

# Rationeller Energieeinsatz bei den Verfahren der Korn- und Strohernte in der DDR

Prof. Dr. sc. K. Herrmann, KDT, Martin-Luther-Universität Halle – Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

Die komplexe Anwendung aller Intensivierungsfaktoren und das bessere Ausschöpfen der Gratisfaktoren der Natur sind die wesentlichsten Voraussetzungen zur Erhöhung und Stabilisierung der Getreideerträge sowie für den sparsamen Energieeinsatz. Auf der Grundlage der Stabilisierung der Erträge, der Erhöhung der Qualität der Produkte und der Verringerung des spezifischen Aufwands an Material sowie Energie ist in der DDR im Jahr 1985 die Getreideproduktion weiter zu erhöhen (Plan: 10,7 Mill. t). Während der mittlere Getreideertrag im Fünfjahrplanzeitraum 1976 bis 1980 jährlich rd. 35,8 dt/ha betrug, konnte er im Jahr 1982 auf 39,8 dt/ha und im Jahr 1983 auf 39,6 dt/ha gesteigert werden. Im Jahr 1984 wurde ein mittlerer Getreideertrag von rd. 45 dt/ha erreicht.

Im Prozeß der weiteren Rationalisierung, der Erhöhung und Stabilisierung der Getreideerträge geht es zunächst um die weitere Senkung des Arbeits- und Materialaufwands (Tafel 1). Besonders bedeutsam ist die notwendige Senkung des Arbeitsaufwands in der Strohernte. Hier besteht die Zielstellung, im Jahr 1985 mit der Hälfte des Arbeitsaufwands auszukommen.

Alle Maßnahmen zur Verbesserung und Rationalisierung der Verfahrensvarianten in der Druschfruchtproduktion müssen zur Senkung des Aufwands an Dieselkraftstoff führen. Gegenwärtig benötigt die Getreideproduktion 70 bis 90 kg DK/ha, das entspricht, wie bei den anderen Hauptfruchtarten der Pflanzenproduktion, 2,2 kg DK/dt Getreideeinheiten (GE). Schon die Einsparung von nur 2 kg DK/ha erbringt bei einer Druschfruchtanbaufläche von 2,8 Mill. ha eine volkswirtschaftlich bedeutsame Einsparung von 5 600 t DK. Der DK-Verbrauch für das Produktionsverfahren Getreide ist sowohl von der Druschfruchtart als auch von den natürlichen Standorteinheiten abhängig, so daß eine rein schematische Aufschlüsselung der mittleren DK-Verbrauchsnormen auf die einzelnen Betriebe der Pflanzenproduktion nicht zu vertreten ist.

Vielmehr ist es erforderlich, daß sich die Energieverantwortlichen der einzelnen Betriebe genaue Kenntnisse über den DK-Verbrauch beeinflussende Faktoren aneignen

Tafel 1. Entwicklung des Arbeitsaufwands in der Getreideproduktion

Jahr	Kornertrag t/ha	Getreideproduktion insgesamt		davon Strohernte AKh/t Stroh
		AKh/ha	AKh/t Korn	
1975	3,6	20 ... 25	5,6 ... 6,9	2,5 ... 3,5
1980	3,8	15 ... 20	3,9 ... 5,3	0,9 ... 1,4
1985	4,0	12 ... 15	3,0 ... 3,8	0,4 ... 0,6

Tafel 2. Spezifischer DK-Verbrauch für das Produktionsverfahren Getreide

Getreideart	DK-Verbrauch		kg/dt	
	kg/ha	%	kg/dt	%
Wintergerste	86,6	107	2,0	96
Winterroggen	69,6	86	2,4	112
Winterweizen	89,5	110	2,0	96
Sommergetreide	78,1	97	2,1	100
x	80,9	100	2,1	100

und spezifische Verbrauchsnormen für jeden Betrieb und jede Brigade erarbeiten (Tafel 2).

Eine Aufgliederung des DK-Bedarfs in der Getreideproduktion nach Produktionsabschnitten zeigt, daß die Grundbodenbearbeitung 32,2 % des Kraftstoffs erfordert und die Prozesse der Korn- und Strohernte mit 20 % bzw. 16,8 % folgen. Hier müssen die Maßnahmen zur Senkung des DK-Aufwands ansetzen (Tafel 3).

