

Spezifischer Energieaufwand bei verschiedenen Verfahren der Pflanzenproduktion

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

Das Ziel jeglicher Produktion besteht darin, mit einem Minimum an Aufwendungen ein definiertes Produkt zu erzeugen, dessen GebrauchsWert in jedem Fall die Summe der getätigten Aufwendungen übersteigt.

Aufwendungen entstehen in Form des Material- und Energieeinsatzes sowie des Einsatzes von lebendiger und vergegenständlicher Arbeit.

Effektivster Einsatz von Rohstoffen und Energie, verbunden mit minimalem Aufwand an lebendiger Arbeit, ist eine Hauptforderung, die an jeden Produktionsprozeß gestellt wird.

Der Zuwachs an Nationaleinkommen wird in Zukunft wesentlich davon abhängen, wie es gelingt, die spezifischen Aufwendungen an Energie, Material und lebendiger Arbeit zu senken.

Dementsprechend ist vorgesehen, den Verbrauch wichtiger Energieträger, Rohstoffe und Materialien, berechnet auf eine Einheit industrielle Warenproduktion, im Zeitraum von 1976 bis 1980 um durchschnittlich 3 % zu senken [1]. Der Trend der internationalen Preisentwicklung bei Rohstoffen in der gegenwärtigen Zeit verstärkt diese Forderung noch.

Wird eine kontinuierliche Produktionssteigerung entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen für den weiteren Zeitraum zugrunde gelegt, so ist das unter Beibehaltung gegenwärtiger Verfahrenslösungen objektiv mit einem Anwachsen des Energiebedarfs verknüpft.

Um dem entgegenzuwirken, steht die Aufgabe, Produktionsverfahren mit niedrigstem spezifischen Energieaufwand zu entwickeln. In diesem Zusammenhang erhält eine Analyse des spezifischen Energieaufwands in den Verfahrensabschnitten der Pflanzenproduktion Bedeutung. Die Schwerpunkte des Energieaufwands sowie darauf wirkende Einflußgrößen im Verfahrensablauf lassen sich dadurch sichtbar machen.

1. Methodik

Die Pflanzenproduktion erfordert den Einsatz unterschiedlichster Energieformen. Primär ist für die Produktion von Biomasse Sonnenenergie erforderlich. Da diese Energie aber keine Aufwendung im technologisch-ökonomischen Sinne darstellt, wird sie aus den weiteren Betrachtungen herausgelassen.

Wasser und Nährstoffe sind darüber hinaus unentbehrliche Voraussetzung für das Pflanzenwachstum. Die Bereitstellung erfolgt nur z.T. über natürlich ablaufende Prozesse. Aufwendungen in Form organischer und mineralischer Düngung sowie Maßnahmen der Be- und Entwässerung sind erforderlich.

Schließlich stellen alle Maßnahmen zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit, zur Pflege und zum Pflanzenschutz sowie zur Ernte, die den Aufwand „technischer Energie“ (hierunter werden alle Energieträger verstanden, deren Produktion gesellschaftlichen Aufwand erfordert), Aufwendungen im Sinne dieser Aufgabenstellung dar.

Die Herstellung landtechnischer Arbeitsmittel erfordert Energieaufwand im Fertigungsprozeß

selbst sowie in Form des eingesetzten Materials.

In die weiteren Betrachtungen werden nur energetische Aufwendungen in den Pflanzenproduktionsverfahren einbezogen, die in Form von mechanischer Energie auf der Basis von Dieselmotorkraftstoff (DK) oder Elektroenergie (El) auftreten.

Die Ermittlung des spezifischen Energieaufwands setzt voraus, daß der Umfang an zugeführter Energie bekannt ist und bestimmten abgegrenzten Verfahrensabschnitten eindeutig zugeordnet werden kann. Zugleich ist erforderlich, daß das erzeugte Produkt qualitativ und quantitativ gemessen werden kann.

Diese Voraussetzungen sind bei Erzeugnissen der Pflanzenproduktion erfüllt. Der spezifische Energieaufwand zur Herstellung eines bestimmten Produkts ist von verschiedenen Randbedingungen abhängig. In der landwirtschaftlichen Produktion gehören dazu u. a.:

- Grad der gesellschaftlichen Entwicklung
- Betriebs- und Organisationsstruktur
- technische und technologische Lösungen
- Leistungsparameter der eingesetzten landtechnischen Arbeitsmittel
- Qualifizierungsgrad der eingesetzten Arbeitskräfte
- Produktionsbedingungen nach Klima und territorialer Lage.

