

# Betrachtungen zum Gesamtenergiebedarf in der Getreideproduktion

Dr.-Ing. W. Große, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Problemstellung

Die technologische Forschung in der Landwirtschaft konzentriert sich bei der Verfahrensentwicklung auf eine höhere Effektivität des Material- und Energieeinsatzes. Eine erfolgreiche Lösung dieser Aufgabe trägt wesentlich zur Realisierung der auf dem X. Parteitag der SED formulierten ökonomischen Strategie bei.

Getreide hat wegen des größten Anbauumfangs innerhalb der Pflanzenproduktion dabei eine vorrangige Position. Ausgehend vom gegenwärtigen Stand der Verfahrensentwicklung besteht die Aufgabe, energetisch relevante Aufwendungen zu erfassen und vergleichbar zu machen. Eine Grundlage dafür bietet die Analyse repräsentativer Verfahrenslösungen zur Getreideproduktion. Mit Hilfe derartiger Analysen sind die verschiedenen energetischen Aufwendungen in den Verfahrensabschnitten herauszuarbeiten, Schwerpunkte zu kennzeichnen und nach Wegen eines effektiveren Energieeinsatzes zu suchen. Zur Erhöhung der Effektivität des Material- und Energieeinsatzes bieten sich u. a. folgende Möglichkeiten an:

- Verringerung des Aufwands an direkt eingesetzter Energie (Dieselkraftstoff, Heizöl) durch Erschließung aller Reserven in bestehenden Verfahrenslösungen
- Steigerung der Erträge bei annähernd gleichbleibendem Material- und Energieaufwand
- Entwicklung neuer technischer und technologischer Lösungen mit einem niedrigeren spezifischen Energieaufwand
- Optimierung des anteiligen Aufwands verschiedener Energieformen bei gleichbleibendem Gesamtenergieaufwand mit der Zielfunktion „maximaler Ertrag“.

Die weiteren Überlegungen beziehen sich auf die zuletzt genannte Möglichkeit.

## 2. Methodik

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Stoffproduktion wird dem Produktionsprozeß auf vielfältige Weise Energie zugeführt. Die Ermittlung des spezifischen Energieaufwands setzt dabei voraus, daß der Umfang der zugeführten Energie bekannt ist und bestimmten abgegrenzten Verfahrensabschnitten eindeutig zugeordnet werden kann. Das erzeugte Produkt muß als „Bezugsbasis“ qualitativ und quantitativ meßbar sein.

Hinsichtlich der Problemstellung ist es erforderlich, in den energetischen Aufwand Gebrauchsennergie und vergegenständlichte Energie einzubeziehen.

Energetische Aufwendungen in der Pflanzenproduktion entfallen im Weltmaßstab zu über 95% auf

- Herstellung, Einsatz und Instandhaltung landtechnischer Arbeitsmittel sowie
  - Herstellung von Mineräldünger [1].
- Aufwendungen für Pflanzenschutzmittel, Beregnung, Bereitstellung von Saatgut u. a. m. haben mit weniger als 5% in der Energiebilanz eine untergeordnete Bedeutung. In die weiteren Betrachtungen sind sie deshalb nicht einbezogen. Weiterhin ist die Abgrenzung des Betrachtungs-

Tafel 1. Energetische Aufwandskennzahlen für landtechnische Arbeitsmittel und Mineräldünger [1, 2, 3]

Gegenstand	Energieaufwand für Herstellung MJ/kg
Landmaschinen	100
Mineräldünger (Reinnährstoff)	
K <sub>2</sub> O	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14
N	70

tungsumfanga notwendig. Energetische Aufwendungen lassen sich beliebig weit im gesamtwirtschaftlichen Rahmen verfolgen. Aufwendungen in Form von Gebäuden und Werkzeugmaschinen im Rahmen der Herstellung landtechnischer Arbeitsmittel bedingen in den Vorstufen ebenfalls energetischen Aufwand, z. B. für die Produktion und Bereitstellung von Baustoffen bzw. die Herstellung und Verarbeitung von Metallen. Mit größer werdendem Abstand vom eigentlichen Produktionsverfahren reduziert sich der Anteil und verliert schließlich seine Bedeutung in der Energiebilanz. Aus diesem Grund wird es als zweckmäßig erachtet, die Betrachtung bis zum direkten Material- und Gebrauchsennergieaufwand für die Herstellung, Nutzung und Instandhaltung landtechnischer Arbeitsmittel sowie die Herstellung von Mineräldünger zu führen.