Die Reduzierung des Energieaufwands beim Mähdrusch kann nicht isoliert von nachfolgenden Schritten der Erntegutauflbereitung betrachtet werden. Neben den hier zu behandelnden Möglichkeiten zur Senkung des DK-Verbrauchs beim Einsatz des Mähdruschers E 516 müssen weitere Zusammenhänge beachtet werden:

- Der Aufwand für Aufbereitung und Konservierung des Ernteguts wird maßgeblich vom Grad der Ausnutzung von Perioden mit günstiger Witterung bestimmt.
- Die Höhe der Gesamtverluste und der Grad der Qualitätsminderung der Mähdruschfrüchte hängt wesentlich davon ab, wie es gelingt, die optimalen Erntezeitspannen zu nutzen.

– Die Verluste verringern nicht nur die Menge an verwertbaren Erzeugnissen, sondern sind energetisch als Materialaufwand zu betrachten [1]. Bezogen auf den DK-Verbrauch heißt das, daß für Korn, das den Mähdrusch passiert, jedoch nicht zur Verarbeitung gelangt, Aufwendungen entstehen, die die verwertbaren Erzeugnisse zusätzlich belasten.

Mit der durchgängigen Optimierung der Getreideernte in ihrer Einheit von hoher Leistung, geringsten Verlusten und bester Qualität wird, wie Feiffer in [2] nachweist, auch ein beachtlicher energieökonomischer Effekt erzielt. Insgesamt konnte die Menge an zu trocknendem Getreide im Vergleich der Jahre 1980 und 1981 um rd. 1,1 Mill. t reduziert werden, was allerdings nicht ausschließlich auf eine Verbesserung der Prozeßgestaltung zurückzuführen sein dürfte. Die Verringerung der zu trocknenden Menge bewirkte eine Energieeinsparung von 42 % [3].

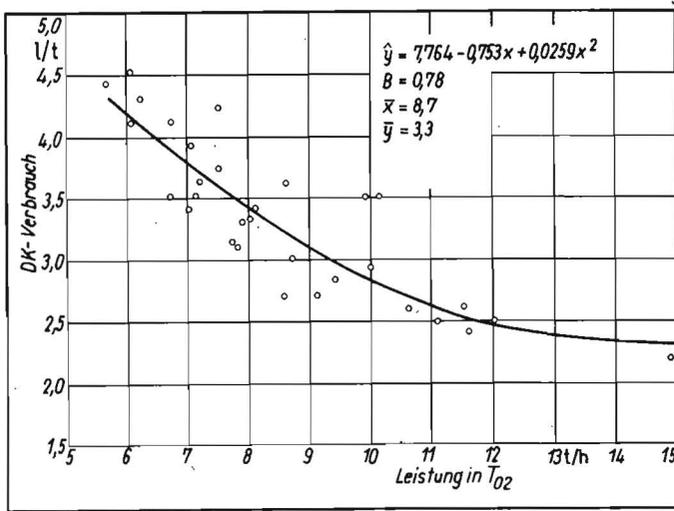
Mit der Erhöhung des Mähdruschbestands in der DDR von 14 000 auf rd. 20 000 Einheitsmähdrusch (auf einen Durchsatz von 5 kg/s berechnet) wird eine gute Ausgangsposition geschaffen, die Mähdruschfrüchte in der agrotechnisch günstigen Zeitspanne verlustarm zu bergen. Dadurch wird die Pflanzenproduktion auch in die Lage versetzt, weniger feuchtes Getreide zu ernten, und im Rahmen der Trocknungsbetriebe und der VEB Getreidewirtschaft kann ebenfalls Energie gespart werden. Die Höhe des Mähdruschbestands in der DDR ist territorial sehr unterschiedlich und in einigen Gebieten unbedingt zu erhöhen, denn hier müssen je Mähdrusch noch über 200 ha in der Kampagne geerntet werden. Je Mähdrusch sollte mit einer Kampagneleistung von

Tafel 3. Relativer Anteil des Bedarfs an Arbeitszeit, DK und Kosten für das Produktionsverfahren Getreide

Verfahrensabschnitt	DK	Arbeitszeit	Kosten der technischen Arbeitsmittel und Arbeitskräfte
	%		
Grunddüngung	12	10	12
Grundbodenbearbeitung	32	10	14
Saatbettbereitung und Bestellung	13	15	14
Pflege, Düngung	6	22	12
Kornernte	20	18	25
Strohernte	17	25	23

