

Technische Lösungen zur Kraftstoffeinsparung beim Einsatz von Traktoren der K-700-Baureihe mit Anbau- und Aufsattelgeräten

Dr. agr. O. Bosse, KDT/Dr. agr. U. Forbriger, KDT/Dr.-Ing. W.-D. Kalk, KDT/Dipl.-Ing. A. Landsmann
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

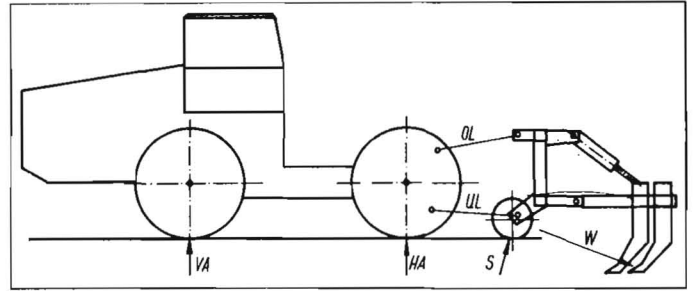
G	kN	Gewichtskraft ($m \cdot g$)
HA	kN	zusätzliche Hinterachsbelastung zur Gewichtskraft des Traktors beim Einsatz des Geräts
K, K'	kN	Hilfskräfte
OL	kN	Längskraft im Oberlenker
R	kN	resultierende Kraft
S	kN	Stützkraft an den Stützrädern
T	kN	Stützkraft in der Tiefenbegrenzung
UL	kN	Längskraft in den Unterlenkern
VA	kN	zusätzliche Vorderachsbelastung zur Gewichtskraft des Traktors beim Einsatz des Geräts
W	kN	Bodenwiderstandskraft
W'	kN	Resultierende W aus G

Die Senkung des Kraftstoffverbrauchs bei verbesserter Arbeitsqualität ist eine wichtige Aufgabe bei der Rationalisierung der Pflanzenproduktion. Ein Beitrag dazu ist die Verbesserung der Zugfähigkeit der Traktoren durch Übertragen vertikaler Kräfte vom Gerät auf das Traktorfahrwerk und die Reduzierung des Schlupfes der Traktortreibräder sowie des Rollwiderstands von Stützrädern am Gerät.

1. Mängel und bekannte Vorschläge zur Verbesserung der Dreipunktanlenkung des Traktors K-700

Bei den Traktoren der K-700-Baureihe sind die Anlenkpunkte der unteren Lenker der Dreipunktanlenkung so tief angebracht, daß sich die Lenker bei der Arbeit mit Bodenbearbeitungs- oder Bodenmeliorationsgeräten häufig an nähernd waagrecht zur Bodenoberfläche einstellen (Bild 1). Beim Einsatz von Anbaugeräten zur Tieflockerung und zur Krumenbasislockerung (z. B. Tieflockerer B 371 oder B 372/2) entstehen durch die Gewichtskraft der Geräte und durch die vertikale Komponente des resultierenden Bodenwiderstands an den Arbeitswerkzeugen sehr große Vertikalkräfte, die bei Schwimmstellung der Traktorhydraulik infolge der waagerechten Stellung der unteren

Bild 1
K-700 mit angebautem Tieflockerer in Arbeitsstellung



Lenker durch die Stützräder der Geräte aufgenommen werden müssen. Stark belastete Stützräder bewirken einen hohen Rollwiderstand und demzufolge einen unproduktiven Zugkraftbedarf. Deshalb wurden Varianten zur Kopplung der Geräte an den Traktor untersucht, mit deren Hilfe die Vertikalkräfte des Geräts zumindest teilweise auf die Treibräder des Traktors übertragen werden können. Dadurch wird die vom Traktor auf den Boden zu übertragende Zugkraft vergrößert oder bei unverändertem Zugkraftbedarf der Schlupf vermindert. Gleichzeitig wird die Stützräder des Geräts entlastet und demzufolge der Rollwiderstand verringert.

Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Hinterachslast des Traktors K-700 und zur Entlastung der Stützräder der Anbaugeräte ist das höhere Anlenken der unteren Lenker am Traktor (Bild 2). Vom VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Seelow, Bezirk Frankfurt (Oder), wurde vor mehreren Jahren eine Vorrichtung gefertigt, bei der die unteren Lenker 350 mm höher als beim Serientraktor angelenkt wurden. Diese Veränderung des Anlenkpunkts bewirkt z. B. bei der Arbeit mit dem Tieflockerer B 372/2 eine Achslasterhöhung der Hinterachse gegenüber der originalen Anlenkung (Tafel 1) um 18 kN auf 74 kN. Die Vorderachse des Traktors K-700 wird um 5 kN auf 50 kN entlastet. Die Stützkraft an den Stützrädern des Tieflockerers B 372/2 verringert sich nur von

56 kN auf 43 kN und ist demzufolge immer noch sehr hoch. Bei der grafischen Ermittlung der Stützkräfte (Bilder 2 bis 5) wurden die durch das Gerät verursachten zusätzlichen Vorder- bzw. Hinterachsbelastungen des Traktors bestimmt und zu den statischen Gewichtskräften addiert (Tafel 1). Ein weiterer Mangel dieser Vorrichtung war die Befestigung am Traktor. Die genutzte Zugbolzenverbindung lockerte sich infolge fehlender glatter Anlagen am Traktor sehr leicht. Daher fand diese Zugpunkterhöhung keine Verbreitung in der Praxis.

2. Nutzung der Vorrichtung zur Tiefenbegrenzung vom Aufsattel-Beetpflug B 550

Die Tiefenbegrenzung [1] erfüllt zwischen Aufsattel-Beetpflug B 550 und Traktor K-700 zwei Aufgaben:

- Tiefenführung der ersten Pflugkörper
- Abstützung der am Kupplungsdreieck wirkenden Vertikalkraft und Übertragung dieser Kraft auf die Hinterachse des Traktors.

Dieses Prinzip der Tiefenführung wurde am neuen Krumenbasislockerer B 246 A untersucht [2]. Bei Verwendung der Tiefenbegrenzung konnte das Gerät (Bild 6) ohne Stützräder eingesetzt werden. Die Stütze der Tiefenbegrenzung wird dabei mit einer Druckkraft

Bild 2
Ermittlung der Stützkräfte bei 350 mm höher angelenkten unteren Lenkern (K-700 mit B 372/2)

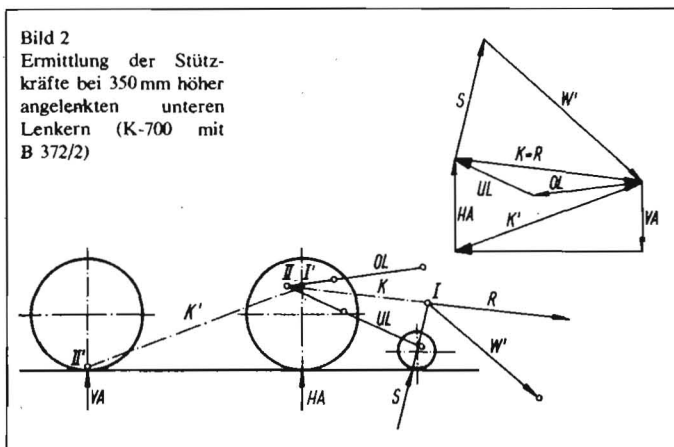
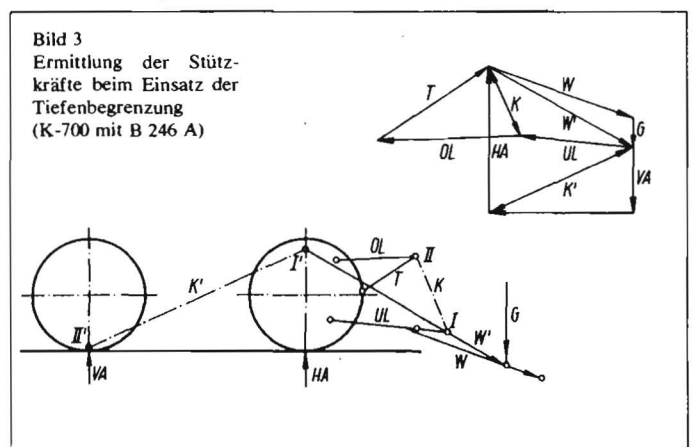


