

Mineraldüngerstreuer — Großflächenstreuer

Dr. K. KAMES (KdT), Leipzig*

Teil IV Arbeitswirtschaftlicher Vergleich verschiedener Düngestreuerverfahren¹⁾

Neben der Beurteilung der technischen und konstruktiven Qualität einer Maschine ist besonders der arbeitswirtschaftliche Vergleich ein weiteres Kriterium für die Eignung und Brauchbarkeit. Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen werden deshalb auf allen Gebieten der Landtechnik durchgeführt. Sie haben die Aufgabe, die Bedienbarkeit und Leistungsfähigkeit einer Maschine im Vergleich zu anderen festzuhalten und darauf aufbauend Hinweise für eine Veränderung oder sogar Umgestaltung zu geben. Für die vorliegende Untersuchung wurden folgende Streuverfahren bzw. Düngestreuer im Vergleich gegenübergestellt:

- A Kopplung von 2 x 2 m Düngestreuern
- B Kopplung von 2 x 2,5 m Düngestreuern
- C Großflächen-Gitterstreuer, Arbeitsbreite 4 m
- D Großflächen-Schleuderstreuer, Arbeitsbreite 3 m
- E Heck-Anbaustreuer, Arbeitsbreite 2,50 m
- F Großflächen-Tellerstreuer, Arbeitsbreite 3,80 m
- G Großflächen-Tellerstreuer, Arbeitsbreite 5,40 m
- H Geräteträger mit Frontstreuer, Arbeitsbreite 2,50 m
- J Neuentwickeltes Modell, Tellerstreuer, Arbeitsbreite 5 m²⁾

Nur eine Analyse des gesamten Arbeitsablaufs schafft die Möglichkeit, die Art und Anzahl der Faktoren aufzuzeigen, die auf die Streuarbeit einwirken und die Leistung der Düngestreuer begrenzen. Dabei wird eine Unterteilung der verschiedenen Arbeitsabschnitte in Teilarbeitszeiten vorgenommen.

Bei der Betrachtung der Gesamtarbeitszeit (GAZ) (Tabelle 1) fällt sofort der mengenmäßig umfangreiche Komplex der Vorbereitungszeiten gegenüber der Feldarbeitszeit auf. Die Vorbereitungszeit setzt sich hier im speziellen Fall der Mineraldüngestreuer aus einer Vielzahl meist kürzerer Teilarbeitszeiten zusammen, während bei der Feldarbeit nur wenige, aber dafür längere Teilzeiten zu verrichten sind. Vorbereitungs- und Feldarbeitszeit ergeben die GAZ. Je kleiner der Anteil der Vorbereitungszeiten an der GAZ ist und je größer der Anteil der Haupt- oder Grundzeiten (in denen der gewünschte Arbeitsvorgang verrichtet wird) an der Feldarbeit ist, um so besser ist die Maschine für die Landwirtschaft geeignet.

Den Untersuchungen liegen Aufzeichnungen und Meßergebnisse zugrunde, die beim Einsatz der genannten Maschinen aus einer größeren Anzahl von Zeitnahmen festgestellt wurden. Für die Höhe der Teilzeiten gilt jedoch die Voraussetzung, daß sich alle Streuer in einem ordnungsgemäßen, betriebssicheren Zustand befanden. Bei den ermittelten Zeiten für den Handarbeitsaufwand wurde von der vollwertigen Arbeitskraft zweier Personen ausgegangen, mit Ausnahme des Geräteträgers, der im Ein-Mann-System arbeitet. Die angeführten Flächenleistungen wurden unter Zugrundelegung einer Arbeitsgeschwindigkeit von 6 km/h in Verbindung mit den ermittelten Teilarbeitszeiten errechnet.