In Kenntnis der Vielfalt dieser Einflußfaktoren sind repräsentative Verfahrenslösungen aus der Landwirtschaft der DDR für eine Analyse zu nutzen [2].

Die Berechnung des spezifischen Energieaufwands wird auf der Basis der Schichtzeit T_{08} (TGL 22289) vorgenommen. Zuschläge für technische und soziale Betreuung fanden keine Berücksichtigung. Zur Ermittlung des spezifischen Energieaufwands landtechnischer Arbeitsmittel wurde auf Angaben in der Literatur zurückgegriffen [3, 4].

2. Spezifischer Energieaufwand in ausgewählten Verfahren der Pflanzenproduktion

2.1. Getreideproduktion

In der DDR wird Getreide auf über 50 % der Ackerfläche angebaut. Der spezifische Energieaufwand in der Getreideproduktion ist deshalb von besonderer Bedeutung.

Getreide wird unter den vielfältigsten Standortbedingungen produziert. Daraus resultieren außerordentlich differenzierte Randbedingungen bei der Analyse des spezifischen Energieaufwands, die zu einer großen Anzahl unterschiedlicher Ausgangswerte in der Berechnung führen. Für die Untersuchungen wurde daher die Getreideart Winterweizen ausgewählt.

In Tafel 1 sind die technisch-technologischen Verfahrenslösungen sowie die energetischen Aufwendungen in den einzelnen Verfahrensabschnitten dargestellt.

Charakteristisch für das Verfahren sind folgende Energieaufwandsspitzen:

— Grundbodenbearbeitung

— Ernte.

Eine große Spannweite ergibt sich bei den Aufwendungen zur Bodenbearbeitung. Neben der Bodenart hat bei vorgegebener Qualität vor allem der Bodenzustand großen Einfluß auf die Flächenleistung und damit auf den spezifischen Energieaufwand. Die benötigte Menge Dieselmotorkraftstoff je Hektar differiert bei unterschiedlichen Bodenarten sehr stark. Beim Traktor K-700 kann sie beispielsweise auf schweren Böden bis zu 100 %, beim Traktor ZT 303 bis zu 30 % gegenüber der Aufwandmenge für leichte Böden höher liegen [3].

Für den Abschnitt der Ernte haben neben den energetischen Aufwendungen der Erntemaschine vor allem die Transportaufwendungen große Bedeutung. Sie erfordern in diesem Verfahrensabschnitt etwa die Hälfte des Energieaufwands.

2.2. Zuckerrübenproduktion

Für die Untersuchung des Energieaufwands in der Zuckerrübenproduktion wurde das in Tafel 2 dargestellte Beispiel ausgewählt. Als Energieträger kommt ausschließlich Dieselmotorkraftstoff zum Einsatz. Im Vergleich der verschiedenen Verfahrensabschnitte zeigt sich, daß insgesamt höhere energetische Aufwendungen im Vergleich zur Getreideproduktion erforderlich sind. Der Hauptteil an Dieselmotorkraftstoff wird im Verfahrensabschnitt „Ernte“ eingesetzt (50 %).

Die vergleichsweise zu anderen Fruchtarten hohen Erträge bedingen außerordentlich hohe Transportaufwendungen bei der Ernte (rund 30 % des Gesamtenergieaufwands).

2.3. Kartoffelproduktion

Für die Untersuchungen wurde ein Verfahren der Speisekartoffelproduktion ausgewählt (Tafel 3).

Den höchsten energetischen Aufwand erfordern die Verfahrensabschnitte

- organische Düngung (23 %)
- Grundbodenbearbeitung (17 %)
- Ernte (36 %).

Ursache für den hohen energetischen Aufwand bei der organischen Düngung sind der Transport und das Streuen des Stalldung.

Von besonderem Interesse ist der Vergleich im Abschnitt Ernte zwischen dem Einsatz des Rodeladers E 684 mit der Trennanlage E 691 und dem Rodeausleselader E 665 (Tafel 4).