Bild 3
Ermittlung der Stützkkräfte beim Einsatz der Tiefenbegrenzung (K-700 mit B 246 A)



von 49 kN belastet (Tafel 1). Bei einem gemessenen Zugkraftbedarf von 50 kN und der Gewichtskraft des Geräts (Bild 3, Tafel 1) erhöht sich die statische Hinterachslast des Traktors K-700 auf 93 kN, die statische Vorderachslast verringert sich auf 53 kN. Durch Verminderung des Schlupfes der Traktortreibräder und Wegfall des Rollwiderstands der Stützräder am Krumenbasislockerer B 246 A ergab sich in der Grundzeit T_1 eine DK-Einsparung auf gepflügtem anlehmigen Sandboden von 27% und auf ungepflügtem Boden von 12%. Die Flächenleistung W_1 erhöhte sich durch den Einsatz der Tiefenbegrenzung auf dem gepflügten Boden um 30% und auf dem ungepflügten Boden um 17%. Beim Einsatz des Traktors K-700 mit dem Tieflockerer B 371 für die Krumenbasislockerung bringt die Anwendung der Tiefenbegrenzung ebenfalls Vorteile (Bild 4). Die Hinterachse des Traktors wird mit 88 kN und die Vorderachse mit 56 kN belastet (Tafel 1). Alle mit den Traktoren K-700/K-700 A bei der Boden- und Unterbodenbearbeitung in Verbindung mit dem Kupplungsdreieck eingesetzten Anbau- und Aufsattelgeräte (B 246 A, B 371, B 501 u. a.), außer dem Tieflockerer B 372/2, sollten grundsätzlich mit der ohne Veränderung anwendbaren Tiefenbegrenzung des Aufsattel-Beetpfluges B 550 zum Einsatz kommen, um den DK-Verbrauch zu senken. Schwankungen in der Tiefenhaltung der Arbeitswerkzeuge, die durch Übertragung der Nickbewegung des Traktors auf das Gerät entstehen können, sind kleiner als die Schwankungen in der Arbeitstiefe, die durch Einsinken der Stützräder in den Boden, besonders bei starkem Schlupf der Traktorräder, entstehen. Bei den Lockerungsgeräten sind die Arbeitstiefenschwankungen infolge des relativ kleinen Abstands zwischen den Arbeitswerkzeugen und der Traktorhinterachse am geringsten.

In Verbindung mit dem Tieflockerer B 372/2 mit 4 Werkzeugen ist die Original-Tiefenbegrenzung nicht einsetzbar, da die Reifentragfähigkeit des Traktors K-700 bei einer Hinterachslast von 135 kN überschritten und die Vorderachse nur noch mit 29 kN belastet werden würde (Bild 5, Tafel 1). Nach Angaben von Rusch[3] dürfen die Reifen einer Achse bei der Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h und einem Reifennendruck von 170 kPa beim Traktor K-700 nur mit 101 kN und beim Traktor K-700 A mit 115 kN belastet werden. Die Tiefenbegrenzung müßte eine Druckkraft von 114 kN aufnehmen. Durch kombinierte Abstützung der Vertikalkräfte am Tieflockerer B 372/2, zum Teil durch eine Begrenzungsstütze und zum Teil durch die Stützräder, läßt

Bild 4
Ermittlung der Stützkkräfte beim Einsatz der Tiefenbegrenzung (K-700 mit B 371)

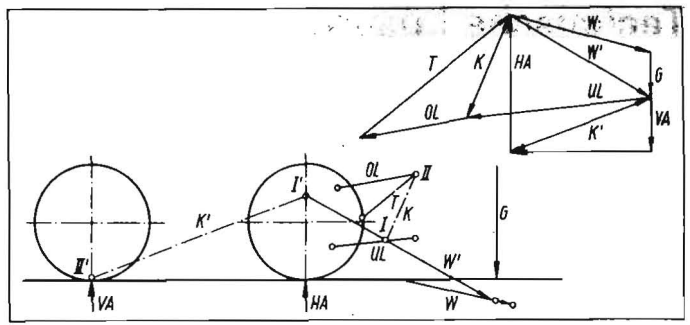
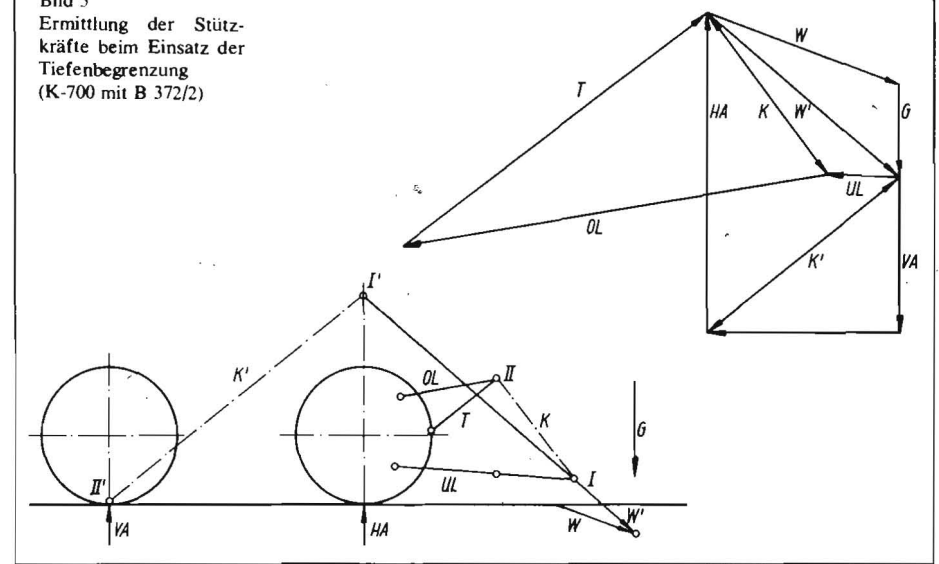