1 Einfluß der Vorbereitungszeit

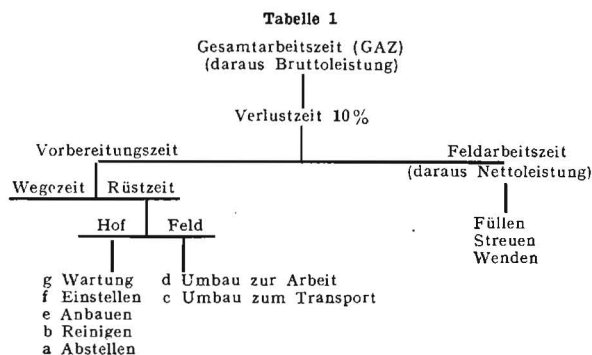
Sie umfaßt nach der vorliegenden Systematik die Anteile der Rüstzeiten sowie die Wegezeit als integrierenden Bestandteil. Unter die Vorbereitungszeit fallen alle Arbeiten, die bis zum Beginn der Feldarbeit anfallen und auch solche, die nach der Erfüllung der eigentlichen Arbeitsaufgabe wieder notwendig werden, um die Maschine in den Anfangszustand zurückzusetzen. Da die Wegezeit im allgemeinen nur schwer zu beeinflussen ist, es sei denn durch die Wahl einer geeigneteren Bereifung, wird die Höhe des Arbeitsaufwands für die Vor-

*) Aus den Arbeiten des Landmaschineninstituts der Humboldt-Universität Berlin (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. HEYDE).

¹⁾ Teil I „Entwicklung und heutiger Stand“, Deutsche Agrartechnik (1958) H. 1, S. 34; Teil II „Agrotechnische Betrachtungen zum Einsatz von Düngestreuern“, H. 2, S. 76; Teil III „Technischer Aufbau von Großflächenstreuern“, H. 5, S. 227.

²⁾ S. Deutsche Agrartechnik (1958) H. 5, S. 230. Dr. K. KAMES: „Ein neuer Großflächendüngerstreuer“.

bereitungszeit ganz wesentlich durch die Rüstzeit bestimmt (Bild 21). Von besonderem Interesse dürften dabei auch die Anteile der Rüstzeiten sein, die auf dem Hof oder auf dem Feld zu verrichten sind (Bild 22). Beide Darstellungen zeigen eine deutliche Gruppierung der verschiedenen Streuverfahren.



Da in unserer Republik zum gegenwärtigen Zeitpunkt überwiegend Düngestreuer-Kopplungen eingesetzt werden, wird der Zeitaufwand für das Verfahren der 2 x 2,5 m Kopplung gleich 100 % gesetzt (Bild 22) und als Bezugsgröße für die anderen Streuverfahren gewählt. Die Großflächenstreuer D, E und F ergeben gegenüber B (Kopplung) bei der Rüstzeit Einsparungen bis zu 50 %.

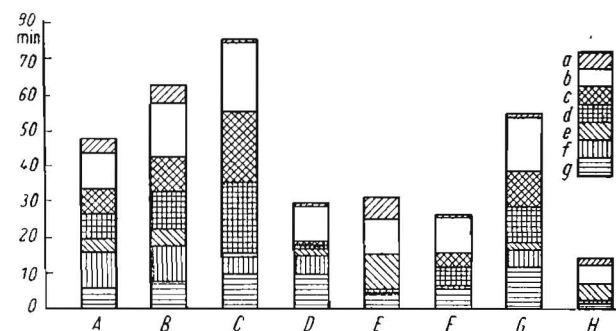


Bild 21. Arbeitsaufwand für die Rüstzeit

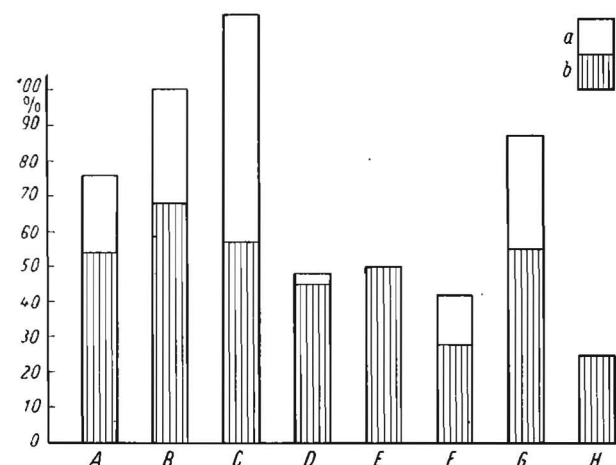


Bild 22. Anteil der Hof- und Feldrüstzeit in der Gesamtrüstzeit.
a Feldrüstzeit, b Hofrüstzeit