Trotz der höheren Transportaufwendungen durch den vorgegebenen Beimengungsanteil von 20 % hat das Verfahren mit der stationären Trennung Vorteile gegenüber dem Einsatz des Rodeausleseladers durch die höhere Flächenleistung beim Roden und die damit stark verkürzten Beladezeiten der Transportfahrzeuge. Dagegen sind die energetischen Aufwendungen (Elektroenergie) zum Betreiben der stationären Trennanlage mit rund 160 MJ/ha gering. Die Differenz von über 2 000 MJ/ha zugunsten des stationären Trennens übersteigt den Aufwand, der für die Einebnung der Ackerfläche nach

Tafel 1. Spezifischer Energieaufwand in der Getreideproduktion (Winterweizen; Kornertrag 50 dt/ha, Strohertrag 40 dt/ha, Anbaugebiete: D₁, D₂, L₁ bis L₃)

lfd. Nr.	Arbeitsgang	Arbeitsmittel	spez. Energieaufwand (T ₀₈)		
			Teilsumme		(1 DK/ha)
			MJ/ha	MJ/ha	
1	Tieflockern	K-700, B 371, B 324		243	(6,8) ¹⁾
2	Oberflächenentsteinung	MTS-52, B 380	68		
		ZT 300, HW 60.11	28	96	(2,7)
3	organische Düngung (Stroh-, Gründüngung)	E 280	107		
		ZT 300, A 591	176	283	(8,0)
4	Mineraldüngung P/K/Ca	W 50, D 032 N, T 174		117	(3,3)
5	Bodenbearbeitung	ZT 303, ETB-24	203		
		K-700, B 501, B 461	752		
		ZT 303, B 201, B 461		955	(26,8)
6	Saatbettbereitung	K-700, T 890, B 231, B 326		214	(6,0)
7	Aussaat	ZT 303, T 890, A 202	174		
		MTS-50, THK-5	67	241	(6,8)
8	mechanische Pflege	ZT 300, T 870, B 435	100		
		MTS-50, T 890, Uni 150	59	159	(4,5)
9	chemische Pflege	MTS-52, S 2002	84		
		Wassertransp. m. W 50	76	160	(4,5)
10	Stickstoffdüngung	W 50, D 032 N, T 174	139		
		Z-37, W 50, HW 80, T 174	178	317	(8,9)
11	Ernte, Korn	E 512	508		
		W 50 LAZ, HW 80	582		
	Ernte, Stroh	MTS-50, K 442	325		
		MTS-50, THK-5 LSHA	466		
		FG 630 (Einlagern)	59 (Elt)	1940	(52,4)
gesamt				4725	

1) jährlicher Anteil

Tafel 2. Spezifischer Energieaufwand in der Zuckerrübenproduktion (Erträge: Rüben 400 dt/ha, Kraut 400 dt/ha; Anbaugebiete: L₁ bis L₃)

lfd. Nr.	Arbeitsgang	Arbeitsmittel	spez. Energieaufwand (T ₀₈)		
			Teilsumme		(1 DK/ha)
			MJ/ha	MJ/ha	
1	Tieflockern	K-700, B 371, B 324		243	(6,8) ¹⁾
2	Oberflächenentsteinung	MTS-52, B 380	68		
		ZT 300, HW 60	28	96	(2,7)
3	organische Düngung (Stroh-, Grün-, Gülledüngung)	E 280	107		
		ZT 300, A 591	176		
		ZT 300, HTS 100.27	664	947	(26,6)
4	Mineraldüngung	W 50, D 032 N, T 174		117	(3,3)
5	Bodenbearbeitung	ZT 303, ETB-24	203		
		ZT 303, B 200-2,	512		
		B 324, K-700, B 501,	1051		
		ZT 303, B 202		1766	(49,6)
6	Saatbettbereitung	ZT 303, T 890, B 327	113		
		ZT 303, T 890, B 324			
		B 435, B 327	125	238	(6,7)
7	Aussaat	MTS-52, A 697	78		
		MTS-50, THK-5	47	125	(3,5)
8	Stickstoffdüngung	ZT 300, HW 80			
		T 174, MTS-50, D 028		143	(4,0)
9	mechanische Pflege (Hacke)	MTS-52, P 437		314	(8,8)
10	chemische Pflege (Vorauflaufbehandlung Nachauflaufbehandlung Ausbringung von Insektiziden)	MTS-52, S 1002			
		ZT 300, HTS 30.27			
		MTS-52, Bandspritzgerät		431	(12,1)
11	Ernte, Köpfladen Krauttransport Einlagern/Abdecken	6-ORCS	495		
		ZT 300, HW 80-SHA	1495		
		T 174, ZT 300/B 250			
		GT 124, T 150	336		
	Rodeladen	KS-6	824		
	Rübentransport	W 50 LAZ, HW 80.11	940	4090	(114,9)
gesamt				8510	