## 3. Energetische Aufwandskennzahlen

Bei der Analyse von Produktionsverfahren treten folgende energetische Aufwendungen in Erscheinung:

- Gebrauchsennergie (Dieselkraftstoff, Elektroenergie u. a. m.)
- vergegenständlichte Energie (Landmaschinen, Mineräldünger u. a. m.).

Aus der Sicht einer einheitlichen Betrachtung heraus werden alle Formen von Gebrauchsennergie außer Elektroenergie (Elt), mit dem jeweiligen Gehalt an thermischer Energie zusammengefaßt. Die auftretenden Wandlungswirkungsgrade weichen nur unwesentlich voneinander ab und rechtfertigen dies. Elektroenergie hat einen hohen Veredlungsgrad, der einen entsprechend höheren Aufwand an Erstenergie (Rohbraunkohle) verlangt. Um Elektroenergie in der Gesamtbilanz deshalb richtig zu erfassen, sind die Aufwandswerte mit dem Faktor 3 multipliziert. Damit wird näherungsweise der Vergleich aller Formen von Gebrauchsennergie möglich.

In Tafel 1 sind die für weitere Berechnungen getroffenen Festlegungen angegeben. Veröffentlichungen zu dieser Fragestellung weisen ähnliche Werte aus [1, 2, 3, 4].

Die Kennzahlen widerspiegeln in jedem Fall den gesellschaftlichen Entwicklungsstand der Produktion. Dementsprechend muß zu gegebener Zeit eine Präzisierung dieser Analyse auf der Basis energetischer Aufwandskennwerte für die Volkswirtschaft der DDR erfolgen.

Der Bedarf an Gebrauchsennergie (Dieselkraftstoff, Elektroenergie) beim Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel in der Getreideproduktion wurde auf der Basis von Richtwerten [5] analog zu einer vorangegangenen Veröffentlichung errechnet [6].

Für die Instandhaltung sind international 8% der Maschinenmasse als jährlicher Anteil genannt [1]. Dieser Wert wird vorrangig durch die Anzahl der Betriebsstunden innerhalb der Nutzungsdauer beeinflusst. Infolge der relativ hohen jährlichen Einsatzzeit ergaben Abschätzungen für die DDR Werte, die wesentlich darüber liegen [7]. Im Zusammenhang mit der durchzuführenden Analyse werden für den jährlichen Instandhaltungsaufwand im Mittel 25% der Maschinenmasse geschätzt. Dieser Wert geht entsprechend der normativen Nutzungsdauer (Gesamteinsatzstunden) mit der spezifischen Kennzahl 100 MJ/kg (vgl. Tafel 1) in die Berechnungen ein.

## 4. Ergebnisse

In Tafel 2 ist der Energiebedarf der Getreideproduktion auf der Grundlage einer repräsentativen Verfahrenslösung zusammengestellt. Schwerpunkte bei direkt eingesetzter Gebrauchsennergie sind die Verfahrensabschnitte

- organische Düngung (anteilig) 950 MJ/ha
- Bodenbearbeitung 1170 MJ/ha
- Ernte 2070 MJ/ha.

Transportprozesse sind in diesem Zusammenhang mit insgesamt 40% beteiligt.

Der vergegenständlichte Energiebedarf in Form landtechnischer Arbeitsmittel wird wesentlich von der Betriebsstundenanzahl in der Nutzungsdauer beeinflusst. Selbstfahrende Landmaschinen mit etwa 2400 Betriebsstunden gehen dabei anteilig stärker in die Energiebilanz ein als beispielsweise Transportfahrzeuge mit etwa 24000 Betriebsstunden.

Dementsprechend ist der Bedarf an vergegenständlichter Energie (landtechnische Arbeitsmittel) in der Getreideproduktion dann außerordentlich hoch, wenn die Landmaschine nur kurze Zeit für die Durchführung von Spezialarbeiten eingesetzt wird. Universell einsetzbare landtechnische Arbeitsmittel dagegen bewirken aufgrund der bedeutend höheren Anzahl von Betriebsstunden in der Nutzungsdauer einen geringeren anteiligen Aufwand je Flächeneinheit. Im Produktionsverfahren Getreide besteht demgemäß im Verfahrensabschnitt Ernte der größte Bedarf an vergegenständlichter Energie (4010 MJ/ha).