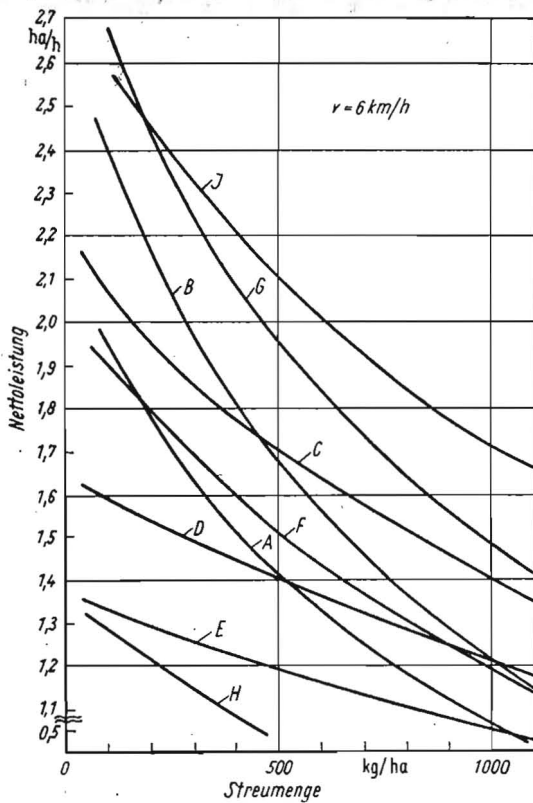


Bild 23. Nettoleistung der Streuverfahren bei verschiedener Streumenge, unabhängig von der Feldgröße

2 Einfluß des Düngernachfüllens auf die Feldarbeitszeit

Die Feldarbeit mit Düngerstreuern ist dadurch charakterisiert, daß die „reine Arbeitszeit“, also die Streuzzeit, in der die

Arbeitsaufgabe unmittelbar erfüllt wird, rhythmisch von der Füllzeit zum Nachfüllen der Düngemittel unterbrochen wird. Diese Art des Arbeitsablaufs haben Düngerstreuer noch mit Drill- und Pflanzmaschinen gemeinsam.

Innerhalb der Streuzzeit als Hauptzeit können beim Düngerstreuen außer dem Füllen noch Nebenzeiten beim Wenden am Feldende (Wendezeiten) auftreten. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde der Dünger prinzipiell in der Rundfahrt ausgestreut, wodurch jegliche Wendezeiten entfallen. Der Beginn der Füllzeit wurde vom Verlassen der Streuspur an gewertet. Die Füllzeit schließt also die Wegstrecke vom und zum Wagen mit ein. Diese Nebenzeit wurde im Durchschnitt aller Streuer zu je 1 min für Hin- und Rückfahrt zum Arbeitsplatz ermittelt.

Das Nachfüllen des Düngers erfordert bei den einzelnen Streuverfahren einen unterschiedlichen Zeitaufwand. Dabei spielt zunächst das Fassungsvermögen des Streukastens eine Rolle. Deshalb sind Großflächenstreuer gegenüber Standardstreuern im Vorteil, wenn auch zunächst nur ein Teil der Zeiten, nämlich der für das Heranfahren zum Düngernachfüllen, eingespart wird. Aber nicht die Höhe des Düngervorrats allein ist wichtig, sondern weit mehr, in welcher Zeit dieser Düngervorrat auf den Streuer übernommen werden kann. Hierfür ist die Lagerung der Düngemittel auf dem Streuer und die Form der Düngerübernahme ausschlaggebend.

Bei Standardstreuern, also auch bei Kopplungen, muß der Dünger mit Mulden oder aus Säcken in den Streukasten gefüllt werden, da der große Durchmesser der Laufräder ein direktes Einfüllen vom Wagen erschwert oder unmöglich macht. Großflächenstreuer, die den Vorrat nur in Säcken mitführen können, sind ebenfalls nur so zu beladen, daß die Säcke herangetragen und gestapelt werden. Einige Streuer ermöglichen dagegen, den Dünger direkt vom Vorratswagen in die Vorratskästen zu übernehmen. Es erweist sich hierbei als zweckmäßig, die Streuer rückwärts gegen die Seite des Wagens zu schieben. Die beiden Möglichkeiten, um den Zeitaufwand