1) jährlicher Anteil

Tafel 3. Spezifischer Energieaufwand in der Speisekartoffelproduktion (Ertrag 300 dt/ha; Anbaugebiete: D₃ bis D₅)

lfd. Nr.	Arbeitsgang	Arbeitsmittel	spez. Energieaufwand (T ₀₈)		
			Teilsumme		(1 DK/ha)
			MJ/ha	MJ/ha	
1	Tieflockern	K-700, B 371, B 324		243	(6,8) ¹⁾
2	organische Düngung (Stalldüngung)	ZT 300, HW 80, T 174, ZT 303, T 088	1116		
3	Mineraldüngung	W 50, D 032 N	759	1875	(52,7)
		T 174		137	(3,8)
4	Bodenbearbeitung	K-700, BDT-7			
		K-700, B 501,		1424	(40,0)
		ZT 303, B 201		214	(6,0)
5	Pflanzbettbereitung	K-700, T 890, B 231			
6	Stickstoffdüngung	Z-37, T 174		202	(5,8)
7	Legen	W 50, HW 80			
		ZT 300, HW 80			
		MTS-80, 6-SaBPD-75		410	(11,5)
8	mechanische Pflege	MTS-52, P 437, Uni 250		272	(7,6)
9	chemische Pflege	MTS-52, THK-5			
		MTS-52, S 2002, Z-37,			
		W 50 LAZ Spezialaufbau		367	(10,3)
10	Ernte				
	Krautbehandlung	MTS-52, S 1002	51		
		MTS-52, THK-5	31		
		ZT 300, E 619	132		
	Roden	MTS-80, E 684	586		
	Transport	W 50 LAZ, HW 80.11	1874	2674	(75,1)
11	Aufbereitung	K 720, E 691	81 (Elt)		
		MTS-50, HW 60	83	164	(2,3)
gesamt				7982	

1) jährlicher Anteil

Tafel 5. Spezifischer Energieaufwand in der Futterproduktion (Welsches Weidelgras, Erträge: 200, 150, 100 dt/ha, Anbaugebiete: D₄, D₅, L₁ bis L₃)

lfd. Nr.	Arbeitsgang	Arbeitsmittel	spez. Energieaufwand (T ₀₈)		
			Teilsumme		(1 DK/ha)
			MJ/ha	MJ/ha	
1	Tieflockern	K-700, B 371, B 324		243	(6,8) ¹⁾
2	Oberflächenentsteinung	MTS-52, B 380	68		
		ZT 300, HW 60	28	96	(2,7)
3	organische Düngung (Stroh-, Grün-, Gülledüngung)	E 280	107		
		ZT 300, A 591	176		
		ZT 300, HTS 100.27	664	947	(26,6)
4	Mineraldüngung	W 50, D 032 N			
		T 174		117	(3,3)
5	Bodenbearbeitung	K-700, BDT-7		209	
		ZT 303, T 900, B 359,			
		B 324		112	
		K-700, B 501, B 461			
		ZT 303, B 201, B 461		759	1080
6	Saatbettbereitung	ZT 303, B 231, B 324,			
		T 900		198	
		ZT 303, B 504, B 324		138	336
7	Aussaat	MTS-52, A 591	77		
		MTS-50, HW 60	46		
		MTS-50, T 900, B 435	111	236	(6,6)
8	Stickstoffdüngung	W 50, D 032 N			
		T 174		72	(2,0)
9	Ernte, 1. Schnitt (110 dt/ha Welkgut)	Mähen E 301	195		
		Schwadwenden E 301			
		E 294	146		
		Häckseln E 280	578		
		Transport W 50, HW 80	1073		
		Einlagern ZT 303,			
		Heckgreifer			
		Verteilerhaken	222	2214	(62,2)
10	Stickstoffdüngung	W 50, D 032 N, T 174		59	(1,7)
11	Ernte, 2. Schnitt (80 dt/ha Welkgut)	E 301	195		
		E 303, E 294	146		
		E 280	461		
		W 50, HW 80	685		
		ZT 303, ...	178	1666	(47,8)
12	Stickstoffdüngung	W 50, D 032 N, T 174		59	(1,7)
13	Ernte, 3. Schnitt (55 dt/ha Welkgut)	Mähen E 301	177		
		Schwaden MTS-50			
		E 247, E 249	68		
		Häckseln E 280	338		
		Transport W 50, HW 80	586		
		Einlagern ZT 303, ...	116	1285	(36,1)
gesamt				8410	