Tafel 4. DK-Verbrauch bei der technologischen Erprobung der Mähdrusch E 512 und E 516

Mähdrusch	Erprobungsort	Jahr	DK-Verbrauch	kg/t Korn
			kg/ha	
E 512	Blumberg (Bezirk Frankfurt/O.)	1968	10,10 9,08 ... 10,62	2,97
		1969	14,10 12,50 ... 15,81	
	Gröbzig (Bezirk Halle)	1972	15,23 12,51 ... 16,71	3,17
E 516	Querfurt (Bezirk Halle)	1978	19,0 16,5 ... 21,2	3,3
	Querfurt (Bezirk Halle)	1979	17,4 15,3 ... 19,5	3,2



Tafel 5. Leistungen und Aufwendungen verschiedener Getreidetransportvarianten

Transporteinheit	6 km Transportentfernung			20 km Transportentfernung		
	t/h	M/t	l/t · km	t/h	M/t	l/t · km
W 50 LA/Z + 1 HW 80.11	9,2	2,11	0,11	7,1	3,38	0,08
W 50 LA/K + 1 HW 60	7,9	2,92	0,12	6,1	3,81	0,09
ZT 300 + 2 HW 80.11	8,0	2,51	0,13	5,4	3,71	0,10

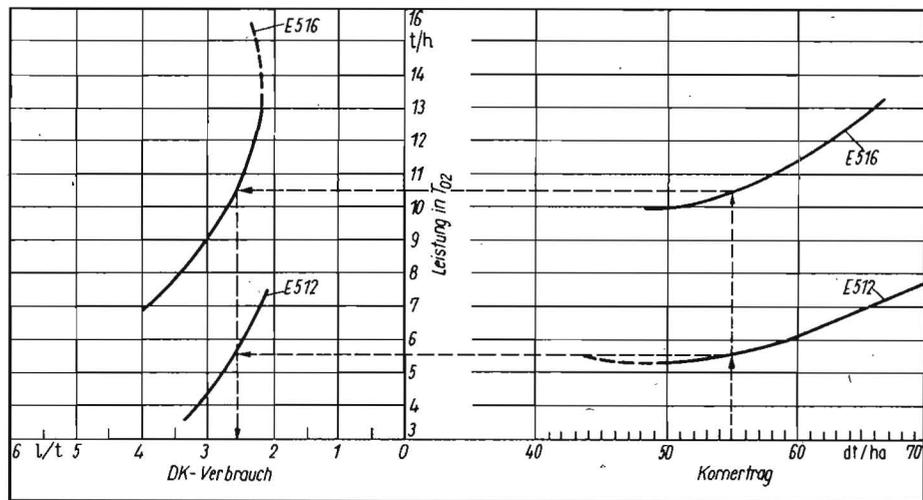
Bild 1. DK-Verbrauch des Mähdeschers E 516 in Abhängigkeit von der Leistung in  $T_{02}$  bei Wintergerste, Sommergerste und Winterweizen

Bild 2. DK-Verbrauch der Mähdescher E 512 und E 516 in Abhängigkeit vom Kornertrag am Beispiel eines Betriebs mit einem mittleren Ertragsniveau von 55 dt/ha

< 130 ha/Einheitsmähdescher gerechnet werden, um den zukünftigen Anforderungen zur Ausnutzung des Gratisfaktors Natur zu entsprechen.

Im allgemeinen wird behauptet, daß mit dem Mähdescher E 516 der DK-Bedarf je ha um rd. 30 % höher liegt als beim E 512. Untersuchungen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zeigen, daß, wenn der E 516 in Gebieten mit einem Kornertrag über 45 dt/ha eingesetzt wird, nicht mehr DK/t Korn verbraucht wird als mit dem Mähdescher E 512 (Tafel 4):