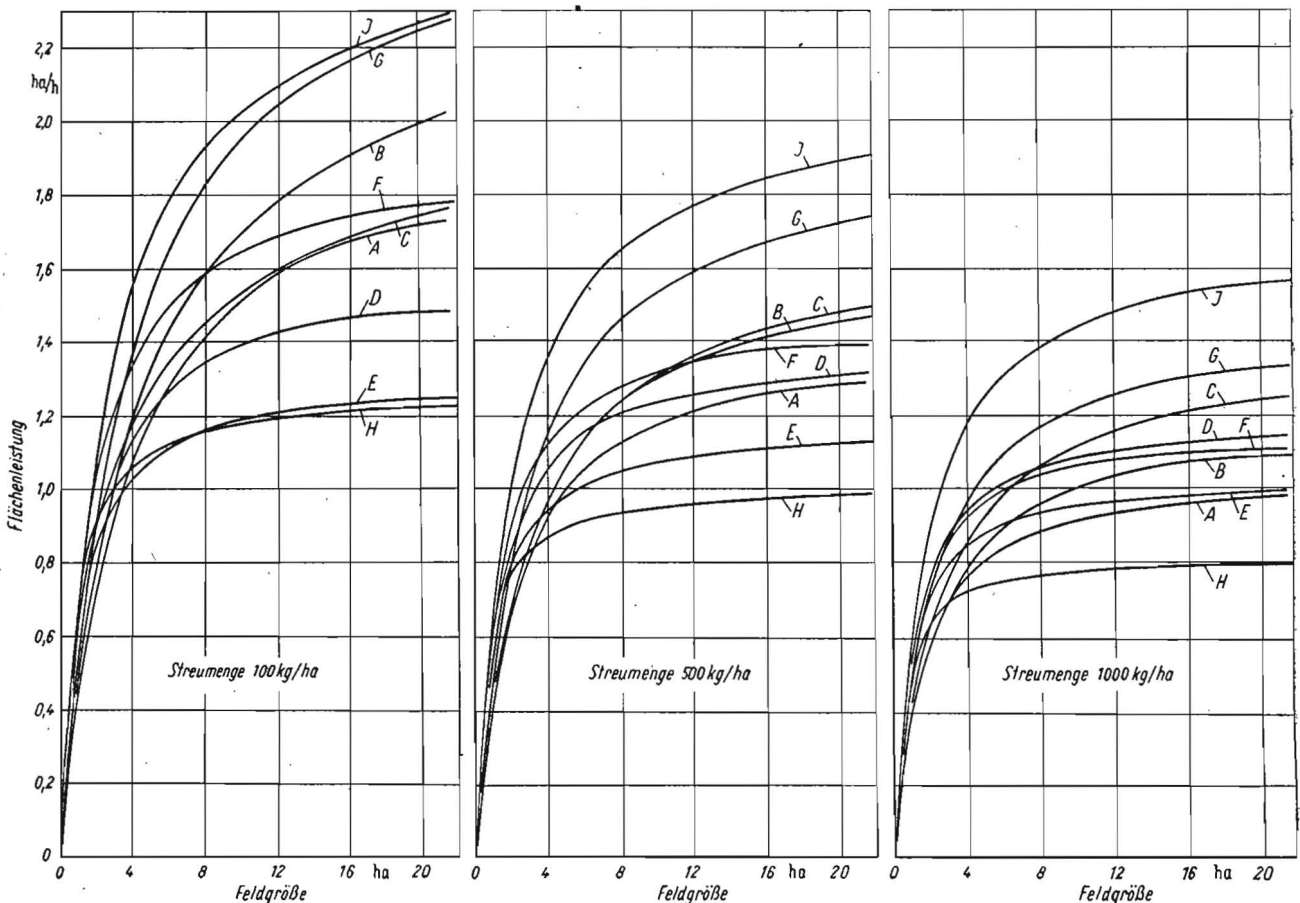


Bild 24. Bruttoflächenleistungen der untersuchten Streuverfahren bei verschiedenen Streumengen (Geschwindigkeit 6 km/h)

für das Düngerauffüllen einzuschränken, sollen noch einmal klar herausgestellt werden:

1. Großer Düngervorrat auf der Maschine, dadurch entfällt ein Teil der Fahrzeiten zum Düngewagen.
2. Bequeme Düngerübernahme vom Vorratswagen.

