Josef Hiemer und Andrea Siegle

*Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre und Rechenzentrum der Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim*

# ERMITTLUNG VON KOSTENFUNKTIONEN FÜR LANDMASCHINEN MIT HILFE DER KTBL-DATENBANK

## 1. Einleitung

Bei der Analyse der Kosten des Landmaschineneinsatzes sieht man sich folgenden Problemen gegenüber:

- Es gibt eine Vielzahl von Maschinen. In der KTBL-Datenbank sind z.B. ungefähr 500 Landmaschinen erfaßt,
- Landmaschinen sind begrenzt teilbare Produktionsfaktoren. Die Kosten/Einheit hängen vom Einsatzumfang ab,
- die graphische Darstellung der Kosten in Abhängigkeit vom Einsatzumfang erleichtert die Interpretation der Ergebnisse.

## 2. Aufgabenstellung

Um den Arbeitsaufwand für die Kostenberechnung und Ergebnisdarstellung zu begrenzen, wurden - aufbauend auf den KTBL-Maschinendaten und dem KTBL-Programm MAKOST2[1] - Programme entwickelt, die Kostenfunktionen für Landmaschinen in Abhängigkeit vom Einsatzumfang berechnen und die Ergebnisse über den Plotter graphisch darstellen.[2]

Mit Hilfe der Programme sollen sich folgende, bei der Analyse der Kosten von Landmaschinen häufig auftretende Fragen beantworten lassen:

1. Welche Bedeutung haben Degressionseffekte und bei welchem Einsatzumfang sind sie weitgehend erschöpft?
2. Welchen Einfluß haben die Kosten der Arbeit auf die Auswahl der kostenminimalen Maschine, bzw. bei welchen Arbeitskosten ist der Einsatz einer leistungsfähigeren Maschine vorteilhaft?
3. Welcher Einsatzumfang muß im Betrieb mindestens gegeben sein, damit eine Eigenmechanisierung kostengünstiger ist als die Arbeitserledigung durch den Maschinenring bzw. Lohnunternehmer?
4. Lohnt es sich, für einen Betrieb eine bereits vorhandene Maschine im Maschinenring anzubieten oder extra hierfür eine Maschine zu beschaffen?

## 3. Kostentheoretische Grundlagen

Bei der Betrachtung einer Maschine oder eines Arbeitsganges müssen alle Interdependenzen zu anderen Maschinen oder zur Betriebsorganisation vernachlässigt werden.

Interdependenzen zwischen Maschinen entstehen, wenn ein Arbeitsgang Maschinen benötigt, die noch in anderen Arbeitsgängen eingesetzt werden

---

1) Die KTBL-Maschinendaten und das Programm MAKOST2 sind beschrieben in: KTBL (Hrsg.): Maschinenkalkulation, Darmstadt 1980.

2) Programmiersprache ist Fortran IV.

(Kipper, Schlepper). Da es nicht möglich ist, die fixen Kosten[1] dieser Maschine auf die Arbeitsgänge verursachungsgerecht zu verteilen, ist eine isolierte Betrachtung eines Arbeitsganges nur bei einer der beiden Unterstellungen möglich:

1. Der Schlepper oder der Kipper ist in jedem Falle im Betrieb vorhanden bzw. wird beschafft. Seine fixen Kosten zählen zu den Gemeinkosten.

2. Der Schlepper oder der Kipper wird nur mit der untersuchten Maschine eingesetzt. Seine Fixkosten können vollständig dem Arbeitsgang zugerechnet werden.

Vor allem die Unterstellung, daß der Schlepper im Betrieb auf alle Fälle vorhanden ist, dürfte für die Mehrzahl der Planungsfälle zutreffen. Dadurch kann der isolierte Kostenvergleich eine Vielzahl der mit der Mechanisierung zusammenhängenden Planungsprobleme lösen.

Interdependenzen zwischen Mechanisierung und Betriebsorganisation bestehen, wenn im Betrieb familieneigene Arbeitskräfte ohne festen Lohnanspruch eingesetzt werden. Die Kosten der Arbeit ergeben sich aus der alternativen Verwendungsmöglichkeit. Die Nutzungskosten lassen sich exakt nur mit Programmierungsmodellen erfassen. Ist Arbeit von familieneigenen Arbeitskräften knapp, müssen bei einer isolierten Betrachtung eines Arbeitsganges ihre Kosten geschätzt werden. Nur wenn die Arbeitskapazität nicht knapp wird, d.h. die Arbeitskosten Null sind oder die Arbeitskräfte einen festen Lohn haben, läßt sich ihr Wert ohne Programmierungsmodelle exakt bestimmen.

Für die Kostenanalyse werden folgende Funktionen verwendet:

- gesamte Kosten K
- Durchschnittskosten DK
- Grenzkosten GK

Die Zahl der zu berücksichtigenden Elemente in der Kostenfunktion hängt von der Fragestellung ab:

1. Sie ist am geringsten bei der Untersuchung von Fixkostendegressionseffekten. Man benötigt nur die Maschinenkosten.

$$K = K_f + k_v \cdot x \quad \text{für } x \leq AB_S$$

$$K = K_f + k_v \cdot x + AB_L (x - AB_S) \quad \text{für } x \geq AB_S$$

$$DK = \frac{K_f}{x} + k_v \text{ [2]}$$

$$GK = \frac{dk}{dx}$$

| | |
|---|---|
| $K$ | gesamte Kosten |
| $K_f$ | fixe Maschinenkosten |
| $k_v$ | variable Maschinenkosten je Einheit von x |
| $AB_S$ | Abschreibungsschwelle der Maschine |
| $AB_L$ | leistungsbedingte Abschreibung je Einheit von x |

2. Betrachtet man statt der Maschine einen Arbeitsgang, müssen die Kosten der Arbeit einbezogen werden.
Für Selbstfahrer gilt:

---

1) Vgl. RIEBEL, P.: Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung. Grundfragen einer markt- und entscheidungsorientierten Unternehmerrechnung. Westdeutscher Verlag Opladen, 2. Aufl. 1976, S. 256.

2) Da $k_v$ konstant ist, würden für die Analyse der Degressionseffekte die Fixkosten genügen.

$$K = K_f + k_v \cdot x + b_{AK} \cdot k_{AK} \cdot x \qquad \text{für } x \leq AB_s$$

$b_{AK}$ Bedarf an Arbeitsstunden je Einheit von x

$k_{AK}$ Arbeitslohn je Stunde

$$K = K_f + k_v \cdot x + b_{AK} \cdot k_{AK} \cdot x + AB_L(x-AB_S) \qquad \text{für } x \geq AB_S$$

Bei gezogenen Maschinen müssen die Kosten des Schleppers zusätzlich noch berücksichtigt werden:

$$K = K_f + k_v \cdot x + b_{AK} \cdot k_{AK} \cdot x + b_{SCH} \cdot k_{SCH} \cdot x$$

$$\text{für } x \leq AB_s \text{ und } EUA_s + b_{SCH} \cdot x \leq AB_{S\ SCH}$$

EUA Einsatzumfang des Schleppers in anderen Arbeitsgängen

$b_{SCH}$ Bedarf an Schlepperstunden je Einheit von x

$AB_{S\ SCH}$ Abschreibungsschwelle des Schleppers

$k_{SCH}$ variable Schlepperkosten je Schlepperstunde

Werden Maschine und Schlepper über der Abschreibungsschwelle eingesetzt, erweitert sich K um

$$AB_L \cdot (x-AB_S) + AB_{L\ SCH} \cdot (b_{SCH} \cdot x + EUA-AB_{S\ SCH})$$

$AB_{L\ SCH}$ leistungsbedingte Abschreibung des Schleppers

$AB_{S\ SCH}$ Abschreibungsschwelle des Schleppers

Falls der Schlepper nur mit der betrachteten Maschine eingesetzt wird, gehen seine fixen Kosten ebenfalls in K ein. Der Einsatzumfang außerhalb ist dann Null.
Sind für einen Arbeitsgang weitere Maschinen notwendig, gelten dieselben Aussagen wie für den Schlepper.

