

Arbeitsproduktivität und Kraftstoffökonomie des Traktors ZT 320/323

Dr.-Ing. E. Puls, KDT/Ing. K. Krause, KDT

Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Traktorenwerk Schönebeck

1. Einleitung

Die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Verbesserung der Kraftstoffökonomie sind die wesentlichsten Faktoren für die Verbesserung der Einsatzökonomie von Traktoren.

Die Produktivität (hauptsächlich gemessen in ha/h und t · km/h) wird durch die Arbeits- und Transportleistungen gekennzeichnet, d. h. durch die zeitlichen Aufwendungen für die Durchführung traktorspezifischer Arbeiten. Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität resultiert deshalb entweder aus der Erhöhung der Arbeitsleistung (ha oder t · km) in gleicher Zeiteinheit oder aus der Senkung der zeitlichen Aufwendungen für gleiche Arbeitsleistungen.

Von besonderer Bedeutung ist die Kraftstoffökonomie, unter der vor allem die Verbesserung der Effektivität bei der Nutzung des Dieselmotors verstanden wird. Da die Landwirtschaft ein bedeutender Verbraucher von Mineralölprodukten ist, kommt jeder Verbrauchssenkung auch volkswirtschaftliche Bedeutung zu.

Grundsätzlich bieten sich zwei Möglichkeiten zur Kraftstoffeinsparung an. Neben der Verbesserung des Wirkungsgrades bei der Umsetzung der Kraftstoffenergie in die Nutzenergie ist es zum anderen die Senkung der spezifischen Aufwendungen durch Veränderung der Arbeiten selbst (z. B. neue Verfahren der Bodenbearbeitung oder die Verringerung von Bearbeitungstiefen).

2. Technische Voraussetzungen für Produktionssteigerungen und Kraftstoffverbrauchssenkungen des Traktors ZT 320/323

Nur etwa 20 % der Kraftstoffenergie werden bei Traktoren in Nutzenergie umgesetzt. Die größten Verluste (rd. 65 %) treten im Motor und seinen Hilfseinrichtungen auf, weitere verteilen sich auf das Triebwerk, die Räder und die Nebenaggregate.

Am Motor des Traktors ZT 320/323 wurden gegenüber dem Traktor ZT 300/303 einige energetisch bedeutende Verbesserungen realisiert, so wurde der spezifische Kraftstoffverbrauch auf 233 g/kWh gesenkt [1]. Diese Verbesserung resultiert aus konstruktiven Maßnahmen am Motor sowie aus energetisch verbesserten Ausführungen der Kühl- und Abgasanlage. Diese Kraftstoffverbrauchssenkung wirkt sich direkt auf die Senkung des spezifischen Verbrauchs, bezogen auf Zug- oder Zapfwellenleistungen, aus.

Die auf 16 % gesteigerte Drehmomentenüberhöhung des Motors des Traktors ZT 320/323 wirkt sich nicht direkt, sondern erst über die Nutzung eines zweckentsprechenden Einsatzverhaltens energiesenkend bzw. produktivitätssteigernd aus. Durch den Drehmomentenanstieg sind unterhalb der

Nenn Drehzahl stabile Zugkraft- oder Drehmomentensteigerungen möglich. Dadurch können Schaltvorgänge gespart und energetisch günstige sowie hochproduktive Betriebszustände schneller erreicht bzw. länger erhalten werden.

Eine weitere günstige Voraussetzung zur Erreichung energetisch leistungsmäßig vorteilhafter Betriebszustände wurde durch die erhöhte Ganganzahl beim ZT 320/323 geschaffen [1].

Die Energieumsetzung wird auch durch die größeren Reifen verbessert [1]. Dieser Vorteil zeigt sich besonders bei Betriebszuständen mit hohen Rollwiderstands- und Schlupfwerten. Der vorgesehene Einsatz von Reifen mit geringerer Lagenanzahl und Radialreifen wird diese Effekte weiter verbessern.

Entsprechend den derzeitigen Entwicklungstendenzen benötigen die Nebenaggregate des Motors des ZT 320/323 eine größere Leistung als die des ZT 300/303. Das resultiert aus einem gesteigerten Leistungsvermögen der Arbeitshydraulik, erhöhten Anforderungen an hydraulische Unterstützungen von Bedienungsvorgängen, zusätzlichen Druckluftverbrauchern sowie Belüftung und Klimatisierung der Fahrerkabine. Zur Senkung derartiger Energieaufwendungen wurde die Möglichkeit zum Abstellen der Hydraulikpumpe vom Fahrersitz aus eingeführt. Dadurch werden bei Nichtbenutzung der Arbeitshydraulik die Leerlaufverluste vermieden. Außer diesen konstruktiv realisierten Effekten sind weitere Vorteile möglich. Sie basieren auf den technischen Eigenschaften des Traktors ZT 320/323, kommen jedoch erst durch eine zielgerichtete Gestaltung des Traktoreinsatzes zur Wirkung. Hierzu sind die beiden unterschiedlichen Einsatzbereiche „schwere Zugarbeiten bei Feldarbeiten“ und „Straßentransporte“ zu betrachten.