1) jährlicher Anteil

Tafel 4. Vergleich des spezifischen Energieaufwands unterschiedlicher Verfahrenslösungen der Kartoffelernte (Ertrag 330 dt/ha, Beimengungsanteil beim 2. Verfahren 20%)

	Roden		Kartoffeln abfahren		Sortieren		Gesamtsumme
	Anzahl	Leistung in T ₀₈ ha/h	Energieaufwand MJ/ha	Anzahl	Energieaufwand MJ/ha	Anzahl	
1. Verfahren:							
MTS-52 mit E 665	6	1,02	1050				
W 50 LAZ mit HW 80.11				10	3650		
							4700
2. Verfahren:							
MTS-80 mit E 684	4	1,58	590				
W 50 LAZ mit HW 80.11				9	1870		
K 720						2	
E 691 mit Verdichter						2/1	
MTS-50 mit HW 60						0,5	160
							2620

dem Rodeladen erforderlich ist (ein Arbeitsgang Schalen mit der Scheibenegge BDT-7 erfordert etwa 200 MJ/ha).

2.4. Futterproduktion

Kompliziert erscheint die Untersuchung des spezifischen Energieaufwands in der Futterproduktion. Zum einen sind gerade in dieser Produktionsrichtung die Einflüsse durch territoriale Lage und Witterungsverlauf sehr groß, andererseits wird die Produktion bis zu unterschiedlichsten Verwendungsformen geführt. In jedem Fall muß zwischen Frischfutter, Naß- und Anweilsilage, Heu und Trockengrünut unterschieden werden. Außerdem ist von Bedeutung, ob es sich um Futter im Haupt- oder Zwischenfruchtanbau handelt. Mit dem Verfahren Ackerfutterproduktion soll ein den im vorangegangenen Abschnitt untersuchten Produktionsverfahren äquivalentes einbezogen werden. In Tafel 5 sind die Berechnungswerte zusammengestellt. Die höchsten energetischen Aufwendungen entstehen in den Abschnitten

- organische Düngung (11%)
- Bodenbearbeitung (13%)
- Ernte (61%).

Der relativ hohe Energieverbrauch bei der Ernte resultiert aus dem dreimaligen Schnitt. Auch in diesem Produktionsverfahren wird deutlich, welche hohen energetischen Aufwendungen für den Transport des Erntegutes erforderlich sind.

3. Wertung der Ergebnisse

Beim Vergleich der 4 verschiedenen Produktionsverfahren aus der Sicht des spezifischen Energieaufwands zeigt sich, daß, bezogen auf die Flächeneinheit, im Verfahren Zuckerrübenproduktion der höchste, im Verfahren Getreideproduktion der niedrigste Energieaufwand je Hektar erforderlich ist. Aufwandspitzen stellen in allen berechneten Beispielen in erster Linie die Verfahrensabschnitte Ernte, Grundbodenbearbeitung und organische Düngung dar.

Im Verfahren Kartoffelproduktion zeigt der Vergleich zwischen dem Einsatz des Rodeladers E 684 mit der automatischen Trennanlage E 691 und dem Rodeausleselader E 665, daß der

spezifische Energieaufwand bei kontinuierlicher Erntegutübergabe durch Maschinen mit niedriger Flächenleistung sowohl beim Roden der Kartoffeln als auch durch die zeitlich längere Bindung des Transportfahrzeugs an die Erntemaschine wesentlich ansteigt. Dementgegen wird Elektroenergie in stationären Anlagen mit einer hohen Effektivität eingesetzt. Den Schwerpunkt des Energieeinsatzes in der Pflanzenproduktion stellen die Transport- und Umschlagprozesse dar. In den Verfahrensabschnitten Ernte und organische Düngung, die in allen Produktionsverfahren die höchsten energetischen Aufwendungen erfordern, kommt das deutlich zum Ausdruck. Mühlrel [5] gibt als Dieselmotorkraftstoffaufwand für die Transport- und Umschlagprozesse über 50% des Gesamtverbrauchs der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft an; in der Pflanzenproduktion werden mehr als 40% des eingesetzten Dieselmotorkraftstoffs für Transport und Umschlag benötigt. Damit wird unterstrichen, welche Bedeutung einer rationellen Gestaltung dieser Arbeitsgänge in den verschiedenen Verfahrensabschnitten zukommt.