Mineräldünger, vor allem mineralischer Stickstoff, erfordern bei der Herstellung bedeutende energetische Aufwendungen. So zeigt ein Vergleich der energetischen Aufwandskennzahlen in Tafel 1, daß mineralischer Stickstoff mit 70 MJ/kg dem spezifischen Energiegehalt landtechnischer Arbeitsmittel nahekommt. Dieser hohe Gehalt an vergegenständlichter Energie im Verfahrensabschnitt Stickstoffspätdüngung zu Getreide zeigt, daß der hier erforderliche Energiebedarf höher ist als der an direkt eingesetzter Gebrauchsennergie (Dieselkraftstoff) im gesamten Produktionsverfahren.

Tafel 2. Spezifischer Energiebedarf der Getreideproduktion (Winterweizen, Kornertrag 50 dt/ha, Strohertrag 40 dt/ha)

lfd. Nr.	Verfahrensabschnitt	eingesetzte landtechnische Arbeitsmittel	Energiebedarf		Materialbedarf		Mineraldünger			Summe			
			Gebrauchsenergie MJ/ha	%	kg/ha	MJ/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	N kg/ha	MJ/ha	%	MJ/ha	%
1	Tieflockern (jährlicher Anteil bei 4-Jahres-Turnus)	K-700, B 371, B 324	240	4	4,6	460	7				700	3	
2	Entsteinung	MTS-52, B 380, ZT 300, HW 60	100	2	0,5	50	1				150	1	
3	organische Düngung (anteilig)	E 280, ZT 300, A 591, ZT 300, HTS 100.27	950	17	7,5	750	12				1700	8	
4	mineralische Düngung (anteilig)	W 50/D 032 N, T 174	120	2	1,1	110	2	60	100	1840	21	2070	10
5	Bodenbearbeitung	ZT 303, ETB-24; K-700, B 501, B 461; ZT 303, B 201, B 461; K-700, T 890, B 231, B 326	1170	21	4,9	490	8				1660	8	
6	Aussaat	ZT 303, T 890, A 202; MTS-50, THK 5	260	5	1,4	140	2				400	2	
7	Pflege (mechanisch)	ZT 300, T 870, B 435; MTS-52, T 890, Uni 150	160	3	1,3	130	2				290	1	
8	Pflege (chemisch)	MTS-52, S 2002; W 50 LAZ-Spezialaufbau	160	3	0,9	90	1				250	1	
9	Stickstoffspätdüngung	W 50/D 032 N, T 174; Z-37, W 50 LAZ, HW 80, T 174	320	6	0,9	90	1		100	7000	79	7410	36
10	Kornernte Mähdrusch Transport	E 512	510	9	12,6	1260	20				1770	9	
		W 50 LAZ, HW 80	580	10	2,5	250	4				830	4	
11	Strohernte Preßbladen Transport Einlagern	MTS-50, K 442	330	6	7,5	750	12				1080	5	
		MTS-50, THK 5-LSHA	470	8	9,6	960	15				1430	7	
		FG 630	180	4	7,9	790	13				970	5	
Summe			5550	100		6320	100			8840	100	20710	100
rel. Anteil			27%			30%				43%		100%	

In der Gesamtbilanz ergeben sich die Anteile aufzuwendender Energie etwa wie folgt:

- Gebrauchsenergie zum Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel (im wesentlichen Dieselkraftstoff) 27%
- Energiebedarf für Herstellung und Instandhaltung landtechnischer Arbeitsmittel 30%
- Energiebedarf für die Herstellung von Mineraldünger 43%

### 5. Möglichkeiten zur Erhöhung der Effektivität des Energieeinsatzes

Die Zielstellung der ökonomischen Politik besteht darin, mit gleichem oder nur geringfügig höherem Energie- und Materialaufwand ein höheres Endprodukt zu erzeugen.

Um aus volkswirtschaftlicher Sicht den größten Nutzeffekt bei der Wandlung der bereitgestellten Energie in Getreide zu erzielen, bieten sich Überlegungen an, bei gleichbleibendem Gesamtenergieaufwand den Anteil der einzelnen Energieformen zu optimieren. Ziel-funktion ist dabei in jedem Fall der maximale Ertrag.

