldüngung eine objektive Kontrolle und Überwachung des ordnungsgemäßen Ablaufs der Arbeitsvorgänge und somit auch der Einhaltung vorgegebener Parameter. Wesentliche derartige kontrollbedürftige Vorgänge und Parameter, die die Applikationsqualität bestimmen, sind u. a.:

- konstanter Mengendurchfluß durch den Dosator
- Einhaltung der vorgegebenen Dosiermenge
- Drehzahl der Schleuderscheiben bei Zentrifugalstreuern bzw. volle Funktionsfähigkeit sämtlicher Düsen oder anderer Applikationswerkzeuge bei anderen (z. B. pneumatischen) Streuprinzipien
- Einhaltung des Spurbstands der Streufahrzeuge, d. h. der vorgegebenen optimalen technologischen Arbeitsbreite
- Einhaltung der vorgegebenen Flugparameter bei Agrarluftfahrzeugen (vor allem konstante Flughöhe und Fluggeschwindigkeit über Grund).

Die derzeit noch übliche überwiegend visuelle und empirische Einschätzung der Arbeitsqualität mit nachfolgenden stichprobenartigen Kontrollmessungen reicht in Zukunft nicht mehr aus. Perspektivische Verfahren der Mineraldüngerapplikation müssen die sichere Einhaltung der vorgegebenen Qualitätsparameter vom Beginn bis zum Ende des Einsatzes gewährleisten. Dazu bedarf es permanent arbeitender technischer Überwachungs- und Kontrolleinrichtungen, die eine unmittelbare Rückkopplung und Steuerung der Arbeitsvorgänge ermöglichen. In der ersten Phase wird die notwendige Steuerung und Korrektur überwiegend noch durch den die Maschine bedienenden Menschen erfolgen müssen. Mit der weiteren technischen Entwicklung und vervollkommnung wird es jedoch möglich und erforderlich, auch auf diesem Gebiet ein teilautomatisiertes Kontroll- und Steuerungssystem einzuführen, das die sichere Einhaltung der wesentlichsten Qualitätsparameter gewährleistet.

A 2540

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

- agrar-technik; Die Eisenbahntechnik; Feingerätetechnik;
- Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik;
- Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik;
- Schweißtechnik; Seewirtschaft