Bei schweren Zugarbeiten, besonders bei der Bodenbearbeitung, wirken mehrere Kenngrößen des Traktoreinsatzes bezüglich ihres Optimums gegeneinander. Jede Zugkraftabstützung zwischen Rad und Fahrbahn ist mit Schlupf verbunden. Dieser Schlupf stellt einen Leistungsverlust dar und schädigt die Bodenstruktur. Demgegenüber verursachen hohe Zugkräfte progressiv steigende Schlupfwerte. Der günstige Wirkungsgrad von Triebädern, d. h. die kleinsten Leistungsverluste, tritt im Bereich geringerer Schlupfwerte auf, die jedoch auch vom Charakter der Fahrbahn abhängig sind (je trockener und fester Boden, desto kleinere und je nasser und weicher der Boden, desto höhere Schlupfwerte). Die Problematik wird noch deutlicher, wenn berücksichtigt wird, daß zur Erreichung guter energetischer Kennwerte eine hohe Motor- und Getriebeauslastung notwendig ist.

Ein wesentliches Mittel zur Erhöhung der Zugkraft und zur Verbesserung der Motorauslastung ohne Verschlechterung der

Schlupfwerte ist der Einsatz des zusätzlichen Frontantriebs. Dieser Vorteil vergrößert sich mit Verschlechterung der Fahrbahnbedingungen. Der Traktor ZT 323 verfügt über den bereits beim ZT 303 bewährten automatisch zuschaltbaren Frontantrieb. Die Umschaltung erfolgt bei einem Schlupf von 6 % und gewährleistet damit unabhängig vom Fahrer einen optimalen Einsatz. Eine weitere Möglichkeit ist die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit. Damit werden die gewünschte höhere Motorauslastung und auch eine höhere Produktivität erreicht. Negativ wirken sich jedoch die mit der Fahrgeschwindigkeit steigenden Arbeitswiderstände der Geräte aus. Vielfach gibt es auch agrotechnische Grenzen für die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit.

Das geeignetste Mittel zur Erreichung ökonomisch günstiger Einsatzwerte ist das richtige Verhältnis von Triebadbelastung und Motorleistung. Das ist durch eine zweckentsprechende Geräteauswahl, einen entsprechenden Geräteanbau, durch Wasserfüllung in den Reifen und durch Zusatzballast erreichbar. Die sehr guten ökonomischen Einsatzergebnisse des Traktors ZT 320/323 (s. Abschn. 3) basieren zu einem wesentlichen Teil auf einem optimierten Verhältnis von Triebadbelastung und Motorleistung.

Für Einsatzverhältnisse, bei denen die Schonung der Bodenstruktur den Vorrang vor ökonomischen Bestwerten des Traktors hat, ist eine Zwillingsradausrüstung erforderlich.

Gerätekombinationen sind nur dann sinnvoll, wenn sie zur Erhöhung der Motorauslastung bei geeigneten Fahrgeschwindigkeiten beitragen. Für den alternativen Antrieb von Bodenbearbeitungsgeräten über die Zapfwelle stehen derzeit nur wenige geeignete Geräte zur Verfügung. Die daraus resultierenden möglichen energetischen Vorteile sind bei Verfügbarkeit der Geräte mit dem ZT 320/323 nutzbar.

Ähnliche Betrachtungen sind zum Straßentransport anzustellen. Energetisch und arbeitsproduktivitätsmäßig günstige Ergebnisse resultieren immer aus einem optimalen Verhältnis von Transportmasse und Motorleistung. Der Traktor ZT 320/323 erhielt deshalb eine Ausstattung, die den Zwei-Anhänger-Betrieb bis zu einer Gesamtmasse von 24 t und den Ein-Anhänger-Betrieb bis zu einer Gesamtmasse von 30 t ermöglicht. Bei Leerfahrten oder teilausgelastetem Motor gilt die allgemeingültige Empfehlung auch für den ZT 320/323, eine Energieeinsparung durch Fahrten bei verminderter Motordrehzahl zu erreichen. Der Motor arbeitet dann bei besserem spezifischen Kraftstoffverbrauch. Die Verminderung der Fahrgeschwindigkeit ist in ihrer ökonomischen Auswirkung dabei fast immer geringer als der energetische Vorteil.