## 4. Anwendungsbeispiele

Im folgenden sollen anhand von Beispielen die unter 1. aufgeworfenen Fragen mit den Programmen gelöst werden. Dabei kann auch auf Dateneingabe und Ergebnisinterpretation eingegangen werden.

### 4.1. Analyse der Degressionseffekte

Zur Analyse der Fixkostendegression werden die Durchschnittskosten von drei verschieden großen Kartoffelsammelrodern berechnet.

Folgende Kartoffelsammelroder stehen zur Auswahl:
- einreihig, Absackstand, leichte Ausführung (120301)
- einreihig, Rollbodenbunker 15-20 dt (120502)
- zweireihig, Rollbodenbunker 35 dt (120601).

Die Ziffern in Klammer geben den Code in der KTBL-Maschinendatei an.

Mit dem KTBL-Programm MAKOST2 wurden die fixen und variablen Maschinenkosten berechnet und in einen Plattenfile weggeschrieben. Dabei kann der Benutzer seinen spezifischen Maschinenanschaffungspreis, Betriebsstoffkosten und Kapitalkosten angeben. Werden keine dieser Daten sondern nur die Codenummern der Maschine angegeben, greift das Programm auf die vom KTBL jährlich herausgegebenen Standarddaten zurück.

Auf diesen Plattenfile greift das Programm KPLOT, das die Maschinenkostenfunktion berechnet, zurück. Es verlangt folgenden Dateninput:

```
3    120301    120502    120601
1    999999
```

Die Zahl 3 gibt die Zahl der Kostenfunktionen an, die in ein Bild gezeichnet wurden. In diesem Falle werden alle 3 Maschinen in ein Bild gezeichnet. Die Nummer 999999 ist die Abfrage auf das Programmende.

Sollen die Maschinen einzeln in ein Bild gezeichnet werden, muß der Input wie folgt geändert werden:

```
1    120301
1    120502
1    120601
1    999999
```

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Gesamtkosten, Abbildung 2 den Verlauf der Durchschnittskosten. Die Sternchen auf der Abszisse markieren die Abschreibungsschwelle der Maschinen.

Stellvertretend für alle drei Maschinen sind in Tabelle 1 die Funktionswerte der Maschine Nr. 120301 dargestellt. Es werden 40 Funktionswerte berechnet. Durch die Angabe einer Schrittweite beim Programmaufruf kann der Definitionsbereich der Kostenfunktion und der Abstand der berechneten Funktionswerte variiert werden. Wird keine Schrittweite angegeben, beträgt der Definitionsbereich der Kostenfunktion das 1,4fache der Einsatzmenge an der Abschreibungsschwelle. Zusätzlich werden die Veränderung der Durchschnittskosten (DELTA DK) sowie die Elastizität der Durchschnittskosten berechnet.[1] Die Elastizität der Durchschnittskosten ELDK ergibt sich aus

$$ELDK = \frac{\frac{\Delta DK}{DK}}{\frac{\Delta x}{x}}$$

Sie gibt die relative Veränderung der Durchschnittskosten bei einer prozentualen Veränderung der Einsatzmenge an. Sie eignet sich dazu, Degressionseffekte verschiedener Maschinen mit unterschiedlich hohen Durchschnittskosten untereinander zu vergleichen.

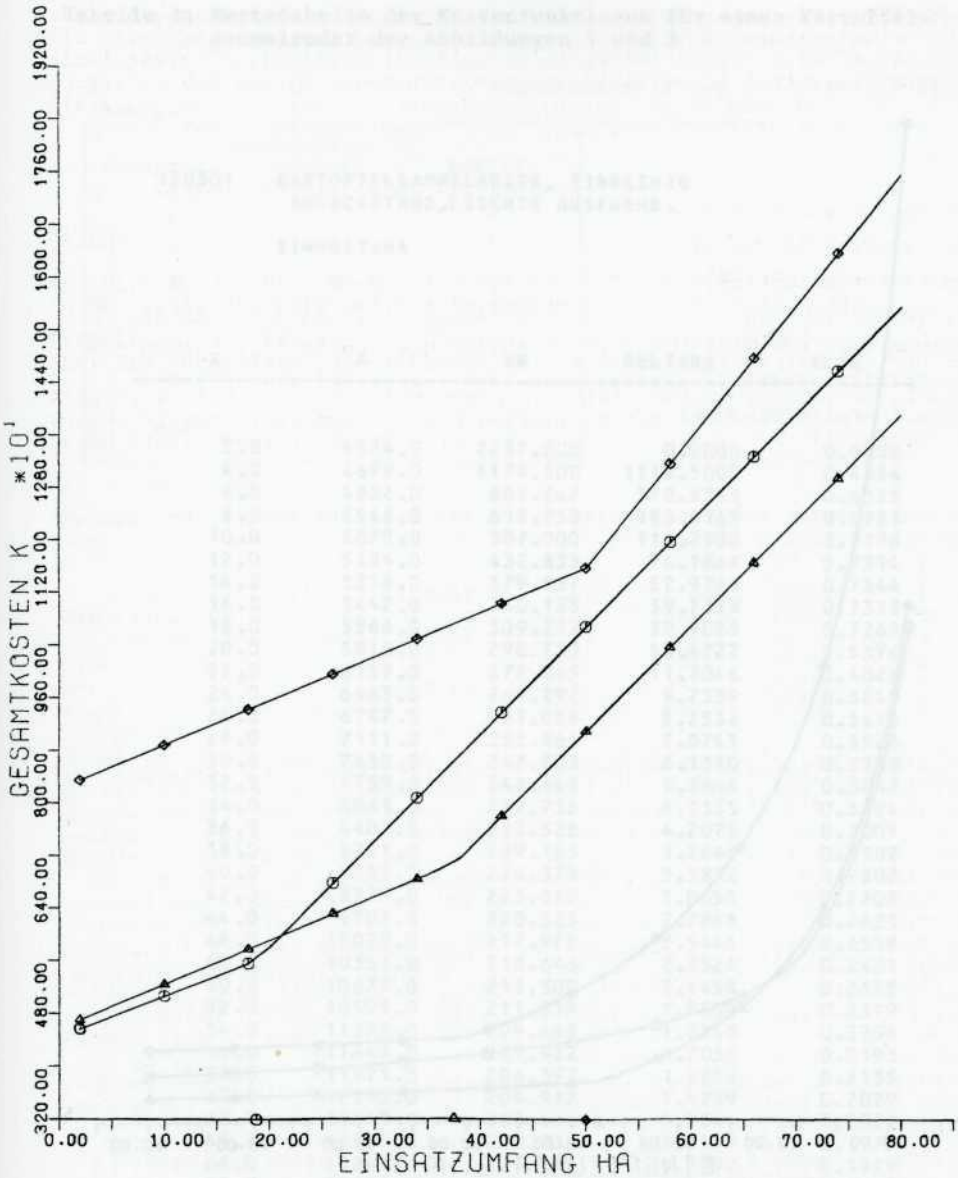
### 4.2. Analyse der Kostenunterschiede von Arbeitsgängen