Bild 5
Ermittlung der Stützkkräfte beim Einsatz der Tiefenbegrenzung (K-700 mit B 372/2)



sich jedoch auch beim Einsatz dieses Lockerungsgeräts eine Reduzierung des Rollwiderstands an den Stützrädern und eine zusätzliche Belastung der Traktorhinterachse erreichen. Zwischen Auflagerpunkt der Tiefenbegrenzung am Traktor und Anlenkpunkt des oberen Lenkers am Gerät wird anstatt der Originalstütze ein Hydraulikzylinder angeordnet (Bild 7). Der Zylinder erhält eine Schlauchverbindung zu einem Druckflüssigkeitsspeicher, dessen Öldruck auf 8 MPa begrenzt wird (Bild 8). Dadurch kann die Hinterachse vom Traktor nur noch mit max. 90 kN belastet werden. Die weiteren Vertikalkräfte am Lockerer nehmen die Stützräder auf. Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß außer dem zusätzlichen Hydraulikanschluß und der Befestigung des Druckflüssigkeitsspeichers keine

Veränderungen am Traktor und am Tieflockerer B 372/2 vorgenommen werden müssen. Die Abstützung des Hydraulikzylinders am Traktor erfolgt wie bei Verwendung der Tiefenbegrenzung mit dem Original-Stützbock, der zur Tiefenbegrenzung gehört.

3. Zusammenfassung

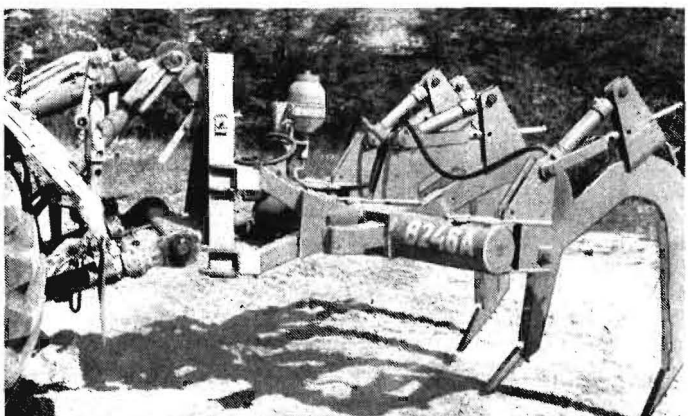
Um beim Einsatz der Traktoren der K-700-Baureihe mit Anbau- und Aufsattelgeräten durch Verminderung des Traktorschlupfes und des Rollwiderstands der Stützräder an den Geräten sowie durch Erhöhung der vom Traktor übertragbaren Zugkraft Dieselkraftstoff einzusparen, wird die Verwendung der Tiefenbegrenzung vom Aufsattel-Beetpflug B 550 vorgeschlagen. Bei den Gerä-

Tafel 1. Statische Belastungszustände in kN beim Einsatz des Traktors K-700 mit verschiedenen Geräten zur Krumenbasislockerung bei 50 cm Arbeitstiefe (TB Tiefenbegrenzung)

	mit B 372/2		mit B 371		mit B 246 A		
	ohne Gerät	mit TB	ohne TB	mit TB	ohne TB	mit TB	
Gewichtskraft des Geräts	—	28	28	16	16	11	11
Zugkraft	—	58 ¹⁾	58 ¹⁾	50	50	50	50
Vorderachslast	75	55	29	71	56	68	53
Hinterachslast	41	56	135	42	88	55,5	93
Stützkraft in der Tiefenbegrenzung	—	—	114	—	69	—	49
Stützkraft an den Stützrädern des Geräts	—	56	—	34	—	23	—