Einen derartigen Ansatzpunkt bietet die Gegenüberstellung des Energieaufwands für mineralischen Stickstoff und für landtechnische Arbeitsmittel.

Beim Einsatz von mineralischem Stickstoff zu Getreide existiert in Abhängigkeit von Getreideart, -sorte, Standort- und Witterungsbedingungen ein Optimum. In Tafel 3 werden dazu Versuchsergebnisse von Kühn und An-sorge [9] wiedergegeben. Aus den Angaben wird deutlich sichtbar, daß im Aufwandsbereich von 80 bis 120 kg/ha die Ertragsbeeinflussung 2 bis 3% beträgt.

Eine Ertragssteigerung (Ertrag = geerntete Kornmasse je Hektar) ist gleichfalls durch Vergrößerung der Mähdruschkapazität möglich. Algenstaedt u. a. [9] geben als Vorernteverluste bei Wintergerste im Jahr 1979 für den gesamten Kreis Wernigerode im Durch-

schnitt 10% vom Kornertrag an, für ausgewählte Betriebe bei entsprechender Einsatzplanung der Mähdruschkomplexe im Jahr 1980 2,5%. Dabei sind Verluste und Mehraufwendungen nicht enthalten, die aufgrund hoher Erntefeuchten im Bereich der Lagerung entstehen.

Ohne quantitative Angaben machen zu können, ist der Zusammenhang erkennbar, daß mit einer Vergrößerung der Mähdruschkapazität die Vorernteverluste gesenkt werden können, was einer Ertragssteigerung gleichkommt. Der Mähdrusch ist in diesem Fall besser als bisher in agrotechnisch günstigsten Zeitspannen möglich. Neben dem Ausschöpfen aller Reserven durch bestmögliche Einsatzorganisation, was sich nicht als zusätzlicher Aufwand in der Energiebilanz darstellt, ergibt sich eine Erhöhung der verfügbaren Mähdruschkapazität auch durch Vergrößerung des Mähdruschersatzes je Flächeneinheit. Das stellt zusätzlichen Aufwand an vergegenständlichter Energie dar.

Demnach wäre die Frage zu entscheiden, inwieweit der Einsatz vergegenständlichter Energie in Form von Mineraldünger bzw. als

Tafel 3. Relativträge des Winterweizens nach Stickstoff-Aufwandmengen (Bezirk Halle) [8]

N-Aufwand kg/ha	1978		1979		Mittelwert 1975/79 Ertrag rel.
	Fläche	Ertrag rel.	Fläche	Ertrag rel.	
< 80	36	97	15	98	98
81 ... 100	29	100	20	100	100
101 ... 120	24	94	38	98	97
> 120	11	89	27	90	91
ausgewertete Fläche in ha	100 832		107 809		360 000
mittlerer Ertrag in dt/ha	51,9		51,6		

landtechnisches Arbeitsmittel den Kornertrag verschieden stark beeinflusst.

Der spezifische Bedarf an vergegenständlichter Energie E' für einen Mähdrusch errechnet sich nach der Beziehung

$$E' = \frac{(m_1 + m_2) e_M}{N_d W_{T08}} \quad (1)$$

m<sub>1</sub> Herstellungsmasse des Mähdruschers in kg

m<sub>2</sub> Instandhaltungsaufwand (massebezogen während der Gesamtnutzungsdauer) in kg

e<sub>M</sub> spezifischer Energieaufwand zur Herstellung landtechnischer Arbeitsmittel in MJ/kg

N<sub>d</sub> Betriebsstunden in der Nutzungsdauer in (h/a) · a

W<sub>T08</sub> Flächenleistung des Mähdruschers in der Schichtzeit in ha/h.

Mit einem jährlichen Instandhaltungsaufwand von 25% der Herstellungsmasse sowie einer 8jährigen Nutzungsdauer ergibt sich

$$m_2 = 2 m_1 \quad (2)$$

Damit erhält man den spezifischen Energiebedarf für  $n$  Mährescher unter Berücksichtigung der Gln. (1) und (2) nach der Beziehung

$$E_n' = \frac{n \cdot 3m_1 \cdot e_M}{N_d \cdot n \cdot W_{T08}} = \frac{n \cdot 3m_1 \cdot e_M}{N_d \cdot W_{T08}} \quad (3)$$

Der spezifische Energiebedarf bei der Stickstoffdüngung läßt sich unter Beachtung von Tafel 1 mit folgender Beziehung darstellen:

$$E'' = Q \cdot e_D \quad (4)$$

$Q$  Aufwandmenge in kg/ha

$e_D$  spezifischer Energieaufwand zur Herstellung von mineralischem Stickstoff.