Für die unter 2 - 4 in Abschnitt 2 aufgeworfenen Fragen benötigt man zusätzlich den Arbeits- und Schlepperstundenbedarf je Hektar, die notwendige Schleppergröße sowie den sonstigen Einsatzumfang des Schleppers außerhalb, falls man unterstellt, daß der Schlepper auch in anderen Arbeitsgängen eingesetzt wird. Der "Einsatzumfang außerhalb" hat im Programm also zwei Funktionen:

- Er verhindert, daß die Fixkosten des Schleppers dem Arbeitsgang zugerechnet werden,
- er berücksichtigt den Übergang von der zeit- zur leistungsbedingten Abschreibung.

---

1) Vgl. PACK, L.: Die Bedeutung der Kostenelastizität für die theoretische Analyse. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 30. Jg. (1960), Heft 10, S. 600 ff.



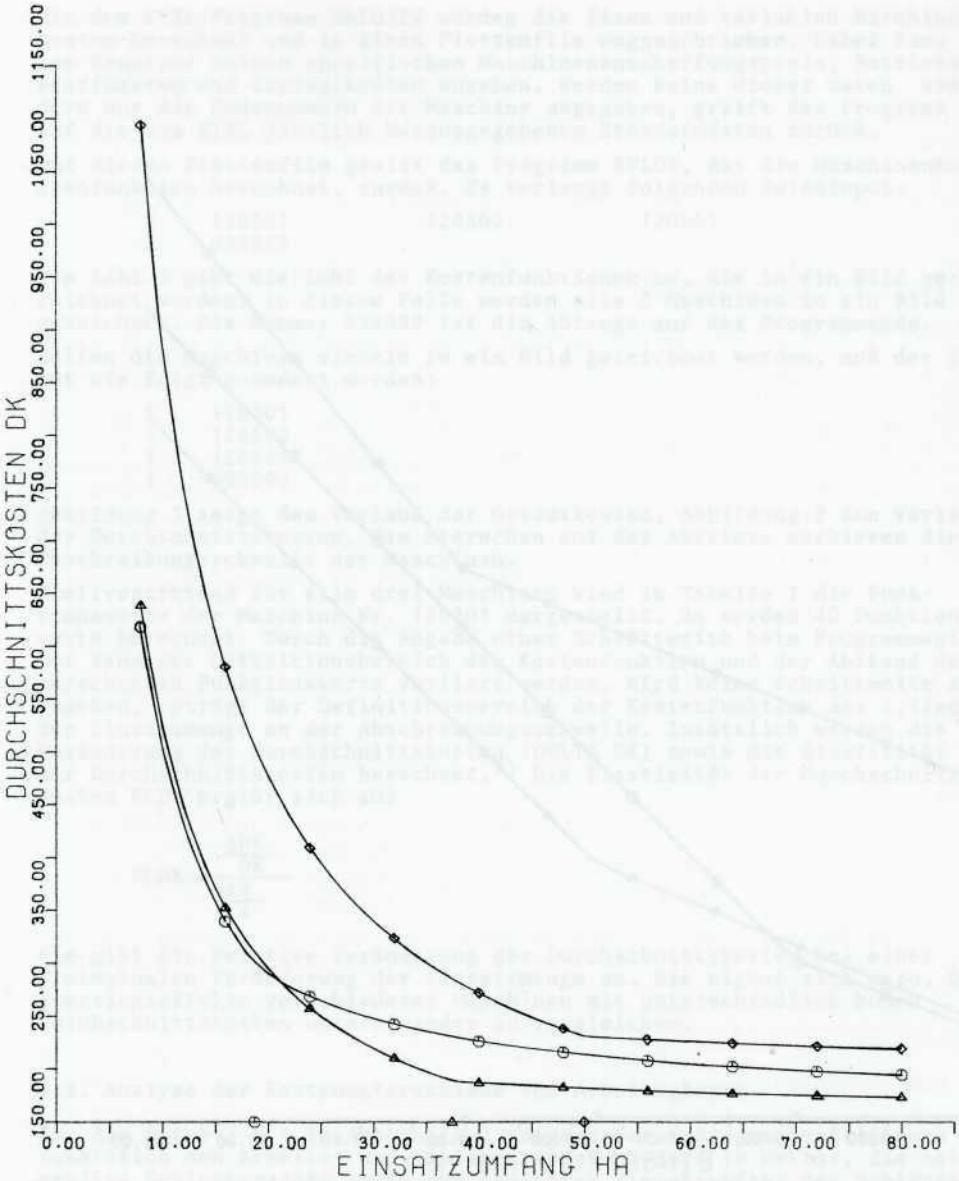

120301 ⊖ KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ABSACKSTAND,LEICHTE AUSFUEHR.

120502 △ KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ROLLBODENBUNKER 15-20 DT

120601 ◇ KARTOFFELSAMMELRODER,ZWEIREIHIG ROLLBODENBUNKER 35 DT

SYMBOLE AUF DER X-ACHSE ENTSPRECHEN DEN ABSCHREIBUNGSSCHWELLEN

Abbildung 1: Gesamtkosten für 3 Kartoffelroder in Abhängigkeit vom Einsatzumfang




120301 ⊖ KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ABSACKSTAND,LEICHTE AUSFUEHR.