Der auf eine Einheit geernteten Kornes (Bild 1) bezogene massenspezifische Kraftstoffverbrauch sinkt mit zunehmender Mengenleistung degressiv ab (Bild 2). Das Anwachsen des spezifischen DK-Aufwands bei sinkenden Mengenleistungen des E 512 ist darauf zurückzuführen, daß die Menge an DK zur Fortbewegung und zum Betreiben der Arbeitshydraulik unabhängig vom Durchsatz gleich bleibt. Erreicht der E 516 nur gleiche oder geringfügig höhere Leistungen als der E 512, schneidet er entsprechend schlechter ab, da immerhin eine Eigenmasse von rd. 6 bis 7 t (einschließlich größerer mittlerer Masse des Bunkerinhalts) bei 10 bis 15 % schlechterem Wirkungsgrad der Elemente der Kraftübertragung zum Fahrtrieb mehr zu bewegen sind. Die berechnete Forderung nach einer möglichst hohen Mengenleistung und damit nach der Reduzierung des spezifischen DK-Aufwands darf jedoch nicht auf Kosten überhöhter Dreschwerksverluste realisiert werden. Die Senkung des DK-Verbrauchs um 1 l/t Korn würde bei einem Ertrag von 50 dt/ha eine Einsparung von 2,75 M/ha darstellen, die bereits durch ei-



nen Anstieg der Verluste um 0,15 % wieder kompensiert werden würde. Bei der Energiebilanzierung sind deshalb alle Verlustkomponenten, besonders die Vorernteverluste und ihre Beziehungen zur Erntesituation, die Beziehung zwischen Maschinenleistung und Schlagkraft im Zusammenhang mit der Ausnutzung der optimalen Erntezeitspannen und damit der Aufwand an technischer Energie zur Trocknung feuchten Getreides, zu berücksichtigen. Grundsätzlich ist aus der Sicht des DK-Verbrauchs ein Einsatz des E 516 in ertragreichen Gebieten zu fordern, wo mit ihm entsprechende Leistungen erzielt werden können. Mit der Einführung des neuen drehzahlreduzierten Motors zum Mähdescher E 516 wird darüber hinaus von der konstruktiven Seite her eine Senkung des

spezifischen DK-Verbrauchs um 10 bis 15 % im Vergleich zu älteren Serienmaschinen erreicht [4].

Ausgehend von den Erntebedingungen in der DDR und den unterschiedlichen Getreideertragsgebieten stellen sich die Pflanzenproduktionsbetriebe darauf ein, künftig zwei Mähdeschertypen nebeneinander, aber in getrennten Komplexen, einzusetzen. Für die gesamte DDR wird vom Autor ein Verhältnis 40 % E 516 und 60 % E 512 als optimal eingeschätzt. Der E 512 ist dabei zukünftig durch den Mähdescher E 514 zu ersetzen.

Sehr hoch sind die DK-Aufwendungen immer noch für die Transportaufgaben. Selbst in der Getreideproduktion betragen sie für den Körner- und Strohtransport rd. 18 kg/ha, das entspricht 22 % des Gesamtaufwands

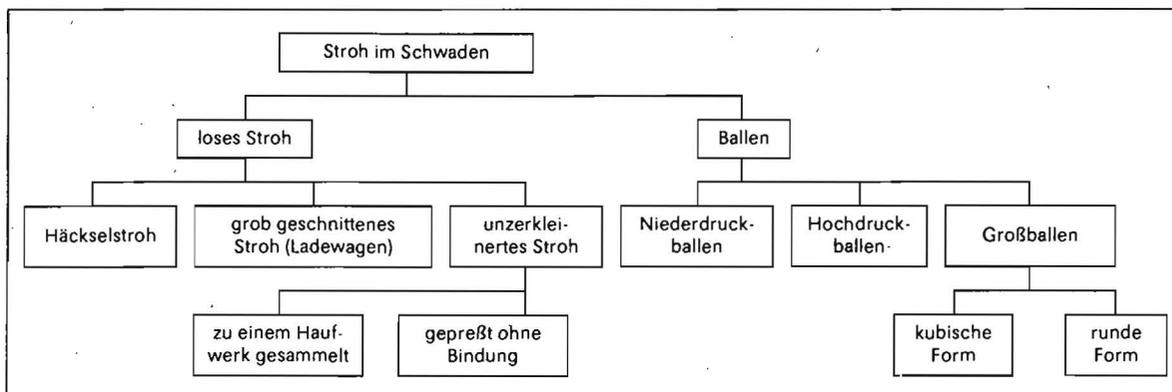


Bild 3. Einteilung der Strohbergverfahren

an DK für die Produktion von Getreide. Richtige Transportgestaltung und Transportoptimierung tragen zur Senkung des DK-Aufwands bei. Vom Kraftstoffaufwand her ist in der DDR der LKW W 50 eindeutig – auch bei kurzen Feldentfernungen unter 5 km – der Transportvariante mit dem Traktor ZT 300 überlegen. Der Einsatz des W 50 spart gegenüber dem des ZT 300 10 bis 15 % DK ein. Von den Kosten her gesehen ist der W 50 ab etwa 7 km der ZT-300-Variante ebenfalls überlegen (Tafel 5).