Überschlägig ergibt sich unter Berücksichtigung der dargestellten Zusammenhänge (vgl. Tafel 2), daß einer Erhöhung der Mähdruschkapazität um 10% das energetische Äquivalent von 2 kg/ha mineralischem Stickstoff entspricht.

Unter Kenntnis der Abhängigkeit zwischen unterschiedlichem Energieaufwand und Kornertrag bietet sich damit die Möglichkeit, durch Optimierung der verschiedenen Energieaufwandsformen bei gleichbleibendem Gesamtenergiebedarf den Ertrag zu steigern.

Entscheidungen dieser Art lassen sich jedoch nicht allein aus energetischer Sicht treffen, sondern erfordern umfassende Überlegungen im gesamtwirtschaftlichen Rahmen.

Ungeklärt ist beispielsweise, inwieweit die unterschiedlichen energetischen Aufwendungen bei der Produktion von Mineraldünger und Landmaschinen sowie die Bereitstellung von

Dieseldraftstoff volkswirtschaftlich differenzierte Wertigkeiten aufweisen. Zugleich würde die Erhöhung des Mährescherbesatzes im konkreten Fall die Erweiterung des Arbeitskräftepotentials für den Zeitraum der Ernte bedeuten. Derartige Konsequenzen sind außerordentlich weitreichend und sollen in diesem Rahmen nicht weiter betrachtet werden.

## 6. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Analyse des Produktionsverfahrens Getreide aus energetischer Sicht ergibt, daß sich der erforderliche Energiebedarf für

— Herstellung und Instandhaltung landtechnischer Arbeitsmittel,

— Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel sowie

— Herstellung von Mineraldünger wie 3:3:4 verhält.

Der mit Abstand größte Energiebedarf im Verfahren besteht bei der Düngung mit mineralischem Stickstoff. Es läßt sich abschätzen, daß durch die Optimierung der verschiedenen Energieaufwandsformen eine Steigerung des Kornertrags bei gleichbleibendem Gesamtenergieaufwand möglich ist.

Voraussetzungen für die Ableitung von Entscheidungsvorschlägen müssen mit weiteren systematischen Untersuchungen zu Vergleichsmöglichkeiten unterschiedlicher energetischer Aufwendungen geschaffen werden. Im Mittelpunkt dieser Aufgaben sollten neben der Präzisierung verschiedener energetischer Aufwandskennzahlen für die wirtschaftlichen Bedingungen der DDR Betrachtungen zum volks-

wirtschaftlichen Bereitstellungsaufwand für Energie und Material stehen.

## Literatur

- [1] Energy and agriculture (Energie und Landwirtschaft). In: The state of food and agriculture, FAO, Rom 1977, S. 79—104.
- [2] Heyland, K.-U.; Solansky, S.: Energieeinsatz und Energieumsetzung im Bereich der Pflanzenproduktion. Berichte über Landwirtschaft, Hamburg/Berlin (1979) 195. Sonderheft, S. 15—30.
- [3] Kassay, L.: Energiestrategie in der ungarischen Landwirtschaft. Vortrag zur IV. Wissenschaftlichen Tagung „Landtechnik und rationelle Nutzung von Material, Energie und Arbeitsplätzen in der Agrarproduktion“ der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock am 29. und 30. Jan. 1981.
- [4] Müller, M.: Witterungsbedingter Feuchtegehalt erntereifer Getreidebestände und Energieaufwand. agrartechnik 31 (1981) H. 7, S. 294—295.
- [5] Lenk, S., u. a.: Richtwerte für die Planung der Pflanzenproduktion. Markkleeberg: agrabuch 1978.
- [6] Große, W.: Spezifischer Energieaufwand bei verschiedenen Verfahren der Pflanzenproduktion. agrartechnik 30 (1980) H. 10, S. 455—457.
- [7] Leonhardt, A.: Ermittlung von Kennziffern zum spezifischen Materialaufwand im Reproduktionsprozeß der Landmaschinen. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht).
- [8] Kühn, G.; Ansorge, H.: Zweckmäßiger Einsatz von mineralischem Stickstoff zu Getreide in Auswertung der Schlagkartei. Feldwirtschaft 22 (1981) H. 1, S. 12—14.
- [9] Algenstaedt, K., u. a.: Erfahrungen und Erkenntnisse der 80er Getreideernte für den Mähdrusch. Getreidewirtschaft 15 (1981) H. 1, S. 9—13.