120502 △ KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ROLLBODENBUNKER 15-20 DT

120601 ◇ KARTOFFELSAMMELRODER,ZWEIREIHIG ROLLBODENBUNKER 35 DT

SYMBOLE AUF DER X-ACHSE ENTSPRECHEN DEN ABSCHREIBUNGSSCHWELLEN

Abbildung 2: Durchschnittskosten für 3 Kartoffelsammelroder in Abhängigkeit vom Einsatzumfang

Tabelle 1: Wertetabelle der Kostenfunktionen für einen Kartoffelsammelroder der Abbildungen 1 und 2

120301 KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG
ABSACKSTAND,LEICHTE AUSFUEHR.

EINHEIT:HA

| X | K | DK | DELTADK | ELDK |
|---|---|---|---|---|
| 2.0 | 4574.0 | 2287.000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4.0 | 4698.0 | 1174.500 | 1112.5000 | 0.4864 |
| 6.0 | 4822.0 | 803.667 | 370.8335 | 0.6315 |
| 8.0 | 4946.0 | 618.250 | 185.4165 | 0.6921 |
| 10.0 | 5070.0 | 507.000 | 111.2500 | 0.7198 |
| 12.0 | 5194.0 | 432.833 | 74.1668 | 0.7314 |
| 14.0 | 5318.0 | 379.857 | 52.9763 | 0.7344 |
| 16.0 | 5442.0 | 340.125 | 39.7319 | 0.7322 |
| 18.0 | 5566.0 | 309.222 | 30.9028 | 0.7269 |
| 20.0 | 5815.0 | 290.750 | 18.4722 | 0.5376 |
| 22.0 | 6139.0 | 279.045 | 11.7046 | 0.4026 |
| 24.0 | 6463.0 | 269.292 | 9.7539 | 0.3845 |
| 26.0 | 6787.0 | 261.038 | 8.2532 | 0.3678 |
| 28.0 | 7111.0 | 253.964 | 7.0741 | 0.3523 |
| 30.0 | 7435.0 | 247.833 | 6.1310 | 0.3380 |
| 32.0 | 7759.0 | 242.469 | 5.3646 | 0.3247 |
| 34.0 | 8083.0 | 237.735 | 4.7335 | 0.3124 |
| 36.0 | 8407.0 | 233.528 | 4.2075 | 0.3009 |
| 38.0 | 8731.0 | 229.763 | 3.7646 | 0.2902 |
| 40.0 | 9055.0 | 226.375 | 3.3882 | 0.2802 |
| 42.0 | 9379.0 | 223.310 | 3.0655 | 0.2708 |
| 44.0 | 9703.0 | 220.523 | 2.7868 | 0.2621 |
| 46.0 | 10027.0 | 217.978 | 2.5445 | 0.2538 |
| 48.0 | 10351.0 | 215.646 | 2.3324 | 0.2461 |
| 50.0 | 10675.0 | 213.500 | 2.1458 | 0.2388 |
| 52.0 | 10999.0 | 211.519 | 1.9808 | 0.2319 |
| 54.0 | 11323.0 | 209.685 | 1.8340 | 0.2254 |
| 56.0 | 11647.0 | 207.982 | 1.7030 | 0.2193 |
| 58.0 | 11971.0 | 206.397 | 1.5856 | 0.2135 |
| 60.0 | 12295.0 | 204.917 | 1.4799 | 0.2079 |
| 62.0 | 12619.0 | 203.532 | 1.3844 | 0.2027 |
| 64.0 | 12943.0 | 202.234 | 1.2979 | 0.1977 |
| 66.0 | 13267.0 | 201.015 | 1.2192 | 0.1929 |
| 68.0 | 13591.0 | 199.868 | 1.1475 | 0.1884 |
| 70.0 | 13915.0 | 198.786 | 1.0819 | 0.1841 |
| 72.0 | 14239.0 | 197.764 | 1.0218 | 0.1799 |
| 74.0 | 14563.0 | 196.797 | 0.9666 | 0.1760 |
| 76.0 | 14887.0 | 195.882 | 0.9157 | 0.1722 |
| 78.0 | 15211.0 | 195.013 | 0.8688 | 0.1685 |
| 80.0 | 15535.0 | 194.188 | 0.8253 | 0.1651 |

Beispiel: Für den Arbeitsgang Kartoffelroden sind die in Tabelle 2 angegebenen Schlepper und Arbeitskräfte erforderlich.

Tabelle 2: Verfahren der Kartoffelernte

| | Maschinennummer | | |
|---|---|---|---|
| | 120301 | 120502 | 120601 |
| Zahl der Arbeitskräfte | 4 | 3 | 3 |
| Arbeitsbedarf/ha und AK | 12 | 10 | 6 |
| Arbeitskosten (DM/AKh) | 10 | 10 | 10 |
| Schleppergröße (KW) | 27-33 | 34-40 | 60-81 |
| Schleppercode der KTBL-Datei | 10103 | 10104 | 10205 |
| Schlepperstundenbedarf (Sh/ha) | 12 | 10 | 6 |
| sonst. Einsatzumfang der Schlepper (Sh) | 400 | 400 | 400 |

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch das Programm MKPLOT. Der Dateninput hat folgendes Format:

```
3
1   120301   4    12.0   10.0 1
2    10103   400  12.0
1   120502   3    10.0   10.0 1
2    10104   400  10.0
1   120503   3     6.0   10.0 1
2    10205   400   6.0
```

Die Ziffer 3 hat dieselbe Bedeutung wie im Programm KPLOT. Die Ziffern in der ersten Spalte geben die laufende Numerierung in einer Arbeitskette an. Die Eingabeinformation erfolgt wieder über den KTBL-Maschinencode. Sie wird erweitert um die in Tabelle 2 dargestellten Informationen. Die letzte Ziffer (1) in der Zeile, die den Kartoffelvollernter bezeichnet, gibt die Zahl der Nebenmaschinen wieder. Es können bis zu 10 Nebenmaschinen angeführt werden. Der Verlauf der Gesamt- und Durchschnittskosten ist in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die berechneten Funktionswerte für Maschine Nr. 120301 sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Abbildung 3 zeigt, daß bei 10,- DM Arbeitskosten bis zu einem Einsatzumfang von 34 ha Maschine Nr. 120502 vorteilhaft wird, vorausgesetzt, ein Schlepper in ausreichender Größe ist vorhanden. Durch Variation der Arbeitskosten läßt sich schnell die Abhängigkeit dieser Aussage vom Arbeitslohn darstellen. Legt man statt 10,- DM z.B. 30,- DM Arbeitskosten der Kalkulation zugrunde, verringert sich die Einsatzmenge, bei der eine größere Maschine wirtschaftlich wird, auf 11 ha (vgl. Abbildung 5).

Auf diese einfache Weise ist es auch möglich, die Kosten bei unterschiedlichem Arbeitsbedarf je Hektar zu berechnen.

Abbildung 6 enthält die Durchschnittskosten nur für Maschine Nr. 120502. Zusätzlich sind die Grenzkosten sowie ein Lohnunternehmerpreis eingetragen. Diese Funktionen werden gezeichnet, wenn beim Input hinter der Ziffer 3 in der ersten Zeile die Zahl 1 steht (Zeichnen der Grenzkosten) und dahinter der Lohnunternehmerpreis angegeben wird.