Die Verringerung der Transportentfernung senkt nicht nur den DK-Aufwand, sondern auch die Anzahl der erforderlichen Transportmittel. Kommt man beim Komplexeinsatz von 6 Mähdreschern E 516 bei einer Feldentfernung von 5 km mit 6 Transporteinheiten aus, benötigt man schon bei Entfernungen von 20 km 9 und bei 30 km 12 Transporteinheiten. Der DK-Aufwand erhöht sich von 42 l/h auf rd. 90 l/h.

In den Prozessen der Strohernte gibt es noch große Reserven und Möglichkeiten zur DK-Einsparung. Gerade in der Strohernte und -einlagerung sind durch neue Lösungen vorhandene Mechanisierungslücken zu schließen und die Strohernte effektiver zu gestalten.

Unter Beachtung der internationalen Entwicklung der Strohernteverfahren sind mehrere Linien zu unterscheiden, wobei eine Einteilung nach Losegut- und Ballenlinie zweckmäßig erscheint (Bild 3). Vom Materialaufwand, von der Transportwürdigkeit, vom DK-Aufwand und von den Kosten aus betrachtet ist der Bergung von losem Stroh mit dem großvolumigen Ladewagen (z. B. HTS 71.04) eine besondere Bedeutung beizumessen.

In der Ballenlinie geht der Trend eindeutig auch in der DDR zur Großballenpresse mit Ballenmassen von 500 bis 700 kg. Die Anwendung des Hochdruckballenverfahrens wird in der DDR vorbereitet. Bis zu seiner Einführung um das Jahr 1990 sind jedoch noch einige Fragen zu klären:

- Die Strohfeuchte muß unter 16 % liegen. Mit der Einbringung von Harnstoff ist jedoch eine Konservierung möglich, und Stroh mit einer Feuchte von 22 % konnte erfolgreich gepreßt, konserviert und gelagert werden.
- Das Verfahren erfordert neue Umschlagverfahren, die aber mit den Traktoren MTS-50 oder ZT 300 und entsprechenden Hubwerkzeugen realisierbar wären.
- Probleme der Lagerung und Weiterverarbeitung in der Tierproduktion sind noch technologisch zu klären.

Der Ladewagen HTS 71.04 mit einem Fassungsvermögen von 50 m<sup>3</sup> wurde in der DDR entwickelt und wird im Rahmen des Rationalisierungsmittelbaus im Bereich der Landwirtschaft serienmäßig gefertigt.

Für seinen Einsatz sprechen besonders:

- große Lademasse von 2,5 t bei Einhaltung der Vorschriften der Straßenverkehrsordnung mit einer Transportbreite von nur 2,5 m
- vielseitiger Einsatz des Ladewagens für Grüngut, Heu und Stroh
- Die Maschinenkette für die Strohernte und die Organisation des Einsatzes werden vereinfacht, da Ladewagen unabhängig von anderen Mechanisierungsmitteln

Tafel 6  
DK-Bedarf verschiedener Strohernteverfahren bei einem Transportweg von 3 km, einer Arbeitszeit von 10 h (T<sub>08</sub>) und einem Strohertrag von 30 dt/ha

Verfahren	Leistung ha/Tag	DK-Bedarf l/ha	%
<i>Häcksel</i>			
3 E 280			
9 ZT 300 + 2 HW 80 (42 m <sup>3</sup> )	45	21	100
1 ZT 300 mit Schieber			
<i>Preßgut</i>			
3 K 453			
7 ZT 300 + 2 HW 80 (42 m <sup>3</sup> )	40	18	83
1 ZT 300 mit Schieber			
<i>Langgut</i>			
6 ZT 300 + HTS 71.04	50	11	50
1 ZT 300 mit Schieber			

Tafel 7. Bewertung von Strohernteverfahren (Ernte, Transport, Einlagerung)