A 3379

# Zur Variabilität der Dreschwerksverluste in Abhängigkeit von der Höhe der Verlustvorgaben

Dr. G. Lohse/Dr. P. Felffer, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Problemstellung

Eine volkswirtschaftlich sehr bedeutsame Zielstellung für die Pflanzenproduktion besteht in der Erhöhung der Getreideproduktion. Daraus ergibt sich die Aufgabe, bei der Getreideernte durch ständige Beachtung aller Verlustquellen die Gesamtverluste zu minimieren. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Zusammenhänge zwischen Vorernte- und Ernteverlusten und deren Beeinflussbarkeit [1, 2]. Es wurde festgestellt, daß über die Vorgabe von zulässigen Verlusthöhen der Dreschwerksverluste die unter konkreten Bedingungen günstigste Fahrgeschwindigkeit festgelegt werden kann, bei der die Gesamtverluste minimal sind. Um durch höhere Verlustvorgaben tatsächlich meßbare Erhöhungen der Flächenleistung zu erreichen, muß auch die Einstellung der Arbeitsorgane des Mähreschers der höheren Verlustvorgabe und damit der Leistung angepaßt werden. Dazu wurden drei Bereiche zulässiger Verlusthöhen erarbeitet [3, 4, 5]. Diese bildeten u. a. auch eine Grundlage für die „Gütevorschriften für Arbeiten der Pflanzenproduktion“ [6]. In den Hilfsmitteln für die Prozeßoptimierung [4, 5] sind diese Verlustbereiche unterschiedlich farbig gekennzeichnet.

Es bestand die Aufgabe, die Variabilität der Dreschwerksverluste bei unterschiedlichen Verlustvorgaben zu untersuchen.

## 2. Material und Methode

Unter Praxisbedingungen wurden Stichproben von Dreschwerksverlusten (Schüttler und Reinigung) des Mähreschers E516 beim Drusch von Wintergerste, Winterweizen und Sommergerste ermittelt. Mit Hilfe des Vergleichsdrusches [7] war die den Verlustwerten entsprechende Fahrweise (Fahrgeschwindigkeit und Einstellung der Arbeitsorgane) festgestellt worden. Die Verlustermittlung erfolgte mit Hilfe der Prüfschale und durch Auszählen bzw. Schätzen der Anzahl der Körner.

## 3. Ergebnisse

Zunächst ist festzustellen, daß bei allen drei Getreidearten und bei allen Verlustbereichen die Mittelwerte der jeweiligen Stichproben im Bereich der Sollwerte lagen (Tafel 1). In der Variabilität bestehen zwischen den Stichproben der einzelnen Verlustsollbereiche erhebliche Unterschiede:

- Die Mittelwerte und Streuungen sind statistisch gesichert unterschiedlich.
- Die Variationskoeffizienten liegen im Be-

reich „grün“ erheblich unter denen des Bereichs „rot“ (Tafel 1).

— Beim Bereich „grün“ liegen gegenüber dem Bereich „rot“ die weitaus größeren Anteile der Einzelwerte in den Grenzen des Sollbereichs (Tafel 2).

Diese Aussagen gelten gleichermaßen für alle drei Getreidearten.

Bei der Wintergerste wurde im roten Bereich die absolut und relativ größte Streuung festgestellt. Bei 6 von 70 Meßwerten wurden über 1000 Körner in der Schale ermittelt. In die Rechnung ging jeweils der Wert „1000“ ein. Die tatsächlichen Meßzahlen können also in diesem Fall noch höher liegen.

## 4. Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Mit der Abstufung der Verlustsollbereiche von „schwarz“ über „grün“ nach „rot“ korrelieren auch Durchsatzbereiche. Damit zeigt sich auch, daß die Verlustschwankungen mit steigendem Durchsatz zunehmen. Beim Auftreten höherer Verluste im Bereich um 250 Körner/Schale und ungünstigen Erntebedingungen und/oder schwer auszusiebenden Früchten kommt es zu plötzlichen, schwer kontrollierbaren Verlusten durch das Zusetzen von Sieben. Die Maschinen