Abbildung 6 zeigt, daß bei Arbeitskosten der betriebseigenen Arbeitskräfte von 10,- DM bis zu einer Fläche von etwa 25 ha eine Eigenmechanisierung unwirtschaftlich ist.
Abbildung 6 läßt sich auch für Maschinenanbieter interpretieren. Ist die Maschine vorhanden und ist ihr Wiederveräußerungswert Null, lohnt

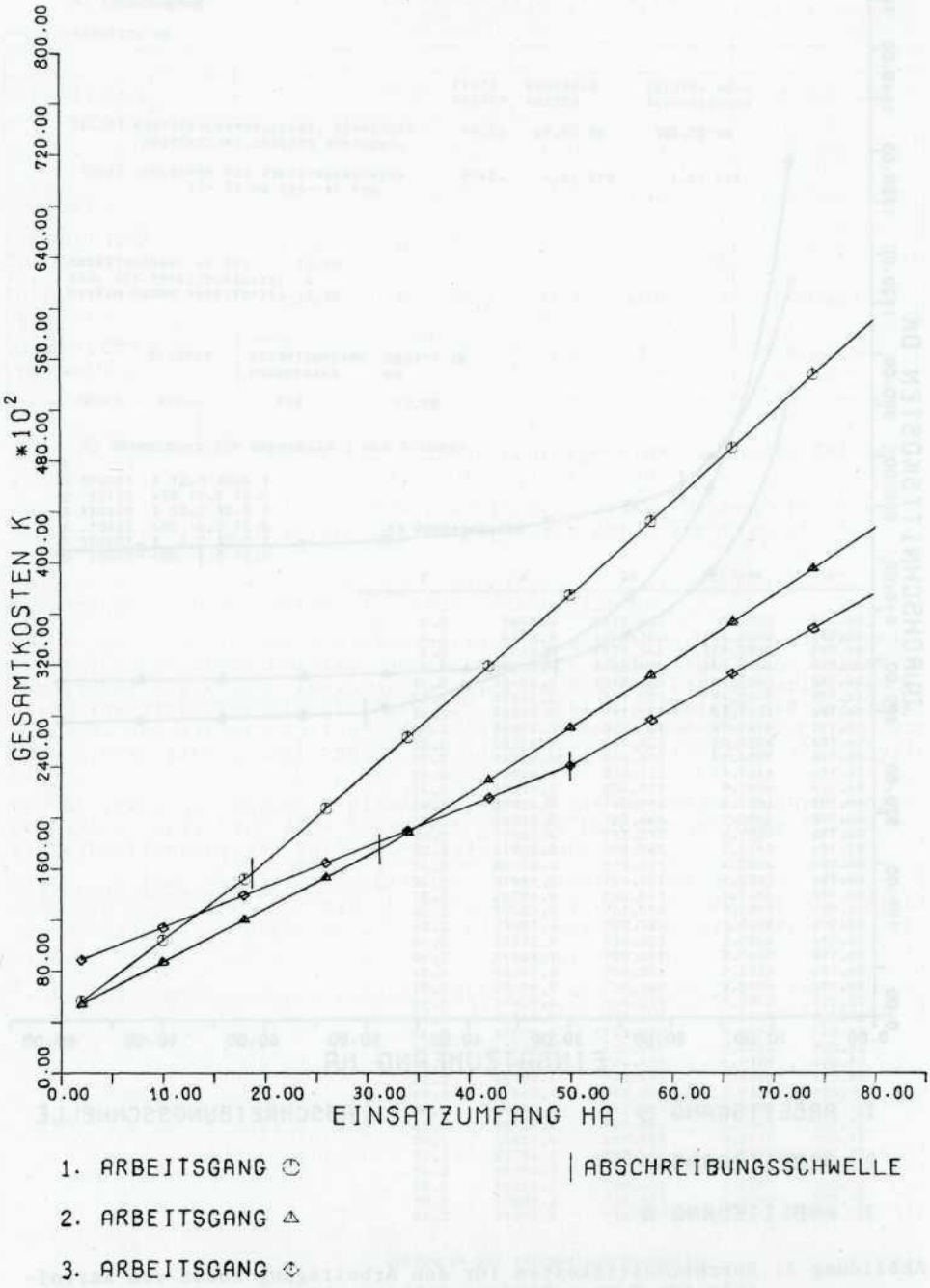



Abbildung 3: Gesamtkosten für den Arbeitsgang Roden von Kartoffeln für 3 verschiedene Arbeitsverfahren in Abhängigkeit vom Einsatzumfang bei Arbeitskosten von 10 DM/AKh

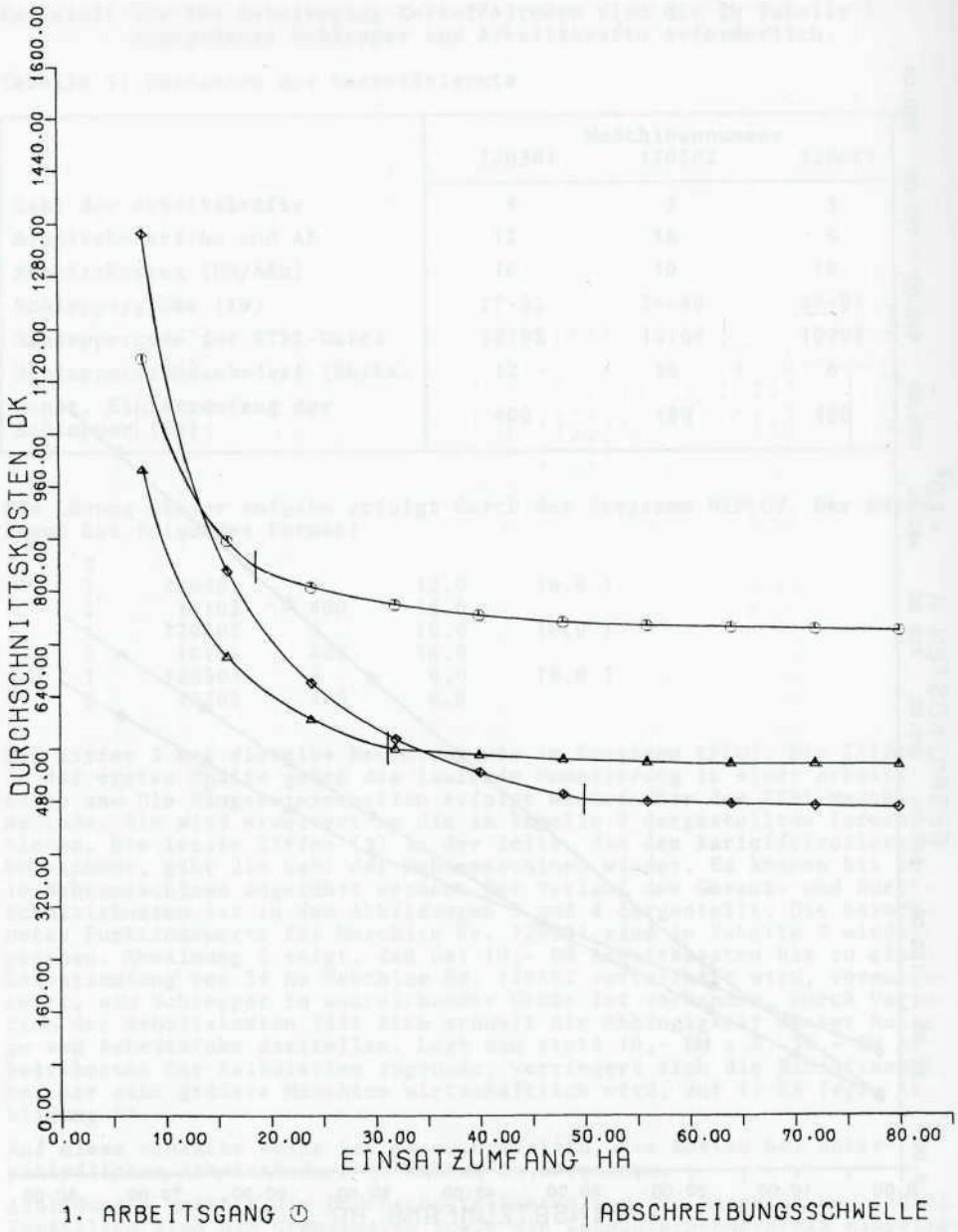



Abbildung 4: Durchschnittskosten für den Arbeitsgang Roden von Kartoffeln für 3 verschiedene Arbeitsverfahren in Abhängigkeit vom Einsatzumfang bei Arbeitskosten von 10 DM/AKh