Kriterien		Häcksel	Ballen	Ladewagen (50 m <sup>3</sup> )
Strohmasse im Schwaden	t/ha	3,5	3,5	3,5
Aufnahme- und Übergabeverluste	%	20	5	5
geerntete Masse	t/ha	2,8	3,3	3,3
	%	100	118	118
Schüttdichte auf Transportfahrzeugen	kg/m <sup>3</sup>	40	70	50
Kapazitätsanspruch	ha/h	1,4	1,4	1,4
	in T <sub>08</sub>			
Aggregatkapazität der Stroherntemaschinen	ha/h	1,4	1,4	0,8
	in T <sub>08</sub>			
Arbeitszeitbedarf	AKh/t	1,2	1,0	0,6
	in T <sub>08</sub>			
	%	100	83	50
Bedarf an DK	l/t	7,7	4,8	3,5
	%	100	62	46
Kosten für Mechanisierungsmittel, Bindegarn und Lohn	%	100	95	55

Tafel 8. Aufwendungen für die Ernte von Futterstroh in Abhängigkeit von den Lagerverlusten

Lagerverluste %	rel. Aufwand DK %	AKh %	Verfahrenskosten %
25	111	114	112
15	100	100	100
0	84	80	82

auf dem Feld beladen werden können und ihre Ladung am Lagerort selbständig abgeben.

- Die Strohernte wird um rd. 30 % billiger, und der Ladewagen führt zur Senkung des DK-Verbrauchs um rd. 10 l/ha.

Der Einsatz des neuen Ladewagens wird vorerst das energieaufwendige Strohhäckseln nach und nach ablösen und wesentlich zur DK-Einsparung beitragen (Tafel 6).

Die Ballenlinie und die Ladewagenlinie haben darüber hinaus den Vorteil, daß die Verluste an Stroh bei der Aufnahme der Schwaden und bei der Übergabe auf das Transportfahrzeug ≤ 5 % gehalten werden können. In der Häckselgutlinie betragen die Überblasverluste je nach Windverhältnissen und Einsatzbedingungen 10 bis 20 %.

Bei der generellen Bewertung der Strohernteverfahren ist auch diese Tatsache stets zu beachten. Eine Gesamtbewertung der in der DDR zur Anwendung kommenden Strohernteverfahren zeigt nochmals die Vorteile des Ladewagens auf (Tafel 7).

Während bei den heutigen Verfahren mit Feldhäcksel oder Hochdruckpresse die Ver-

fahrenskosten 35 bis 40 M/t betragen, überschreiten diese bei den Ladewagenverfahren nicht 25 M/t.

Energiemäßig lohnt es sich auch immer, qualitativ gutes Stroh zu bergen und qualitätsgerecht zu lagern. Lagerverluste verschlechtern nicht nur den Futterwert des Strohs, sondern lassen auch den DK-Verbrauch, den Arbeitsaufwand und die Verfahrenskosten erheblich ansteigen (Tafel 8).

### Zusammenfassung

Im Beitrag konnten nur einige Analysenwerte zum Energieaufwand in der Korn- und Strohproduktion für die in der DDR eingesetzten Mechanisierungsmittel mitgeteilt werden. Gleichzeitig sollten Entwicklungstrends in den Verfahren der Getreideproduktion angedeutet und einige Möglichkeiten gezeigt werden, wie Praxis, Wissenschaft und Landmaschinenindustrie gemeinsam die Korn- und Strohproduktion unter den Bedingungen der sozialistischen Landwirtschaft effektiver gestalten können.

### Literatur

- [1] Müller, M.: Witterungsbedingter Feuchtegehalt erntereifer Getreidebestände und Energieaufwand. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 7, S. 294–295.
- [2] Feiffer, P.: Reserven in der Getreideernte noch besser ausnutzen. Getreidewirtschaft, Berlin 14 (1980) 5/6, S. 133–135.
- [3] Jacobi, H.: Zu einigen Ergebnissen der Getreideernte 1981. Getreidewirtschaft, Berlin 16 (1982) 1, S. 10–13.
- [4] Baumhchel, G.; Peters, A.; Richter, G.: Untersuchungen zur Senkung des spezifischen DK-Verbrauchs beim Einsatz des Mähdreschers E 516. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 4, S. 156–158.