Tafel 1. Pflügen

		ZT 303	ZT 323
Bodenart		sandiger Lehm	sandiger Lehm
Pflugtyp		B 201	B 201
Pflugkörperanzahl		4	4
Arbeitsbreite	m	1,39	1,42
Arbeitstiefe	cm	28,8	29,1
Bodenwiderstand	N/dm ²	452	452
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	6,46	7,11
Triebbradenschlupf	%	11	9,1
Produktivität in T ₁	ha/h	0,94	0,99
relativ zum ZT 303	%	100	105,3
Produktivität in T ₀₄	ha/h	0,84	0,89
relativ zum ZT 303	%	100	105,9
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /ha	22,07	19,58
relativ zum ZT 303	%	100	88,7

Tafel 3. Grubbern

		ZT 303	ZT 323
Bodenart		sandiger Lehm	sandiger Lehm
Gerätetyp		B 255	B 255
Arbeitsbreite	m	5	5
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	8,21	8,67
Triebbradenschlupf	%	4,2	5,5
Produktivität in T ₁	ha/h	3,73	4
relativ zum ZT 303	%	100	107,2
Produktivität in T ₀₄	ha/h	3,39	3,63
relativ zum ZT 303	%	100	107
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /ha	4,68	4,41
relativ zum ZT 303	%	100	94,2

Tafel 5. Fräsen mit Bodenfräse

		ZT 303	ZT 323
Bodenart		trockener lehmiger Ton	trockener lehmiger Ton
Gerätetyp		breviglieri b 16	breviglieri b 16
Arbeitsbreite	m	4,3	4,3
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	3,05	3,18
Produktivität in T ₁	ha/h	0,68	0,72
relativ zum ZT 303	%	100	105,9
Produktivität in T ₀₄	ha/h	0,60	0,64
relativ zum ZT 303	%	100	106,7
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /ha	21,32	17,72
relativ zum ZT 303	%	100	83,1

Tafel 7. Transport auf ebener Fahrbahn

		ZT 303	ZT 323
Fahrbahn		Fahrbahnklassen II/III	Fahrbahnklassen II/III
Transportumlauf	km	50	50
Gesamtanhängemasse	t	24	24
mittlere Transportgeschwindigkeit	km/h	24,5	25,7
Transportleistungen in T ₁	t · km/h	392,7	410,5
relativ zum ZT 303	%	100	104,5
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /t · km	0,0339	0,0329
relativ zum ZT 303	%	100	97,1

3. Untersuchungsergebnisse

In den Tafeln 1 bis 8 sind die wichtigen Einsatzfälle des Traktors ZT 320/323 zusammengestellt worden. Da eine Verallgemeinerung der Ergebnisse wegen des großen Einflusses der jeweils vorliegenden Einsatzbedingungen nur eingeschränkt möglich ist, werden die Ergebnisse im Vergleich zum Traktor

ZT 303 dargestellt, die unter Berücksichtigung der jeweils vorliegenden Einsatzbedingungen auch Vergleiche mit anderen Erzeugnissen zulassen. Bei einem repräsentativen Einsatz erreicht der Traktor ZT 323 gegenüber dem Traktor ZT 303 folgende Produktivitätssteigerungen:
 – Feldarbeiten 6% bei einer Senkung des

Tafel 2. Drillen

		ZT 303	ZT 323
Bodenart		sandiger Lehm	sandiger Lehm
Gerätetyp		T 890 + 3 × A 200	T 890 + 3 × A 200
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	8,65	9,32
Produktivität in T ₁	ha/h	8,18	8,81
relativ zum ZT 303	%	100	107,7
Produktivität in T ₀₄	ha/h	5,9	6,26
relativ zum ZT 303	%	100	106,1
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /ha	1,9	1,7
relativ zum ZT 303	%	100	89,5

Tafel 4. Stoppelumbruch mit Scheibenegge

		ZT 303	ZT 323
Bodenart		sandiger Lehm	sandiger Lehm
Gerätetyp		GDG-4,2	GDG-4,2
Arbeitsbreite	m	4,2	4,2
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	6,87	7,29
Triebbradenschlupf	%	13,9	12,1
Produktivität in T ₁	ha/h	2,89	3,13
relativ zum TZ 303	%	100	108,3
Produktivität in T ₀₄	ha/h	2,62	2,85
relativ zum ZT 303	%	100	108,8
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /ha	6,47	5,59
relativ zum ZT 303	%	100	86,4

Tafel 6. Strohpressen

		ZT 303	ZT 323
Strohart		Weizenstroh	Weizenstroh
Ertrag	dt/ha	55	55
Maschinentyp		K 453	K 453
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	2,96	3,13
Produktivität in T ₁	ha/h	1,45	1,53
relativ zum ZT 303	%	100	105,5
Produktivität in T ₀₄	ha/h	1,19	1,25
relativ zum ZT 303	%	100	105
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /t	1,12	1,06
relativ zum ZT 303	%	100	94,6

Tafel 8. Transport auf hängiger Fahrbahn

		ZT 303	ZT 323
Fahrbahn		Fahrbahnklassen II/III	Fahrbahnklassen II/III
Transportumlauf	km	38	38
Gesamtanhängemasse	t	24	24
mittlere Transportgeschwindigkeit	km/h	20,8	22,1
Transportleistungen in T ₁	t · km/h	332,1	352,8
relativ zum ZT 303	%	100	106,2
Kraftstoffverbrauch in T ₁	dm ³ /t · km	0,0399	0,0364
relativ zum ZT 303	%	100	91,2

spezifischen Kraftstoffverbrauchs um 6% – Transportarbeiten 6% bei einer Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs um 2%.

Literatur

[1] Blumenthal, R.; Hortschansky, J.: Der neue Traktor ZT 320/323. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 6, S. 241–245. A 4041