Tabelle 3: Wertetabelle für den Arbeitsgang Roden von Kartoffeln für die Maschine Nr. 120 301 bei Arbeitskosten von 10 DM/AKh

1) Arbeitsgang

EINHEIT: HA

| | FESTE KOSTEN | VARIABLE KOSTEN | LEISTG. BED. ABSCHREIBUNG |
|---|---|---|---|
| 120301 KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ABSACKSTAND,LEICHTE AUSFUEHR. | 4450. | 62.00 HA | 100.00 HA |
| 10103 SCHLEPPER MIT HINTERRADANTRIEB 27- 33 KW (36- 45 PS) | 2762. | 4.64 STD | 1.92 STD |

ARBEITSBEDARF JE AK: 12.00
ZAHL DER ARBEITSKRAEFTE: 4
KOSTEN EINER ARBEITSSTD: 10.00

| | EINHEIT | EINSATZUMFANG AUSSERHALB | BEDARF JE HA |
|---|---|---|---|
| 10103 | STD | 400 | 12.00 |

2) Dateninput für Schaubild 3 und 4 insg.

```
3
1 120301  4 12.0 10.0 1
2  10103  400 12.0 12.0
1 120501  3 10.0 10.0 1
2  10103  400 10.0 10.0
1 120601  3  6.0 10.0 1
2  10205  400  6.0  6.0
```

3) Wertetabelle

| X | K | DK | DELTADK | GK |
|---|---|---|---|---|
| 2.0 | 5645.4 | 2822.680 | 0.0000 | 597.68 |
| 4.0 | 6840.7 | 1710.180 | 1112.5000 | 597.68 |
| 6.0 | 8036.1 | 1339.346 | 370.8335 | 597.68 |
| 8.0 | 9231.4 | 1153.930 | 185.4165 | 597.68 |
| 10.0 | 10426.8 | 1042.680 | 111.2500 | 597.68 |
| 12.0 | 11622.2 | 968.513 | 74.1668 | 597.68 |
| 14.0 | 12817.5 | 915.537 | 52.9763 | 597.68 |
| 16.0 | 14012.9 | 875.805 | 39.7319 | 597.68 |
| 18.0 | 15208.2 | 844.902 | 30.9028 | 597.68 |
| 20.0 | 16528.6 | 826.430 | 18.4722 | 697.68 |
| 22.0 | 17924.0 | 814.725 | 11.7046 | 697.68 |
| 24.0 | 19319.3 | 804.971 | 9.7539 | 697.68 |
| 26.0 | 20714.7 | 796.718 | 8.2532 | 697.68 |
| 28.0 | 22110.0 | 789.644 | 7.0742 | 697.68 |
| 30.0 | 23505.4 | 783.513 | 6.1309 | 697.68 |
| 32.0 | 24900.8 | 778.149 | 5.3645 | 697.68 |
| 34.0 | 26296.1 | 773.415 | 4.7336 | 697.68 |
| 36.0 | 27691.5 | 769.208 | 4.2075 | 697.68 |
| 38.0 | 29086.8 | 765.443 | 3.7646 | 697.68 |
| 40.0 | 30482.2 | 762.055 | 3.3879 | 697.68 |
| 42.0 | 31877.6 | 758.989 | 3.0657 | 697.68 |
| 44.0 | 33272.9 | 756.203 | 2.7866 | 697.68 |
| 46.0 | 34668.3 | 753.658 | 2.5447 | 697.68 |
| 48.0 | 36063.6 | 751.326 | 2.3323 | 697.68 |
| 50.0 | 37459.0 | 749.180 | 2.1458 | 697.68 |
| 52.0 | 38900.4 | 748.085 | 1.0950 | 720.72 |
| 54.0 | 40341.9 | 747.072 | 1.0134 | 720.72 |
| 56.0 | 41783.3 | 746.130 | 0.9412 | 720.72 |
| 58.0 | 43224.8 | 745.254 | 0.8762 | 720.72 |
| 60.0 | 44666.2 | 744.436 | 0.8179 | 720.72 |
| 62.0 | 46107.6 | 743.671 | 0.7649 | 720.72 |
| 64.0 | 47549.1 | 742.954 | 0.7170 | 720.72 |
| 66.0 | 48990.5 | 742.281 | 0.6738 | 720.72 |
| 68.0 | 50432.0 | 741.646 | 0.6345 | 720.72 |
| 70.0 | 51873.4 | 741.048 | 0.5977 | 720.72 |
| 72.0 | 53314.8 | 740.484 | 0.5647 | 720.72 |
| 74.0 | 54756.3 | 739.950 | 0.5342 | 720.72 |
| 76.0 | 56197.7 | 739.443 | 0.5061 | 720.72 |
| 78.0 | 57639.2 | 738.963 | 0.4800 | 720.72 |
| 80.0 | 59080.6 | 738.507 | 0.4561 | 720.72 |

KOSTEN AN DER ABSCHREIBUNGSSCHWELLE:

| | | |
|---|---|---|
| 18.75 | 15656.50 | 835.01 |
| 50.00 | 37459.00 | 749.18 |