In die Betrachtungen einbezogen werden sollte das Verhältnis zwischen dem erforderlichen Energieaufwand und dem energetischen Futterwert des erzeugten Pflanzenprodukts. Damit kann in eingeschränkter Form die Effektivität der Energieumsetzung in dem jeweiligen Produktionsverfahren angedeutet werden. Dazu muß jedoch bemerkt werden, daß es für einige landwirtschaftliche Produkte keine Alternativlösung gibt. Zum anderen sind in dieser Aussage wesentliche Kennziffern des Produktionsaufwands nicht enthalten.

In die Ertragsermittlung gehen neben dem Primärprodukt auch die Rübenkraut- und Stroherträge mit ein, da sie die Energiebilanz insgesamt wesentlich beeinflussen. In Tafel 6 sind die Erzeugnisse zusammengestellt. Als Koeffizient der Energieausnutzung wird der Quotient aus dem Futterenergiegehalt und dem berechneten Energieaufwand ermittelt. Entsprechend den hohen Erträgen erreicht das Verfahren Zuckerrübenproduktion die günstigsten Werte der Energieumsetzung.

Tafel 6. Verhältnis zwischen eingesetzter und produzierter Energie verschiedener Pflanzenproduktionsverfahren

	Ertrag dt/ha	Energieaufwand		Koeffizient der Energieumsetzung
		GJ/ha ¹⁾	GJ/ha ²⁾	
Getreide				
Korn	50			
Stroh	40	45,9	4,7	9,8
Zuckerrüben				
Rüben	400	103,2	8,5	12,1
Kraut	400			
Kartoffeln	300	45,0	8,0	5,6
Futter (Welsches Weidelgras, Welksilage)	250	51,3	8,4	6,1

1) Futterenergie nach [6]

2) vgl. Werte in den Tafeln 1, 2, 3 und 5

4. Zusammenfassung

Anhand repräsentativer Verfahrenslösungen der DDR werden für die Getreide-, Zuckerrüben-, Kartoffel- und Futterproduktion die energetischen Aufwendungen an Dieselmotorkraftstoff und Elektroenergie berechnet. Der höchste Energieaufwand ist in den Abschnitten Ernte, Bodenbearbeitung und organische Düngung erforderlich. Den Schwerpunkt stellen vor allem die Transport- und Umschlagprozesse dar, die mehr als ein Drittel vom Gesamtaufwand des jeweiligen Verfahrens erfordern. Vergleicht man das Verhältnis zwischen Energieaufwand und Futterenergiegehalt der einzelnen Produkte als Maß der Energieausnutzung, zeigt sich, daß bei der Zuckerrübenproduktion die günstigsten Werte zu erreichen sind.

Literatur

- [1] Direktive des IX. Parteitag der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976 bis 1980. Berlin: Dietz Verlag 1976, S. 29.
- [2] Katalog „Technologische Musterkarten der Pflanzenproduktion“, Teil 1, 2. Markkleeberg 1976.
- [3] Lenk, S., u.a.: Richtwerte für die Planung der Pflanzenproduktion. Markkleeberg 1978.
- [4] Fischer, G.; Taraschewski, K.: Energieverbrauchskennziffern — eine Empfehlung zur Anwendung in der Feldwirtschaft. Informationsreihe des Ing.-Büros für Energetik in der Landwirtschaft, Rostock-Sievershagen 1975.
- [5] Mühlrel, K.: Möglichkeiten zur Einsparung von Dieselmotorkraftstoff bei Transport- und Umschlagprozessen in der Landwirtschaft. agrartechnik 29 (1979) H. 6, S. 248—249.
- [6] Nehring, K., u.a.: Futtermitteltabellenwerk, Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1972.

A 2791