Aus der Untersuchung geht hervor, daß die direkte Übernahme durch Überladen ungesackten Düngers vom Vorratswagen bei großem Fassungsvermögen den geringsten Zeitaufwand erfordert. Gleichzeitig wird dadurch die körperliche Arbeit wesentlich erleichtert. Bei der Streuarbeit braucht der Dünger durch den Bedienungsmann nur noch mit geeigneten Werkzeugen in die Streuvorrichtung gezogen oder geschoben zu werden. Demgegenüber wird bei gesacktem Vorrat der Bedienungsmann während der Streuarbeit beim Ausleeren der Säcke wesentlich stärker körperlich beansprucht (*D* und *E*) oder das Nachfüllen während der Arbeit ist überhaupt in Frage gestellt (*G*), da die Seiten des Streukastens während der Fahrt schwer gefüllt werden können. Die Zeiteinsparungen der Großflächenstreuer mit direkter Überladung betragen bis zu 50 %.

3 Leistung der Streuverfahren

Zur Leistungsangabe wird für Prospekte häufig die theoretische Leistung herangezogen. Darunter ist die Leistung zu verstehen, die sich aus Geschwindigkeit und Arbeitsbreite ohne Berücksichtigung weiterer Faktoren ergibt. Legt man dagegen den Zeitaufwand für die Feldarbeit zugrunde, so ergibt sich daraus die Nettoleistung. Sie ist abhängig von der Fahrgeschwindigkeit, der Arbeitsbreite, der Streumenge/ha und der Füllzeit für den Dünger. Da die Feldarbeitszeit proportional zur Arbeitsfläche ansteigt, ist die Nettoleistung von der Feldgröße unabhängig (Bild 23). Die Nettoleistung gibt demnach einen Einblick in die Leistungsfähigkeit der Streuverfahren. Den stärksten Einfluß auf eine Verringerung der Nettoleistung übt die Streumenge aus. Die Höhe des Leistungsabfalles wird dabei vom Zeitaufwand für das Düngernachfüllen bestimmt. So überflügeln die Großflächenstreuer *C* und *D* bei 400 bis 500 kg/ha Streumenge die um 1 m breiteren Kopplungen *A* und *B*.

Die tatsächliche Leistung der Düngerstreuer spiegelt sich jedoch erst in der Bruttoleistung wider, für deren Berechnung die GAZ als Grundlage dient. Dementsprechend wird die Bruttoleistung bei gegebener Fahrgeschwindigkeit außer von den schon erwähnten Faktoren Arbeitsbreite, Streumenge, Füllzeit ganz wesentlich von der Vorbereitungszeit beeinflusst. Da die Höhe der Vorbereitungszeit für jedes Verfahren festliegt, tritt die Bruttoleistung als Funktion der GAZ auf oder, was dasselbe ist, sie tritt in Abhängigkeit zur Feldgröße.

Bei einer mittleren Arbeitsgeschwindigkeit von 6 km/h ergeben sich die in Bild 24 aufgezeigten Leistungskurven. Aus ihnen ist zu folgern, daß auf kleinen Schlägen die Höhe der Vorbereitungszeit maßgebend ist, während mit zunehmender Feldgröße und Streumenge die Leistung ganz wesentlich von der Füllzeit bestimmt wird.

In einem Nomogramm (Bild 25) kann für Düngerstreuer die Beeinflussung der Leistung durch die arbeitswirtschaftlichen Faktoren Vorbereitungszeit und Füllzeit entsprechend der Definition von theoretischer, Netto- und Bruttoleistung aufgezeigt werden, wobei als Sicherheitsfaktor eine Verlustzeit von 10 % einbezogen wird. Um das Leistungsverhältnis für einen bestimmten Streuer zu ermitteln, müssen die prozentualen Anteile von Füllzeit und Vorbereitungszeit bekannt sein. Es soll hier darauf jedoch nicht näher eingegangen werden.

Bei der Leistungsbeurteilung der einzelnen Streuverfahren fällt auf, daß die Streuer mit großer Arbeitsbreite in ihrer Meterleistung niedriger liegen als Streuer kleinerer Arbeits-

breite. Wenn auch Maschinen mit großer Arbeitsbreite nicht die doppelte Leistung wie halb so breite erreichen können (denn dann müßten alle Teilzeiten auf den halben Wert absinken), so muß es doch das Bestreben sein, eine größtmögliche Ausnutzung der Maschine zu gewährleisten. Bei Streuern großer Arbeitsbreite kann dies nur durch eine Verkürzung aller Nebenzeiten erreicht werden.