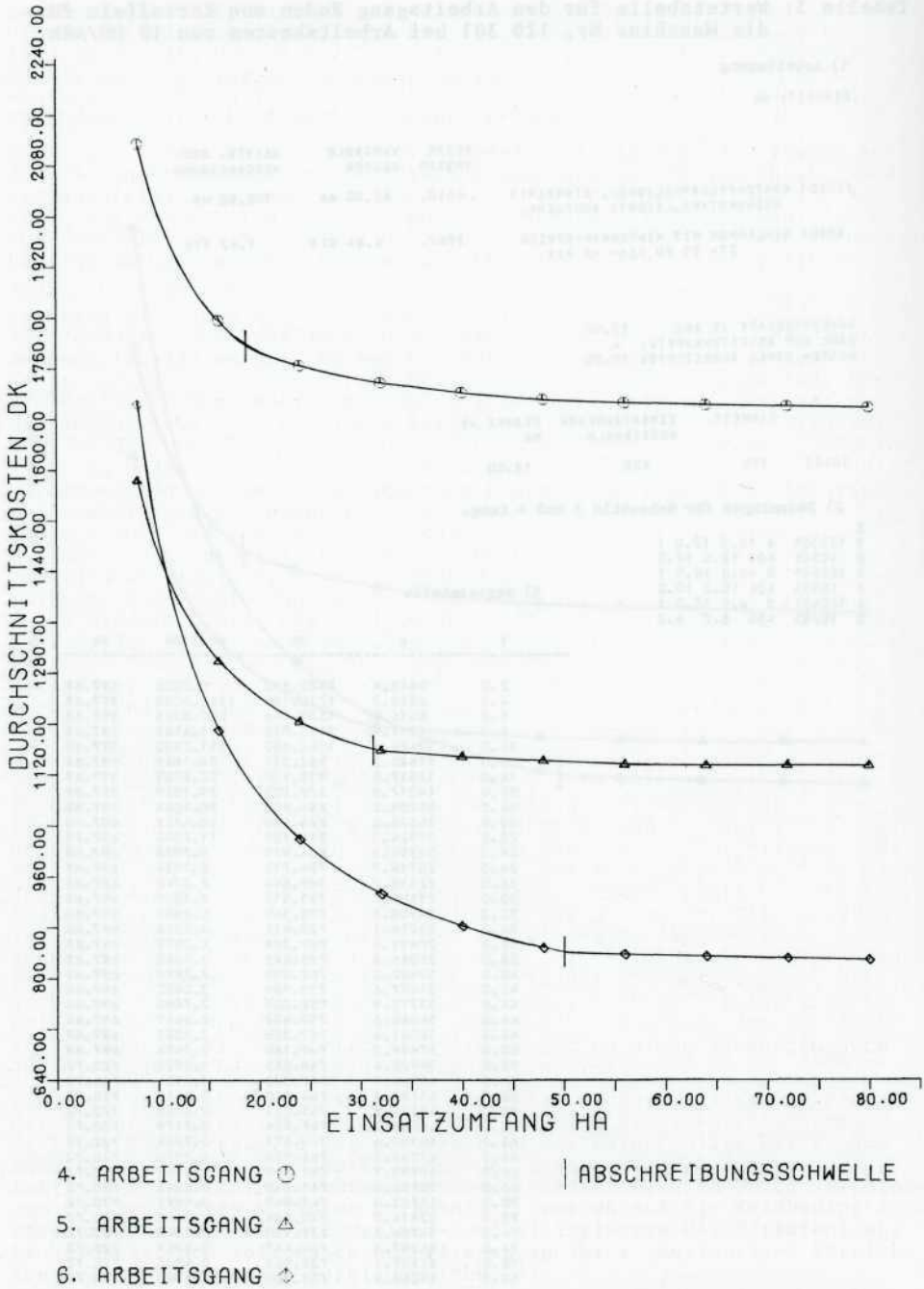



Abbildung 5: Durchschnittskosten für den Arbeitsgang Roden von Kartoffeln für 3 verschiedene Arbeitsverfahren in Abhängigkeit vom Einsatzumfang bei Arbeitskosten von 30 DM/AKh

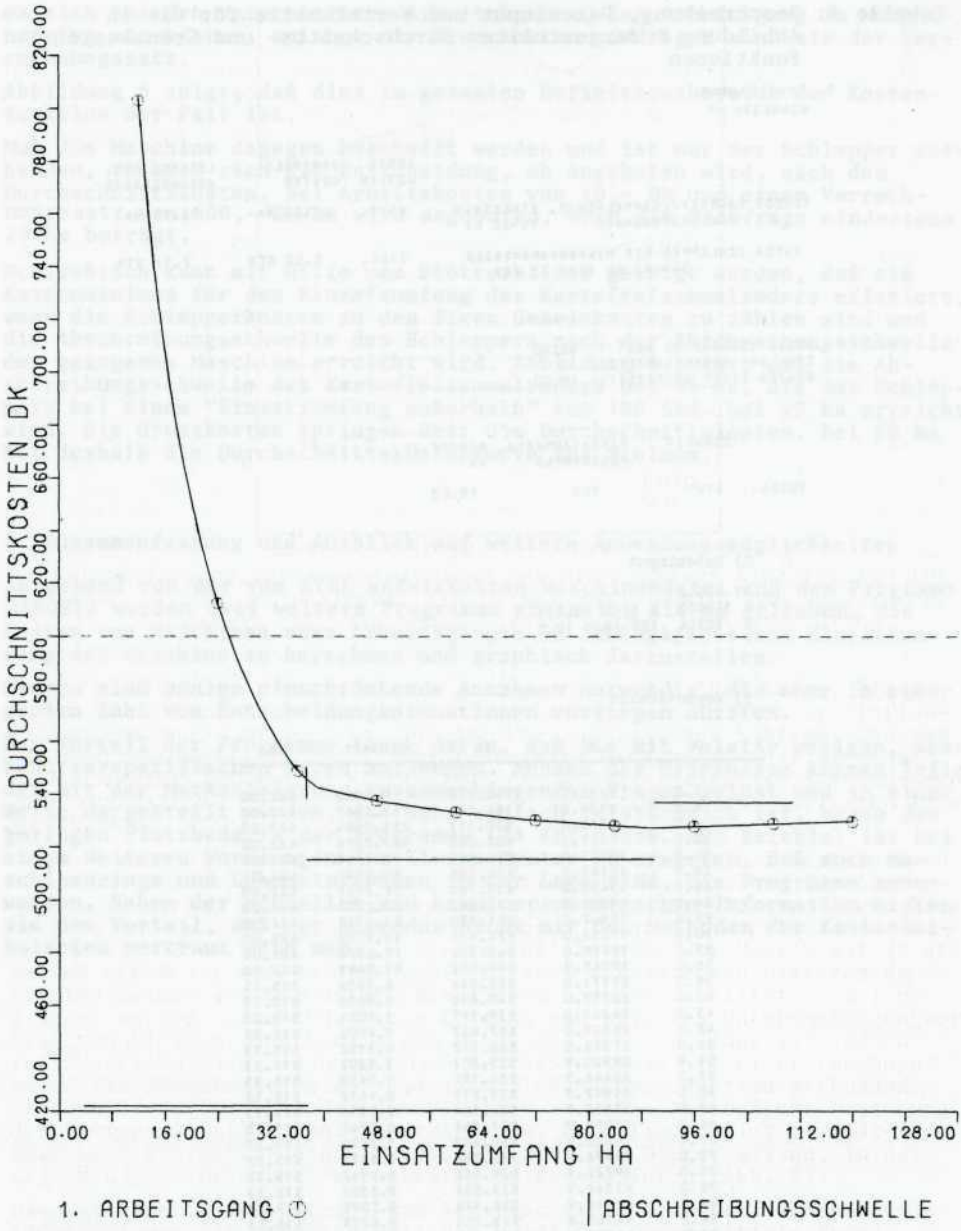



Abbildung 6: Vergleich der Kosten bei einzel- und überbetrieblicher Arbeitserledigung für den Arbeitsgang Kartoffelroden in Abhängigkeit vom einzelbetrieblichen Einsatzumfang bei Arbeitskosten von 10 DM/AKh

Tabelle 4: Beschreibung, Dateninput und Wertetabelle für die in Abbildung 6 dargestellten Durchschnitts- und Grenzkostenfunktionen