1) max. Zugkraft des Traktors K-700

Bild 6. Krumenbasislockerer B 246 A



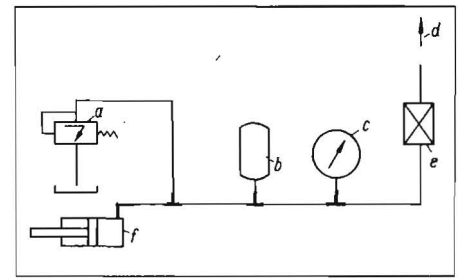
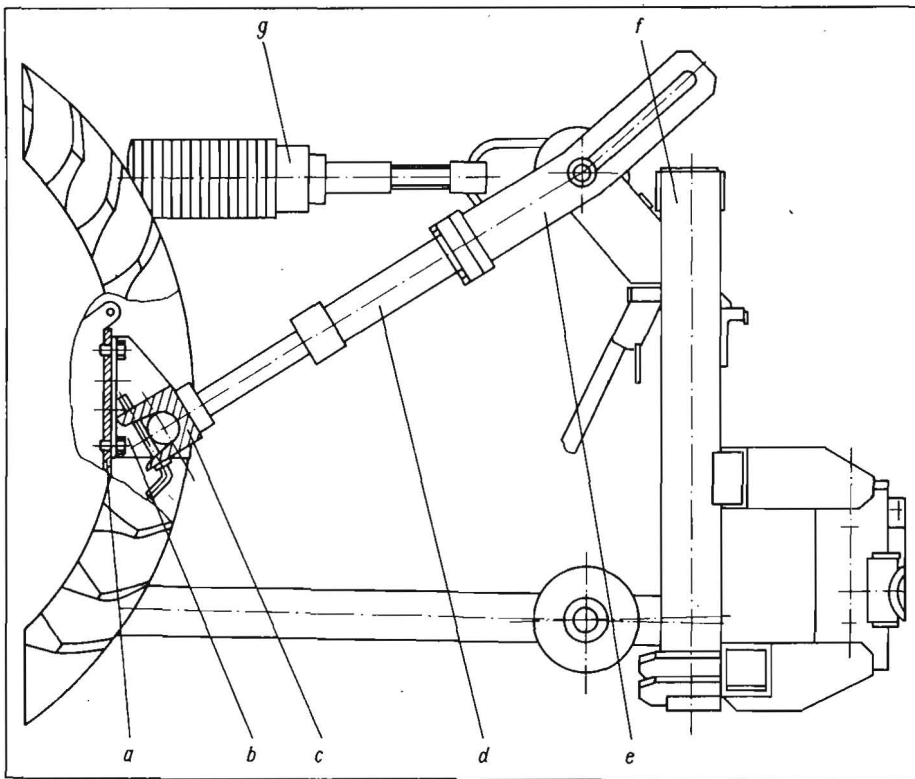


Bild 8. Hydraulikscharplan zur Anwendung eines Hydraulikzylinders als Begrenzungsstütze; a Druckbegrenzungsventil CNS 16-3-02 TGL 10947 (mit Aufnahmekörper), b Druckflüssigkeitsspeicher 6,3-160 TGL 10843, c Manometer 1/BM 20 (Durchmesser 100 mm, Druck 0 bis 16 MPa), d freier Hydraulikkreislauf, e Absperrventil A 20-160 TGL 21575 — M 27 × 2, f Arbeitszylinder S2-90/56 × 250 TGL 10906

Bild 7. Verwendung eines Hydraulikzylinders als Begrenzungsstütze beim Einsatz des B 372/2; a Schraubleisten, b Stützbock, c Gabel, d Arbeitszylinder S2-90/56 × 250, e Führungsteil, f Kupplungsdreieck, g oberer Lenker

ten Krumenbasislockerer B 246 A, Tieflockerer B 371, Aufsattel-Beetpflug B 500/B 501 u. a. ist die Original-Tiefenbegrenzung einzusetzen, beim Tieflockerer B 372/2 muß die Abstützung durch einen Hydraulikzylinder vorgenommen und zusätzlich ein Druckflüssigkeitsspeicher angebracht werden.