Um den Einfluß der Arbeitstechnik und die Wirkung einer zweckmäßigen Düngernachfüllung bei Streuern großer Arbeitsbreite aufzuzeigen, wurden die Kurven *J* in die Bilder 23 und 24 eingezeichnet. Sie geben einen Modellstreuer wieder, dem folgende Daten zugrunde gelegt sind: Arbeitsbreite 5 m, Vorbereitungszeit 35 min, Füllzeit durch direktes Überladen für 1000 kg Vorrat 10 min, Zwei-Mann-Bedienung. Auf dieser Grundlage wurde auch der bereits beschriebene Großflächenstreuer entwickelt²⁾. Besonders gegenüber dem Streuer *G* mit 5,4 m Arbeitsbreite wird die höhere Leistungsfähigkeit ersichtlich. Auch auf kleinen Schlägen wäre der Modellstreuer *J* allen anderen Verfahren überlegen.

4 Zusammenfassung

Als Ergebnis der arbeitswirtschaftlichen Betrachtung muß festgestellt werden: Die Flächenleistung der Streuverfahren ist um so größer, je kürzer der Zeitaufwand/ha zur Düngernachfüllung, je größer die Arbeitsbreite, je größer der mitgeführte Düngervorrat, je kleiner die Rüstzeit ist. Da im all-

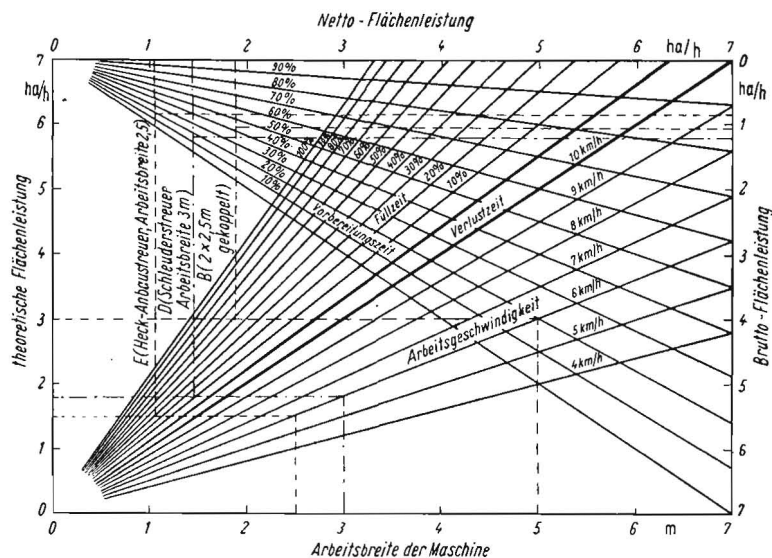


Bild 25. Leistungsnomogramm für Düngerstreuer

gemeinen die Höhe der Rüstzeit mit der Arbeitsbreite zunimmt, die Arbeitsbreite von der Größe des Düngervorrats aber unabhängig ist, sind Kompromißlösungen notwendig. Aus der angegebenen Reihenfolge der Faktoren soll zum Ausdruck kommen, daß die Leistung stärker von der Art der Düngerübernahme auf den Streuer als von der Größe des Düngervorrats beeinflusst wird.

Bei gekoppelten Streuern beträgt der Stillstand, d. h., das Auffüllen des Düngers, rd. 50 % der Streuzeit bei 500 kg/ha Streumenge, bei den Großflächenstreuern kleiner Arbeitsbreite dagegen nur rd. 15 %, während die untersuchten Großflächenstreuer großer Arbeitsbreite zwischen 30 bis 50 % liegen. Großflächenstreuer großer Arbeitsbreite erreichen nicht denselben Ausnutzungsgrad wie schmale Streuer, zeichnen sich aber trotzdem durch höhere Leistung und größere Arbeitsproduktivität aus. Die untersuchten breiten Maschinen zeigten schlechte Ergebnisse, weil sie arbeitswirtschaftliche Nachteile, entweder durch zu hohe Rüstzeit oder durch ungünstige Düngermittelführung, aufweisen. Die Berechnung für den Modellstreuer *J* läßt die höhere Leistungsfähigkeit durch schnelle Düngerübernahme und kurze Rüstzeit klar erkennen.