1. Arbeitsgang
EINHEIT: HA

| | | FESTE KOSTEN | VARIABLE KOSTEN | LEISTG. BED. ABSCHREIBUNG |
|---|---|---|---|---|
| 120502 | KARTOFFELSAMMELRODER, EINREIHIG ROLLBODENBUNKER 15-20 DT | 4573. | 67.00 HA | 93.33 HA |
| 10104 | SCHLEPPER MIT HINTERRADANTRIEB 34- 40 KW (46- 55 PS) | 3168. | 5.50 STD | 2.17 STD |

ARBEITSBEDARF JE AK: 10.00
ZAHL DER ARBEITSKRAEFTE: 3
KOSTEN EINER ARBEITSSTD: 10.00

| | EINHEIT | EINSATZUMFANG AUSSERHALB | BEDARF JE HA |
|---|---|---|---|
| 10104. | STD | 100 | 10.00 |

2) Dateninput

```
11 600.0
1 120502  3 10.0 10.0 1
2  10104  100 10.0 10.0
9
```

3) Wertetabelle

| X | K | DK | DELTADK | GK |
|---|---|---|---|---|
| 3.0 | 5839.0 | 1946.333 | 0.0000 | 422.00 |
| 6.0 | 7105.0 | 1184.167 | 762.1667 | 422.00 |
| 9.0 | 8371.0 | 930.111 | 254.0554 | 422.00 |
| 12.0 | 9637.0 | 803.083 | 127.0278 | 422.00 |
| 15.0 | 10903.0 | 726.867 | 76.2168 | 422.00 |
| 18.0 | 12169.0 | 676.055 | 50.8110 | 422.00 |
| 21.0 | 13435.0 | 639.762 | 36.2937 | 422.00 |
| 24.0 | 14701.0 | 612.542 | 27.2202 | 422.00 |
| 27.0 | 15967.0 | 591.370 | 21.1711 | 422.00 |
| 30.0 | 17233.0 | 574.433 | 16.9373 | 422.00 |
| 33.0 | 18499.0 | 560.576 | 13.8574 | 422.00 |
| 36.0 | 19765.0 | 549.023 | 11.5481 | 422.00 |
| 39.0 | 21171.0 | 542.846 | 6.1816 | 515.33 |
| 42.0 | 22717.0 | 540.880 | 1.9656 | 515.33 |
| 45.0 | 24263.0 | 539.177 | 1.7034 | 515.33 |
| 48.0 | 25809.0 | 537.687 | 1.4902 | 515.33 |
| 51.0 | 27355.0 | 536.372 | 1.3152 | 515.33 |
| 54.0 | 28900.9 | 535.202 | 1.1692 | 515.33 |
| 57.0 | 30446.9 | 534.157 | 1.0459 | 515.33 |
| 60.0 | 31992.9 | 533.215 | 0.9412 | 515.33 |
| 63.0 | 33538.9 | 532.364 | 0.8518 | 515.33 |
| 66.0 | 35084.9 | 531.589 | 0.7742 | 515.33 |
| 69.0 | 36630.9 | 530.882 | 0.7070 | 515.33 |
| 72.0 | 38176.9 | 530.234 | 0.6479 | 515.33 |
| 75.0 | 39722.9 | 529.638 | 0.5962 | 515.33 |
| 78.0 | 41268.9 | 529.088 | 0.5503 | 515.33 |
| 81.0 | 42814.9 | 528.578 | 0.5095 | 515.33 |
| 84.0 | 44360.8 | 528.105 | 0.4731 | 515.33 |
| 87.0 | 45906.8 | 527.665 | 0.4407 | 515.33 |
| 90.0 | 47452.8 | 527.253 | 0.4111 | 515.33 |
| 93.0 | 49063.9 | 527.569 | 0.3154 | 537.03 |
| 96.0 | 50675.0 | 527.865 | 0.2957 | 537.03 |
| 99.0 | 52286.1 | 528.142 | 0.2776 | 537.03 |
| 102.0 | 53897.2 | 528.403 | 0.2612 | 537.03 |
| 105.0 | 55508.3 | 528.650 | 0.2466 | 537.03 |
| 108.0 | 57119.4 | 528.883 | 0.2327 | 537.03 |
| 111.0 | 58730.5 | 529.103 | 0.2202 | 537.03 |
| 114.0 | 60341.5 | 529.312 | 0.2087 | 537.03 |
| 117.0 | 61952.6 | 529.510 | 0.1980 | 537.03 |
| 120.0 | 63563.7 | 529.697 | 0.1877 | 537.03 |

KOSTEN AN DER ABSCHREIBUNGSSCHWELLE:

| | | |
|---|---|---|
| 37.50 | 20398.00 | 543.95 |
| 90.00 | 47452.82 | 527.25 |

es sich bei den unterstellten Arbeitskosten, den Arbeitsgang im Maschinenring anzubieten, solange die Grenzkosten niedriger sind als der Verrechnungssatz.

Abbildung 6 zeigt, daß dies im gesamten Definitionsbereich der Kostenfunktion der Fall ist.

Muß die Maschine dagegen beschafft werden und ist nur der Schlepper vorhanden, richtet sich die Entscheidung, ob angeboten wird, nach den Durchschnittskosten. Bei Arbeitskosten von 10,- DM und einem Verrechnungssatz von 600,- DM/ha wird angeboten, wenn die Nachfrage mindestens 25 ha beträgt.

Schließlich kann mit Hilfe des Plotterbildes gezeigt werden, daß ein Kostenminimum für den Einsatzumfang des Kartoffelsammelroders existiert, wenn die Schlepperkosten zu den fixen Gemeinkosten zu zählen sind und die Abschreibungsschwelle des Schleppers nach der Abschreibungsschwelle der gezogenen Maschine erreicht wird. Abbildung 6 zeigt, daß die Abschreibungsschwelle des Kartoffelsammelroders bei 38 ha, die des Schleppers bei einem "Einsatzumfang außerhalb" von 100 Std. bei 90 ha erreicht wird. Die Grenzkosten springen über die Durchschnittskosten. Bei 90 ha hat deshalb die Durchschnittskostenkurve ihr Minimum.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick auf weitere Anwendungsmöglichkeiten

Ausgehend von der vom KTBL entwickelten Maschinendatei und dem Programm MAKOST2 wurden zwei weitere Programme erstellt, die es erlauben, die Kosten von Maschinen oder Arbeitsgängen in Abhängigkeit vom Einsatzumfang der Maschine zu berechnen und graphisch darzustellen.

Hierzu sind einige einschränkende Annahmen notwendig, die aber in einer großen Zahl von Entscheidungssituationen vorliegen dürften.

Der Vorteil der Programme liegt darin, daß sie mit relativ wenigen, aber benutzerspezifischen Daten auskommen. Anhand der Ergebnisse können Teile der mit der Mechanisierung zusammenhängenden Fragen gelöst und in einer Weise dargestellt werden, die sehr einfach verständlich ist. Wegen des geringen Platzbedarfs der Programme (24 KBYTE bzw. 800 Befehle) ist bei einem weiteren Vordringen der Kleincomputer zu erwarten, daß auch Maschinenringe und Lohnunternehmen in der Lage sind, die Programme anzuwenden. Neben der schnellen und benutzerspezifischen Information bieten sie den Vorteil, daß der Anwender nicht mit den Methoden der Kostenkalkulation vertraut sein muß.