Die Stützräder müssen beim Tieflockerer B 372/2 am Gerät verbleiben und einen Teil der Vertikalkräfte abstützen.

Literatur

[1] Aufsattel-Beetpflug B 550. VEB Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig, Bedienungsanweisung 1978, S. 9—10.

- [2] Forbriger, U.; Bosse, O.; Bade, K.-D.; Weinkauf, H.: Technische Lösungen zum Lockern von Krumenbasis- bzw. Pflugsohlenverdichtungen. agrartechnik (in Vorbereitung).
- [3] Rusch, S.: Mündliche Mitteilung. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1982.

A 3477

Eine Möglichkeit der Kraftstoffeinsparung beim Einsatz des Traktors ZT 300

Prof. Dr.-Ing. habil. K. Hofmann, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Durch günstigere Wahl des Betriebspunktes sind beim Einsatz des Traktors ZT 300 Kraftstoffeinsparungen möglich. Eine Betrachtung des Kennlinienfelds des Motors (Bild 1) läßt erkennen, daß ein niedriger spezifischer Kraftstoffverbrauch bei einem hohen effektiven Mitteldruck und niedriger Drehzahl erreichbar ist. In das Kennlinienfeld ist dazu die Linie des bei veränderlichen Leistungen jeweils niedrigsten Kraftstoffverbrauchs $b_{e, \min}$ eingetragen. Diese verläuft im Leistungsbereich P_e von 68 bis 50 kW bei einem mittleren effektiven Druck p_e von ungefähr 0,7 MPa und sinkt dann bei etwa 25 kW auf 0,5 MPa ab. Aus dieser Feststellung läßt sich ableiten, daß bei allen Arbeiten ohne Zapfwellennutzung eine Kraftstoffeinsparung möglich ist, wenn man bei Leistungen unter der Maximalleistung die Motordrehzahl senkt. Der Nachweis erfolgt an einigen Beispielen aus dem Kennlinienfeld.

Betriebspunkte 1 und 2

Im Betriebspunkt 1 gibt der Motor eine Lei-

stung von $P_{e1} = 52,9 \text{ kW}$ bei $n_1 = 1890 \text{ U/min}$ ab, was einer Motorauslastung von 80% entspricht. Der spezifische Kraftstoffverbrauch beträgt dabei $b_{e1} = 248 \text{ g/kWh}$, der stündliche Kraftstoffverbrauch $B_{e1} = 13,14 \text{ kg/h}$. Für diesen Betriebspunkt werden die Flächenleistung N_{F1} in ha/h und der bezogene Kraftstoffverbrauch B_F in kg/ha — beide in der Zeit T_{01} — gleich 100% gesetzt.

Wird die Motordrehzahl bei dieser Arbeit auf $n_2 = 1400 \text{ U/min}$ unter Beibehaltung des gewählten Ganges reduziert, so erhält man den Betriebspunkt 2. In diesem Betriebspunkt gibt der Motor eine Leistung $P_{e2} = 39 \text{ kW}$ ab, der spezifische Kraftstoffverbrauch beträgt $b_{e2} = 236 \text{ g/kWh}$, der stündliche Kraftstoffverbrauch $B_{e2} = 9,19 \text{ kg/h}$. Da im selben Gang gefahren wird, reduziert sich die Fahrgeschwindigkeit im Verhältnis

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1400}{1890} = 0,74.$$

Die Flächenleistung N_{F2} sinkt also auf 74%,

Der bezogene Kraftstoffverbrauch verringert sich auf

$$\frac{B_{F2}}{B_{F1}} = \frac{B_{e2}}{B_{e1}} \frac{N_{F1}}{N_{F2}} 100\% = \frac{9,19}{13,14} \frac{1}{0,74} 100\% = 94,4\% ,$$

d. h., erreicht wird eine Kraftstoffeinsparung von 5,6% bei einem Verlust an Arbeitsproduktivität von 26%.

Ähnliche Werte erhält man bei geringerer Motorauslastung.

Motorauslastung 60%

Betriebspunkt 3

$P_{e3} = 39,7 \text{ kW}$, $n_3 = 1915 \text{ U/min}$,
 $b_{e3} = 272 \text{ g/kWh}$, $B_{e3} = 10,8 \text{ kg/h}$;
 $N_{F3} = 100\%$ und $B_{F3} = 100\%$ gesetzt.