

gieaufwand verringert werden kann. Bei kleinen Neigungswinkeln ( $\beta < 30^\circ$ ) tritt Druckbelastung auf, in deren Folge sich im Bodenkörper Schubspannungen aufbauen. Die Bruchkraft und die Zerkleinerungsenergie sind dabei sehr hoch. Für Neigungswinkel  $\beta > 45^\circ$  ist infolge von Schubbelastung deutlich die Herausbildung einer Scherebene diagonal durch den Bodenkörper zu beobachten. Der Bodenkörper bricht durch Überwinden seiner Schubfestigkeit. Die Bruchkraft und die Zerkleinerungsenergie sind wesentlich geringer als bei kleinen Neigungswinkeln  $\beta$ . Eine Erhöhung des Neigungswinkels  $\phi$  der resultierenden Kraft mit Hilfe formschlüssiger Kraftübertragung zwischen Werkzeug und Boden über den Reibwinkel der Paarung Stahl-Boden hinaus läßt für sehr große Neigungswinkel ( $\beta = 85^\circ$ ) anstelle des Anstiegs der Zerkleinerungsenergie, der durch Gleitreibung zwischen Belastungsplatte und Bodenkörper entsteht, eine weitere Verringerung erwarten. Die Zerkleinerungswirkung  $\Delta O$  ist bei großen Neigungswinkeln  $\beta$  vom Bodenzustand nahezu unabhängig. Sie verändert sich auch für kleine Neigungswinkel  $\beta$  bei plastischem Bodenzustand nur wenig, kann aber bei weniger plastischem Zustand erheblich ansteigen. Für große Neigungswinkel  $\beta$  wird der günstigste Zerkleinerungserfolg  $\kappa$  erreicht. Bei wenig plastischem Bodenzustand stellt sich auch für kleine Neigungswinkel  $\beta$  infolge der hohen Zerkleinerungswirkung trotz großer Zerkleinerungsenergie ein günstiger Zerkleinerungserfolg ein.

Durch formschlüssige Bodenbelastung bei großen Neigungswinkeln  $\beta$  ist eine weitere Verbesserung des Zerkleinerungserfolgs zu erwarten. Mit zunehmendem Werkzeugvorschubweg steigen sowohl die Zerkleinerungsenergie als auch die Zerkleinerungswirkung an. Auf den Zerkleinerungserfolg hat der Werkzeugweg keinen signifikanten Einfluß.

#### 4. Zusammenfassung

Zur Erarbeitung von Grundlagen für die Entwicklung von Werkzeugen zur Zerkleinerung von Bodenkluten bei der Saatbettbereitung wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen an Modellbodenkörpern durchgeführt [4]. Die experimentell gewonnenen Ergebnisse werden dargestellt.

Die Belastung der Bodenkörper erfolgt durch keilförmige Werkzeugelemente mit unterschiedlichem Keilwinkel, durch gespannte Drähte mit unterschiedlichen Durchmessern und durch parallele Platten mit unterschiedlicher Bewegungsrichtung.

Die wesentlichsten Erkenntnisse sind:

- Keilförmige Werkzeuge mit kleinem Keilwinkel sind für die Zerkleinerung von Bodenkörpern im Saatbett gut geeignet. In Kombination mit stumpfwinkligen Werkzeugen ist bei wenig plastischem Bodenverhalten eine Verbesserung der Zerkleinerungswirkung möglich, falls die notwendigen großen Bruchkräfte auf die Bodenkörper übertragen werden können.
- Für die Bodenzerkleinerung durch einen

gespannten Draht wird für Drahtdurchmesser  $D > 4$  mm ein Optimum erwartet, das in weiterführenden Untersuchungen noch bestimmt werden muß.

- Die kombinierte Druck-Schub-Belastung ist hinsichtlich der Verbesserung des Zerkleinerungserfolgs durch formschlüssige Belastung bei großen Neigungswinkeln der Werkzeugbewegungsrichtung zur Vertikalen zu untersuchen.

#### Literatur

- [1] Palme, J.: Bericht zum Abschnitt 1.2.1. „Bodenbearbeitungsmaschinen“ des Planes für wissenschaftliche und kulturelle Zusammenarbeit zwischen der Hochschule für Landmaschinenbau Rostow am Don und der TU Dresden für die Jahre 1974, 1975. TU Dresden, Literaturbericht 1975 (unveröffentlicht).
- [2] Krutikow, N. P.: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik 1955.
- [3] Sinečkov, G. N.: Deformacil voznikajušće v počve pod vozejstvijem klina (Deformationen des Bodens unter der Einwirkung eines Keils). Trudy VISCHOM, Moskva (1982) 33, S. 3-27.
- [4] Jorschick, K.: Untersuchungen zur Energieausnutzung an ausgewählten Werkzeugelementen für die Bodenzerkleinerung beim Einwirken auf Modellbodenkörper. TU Dresden, Dissertation 1983 (unveröffentlicht).
- [5] Bernhardt, H.: Schnittprozeß im Boden. TU Dresden, Jahresbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [6] Vomocil, J. A.; Chancellor, W. J.: Energy Requirements for Breaking Soil Samples (Energiebedarf für das Brechen von Bodenproben). Transactions of the ASAE (1969) S. 375-383, 388.

A 3930

## Rationalisierung beim Pflugkörperentwurf durch Einsatz der Digitalgrafik

Dipl.-Ing. J. Kubisch, KDT

#### Verwendete Formelzeichen

B	Breite des Bodenbalkens
H	Höhe des Pflugkörpers
$k_n$	spezifischer Bodenwiderstand
m	Anstieg
v	Arbeitsgeschwindigkeit
x, y, z	Koordinaten
$\Delta_{op}$	mittlerer Scharanstellwinkel
$\tau$	Schubfestigkeit des Bodens
$\Phi$	Seitenrichtungswinkel einer Formlinie
$\Phi_1$	Scharschneidenrichtungswinkel
$\omega'$	Tangentenwinkel
$\Omega_{in}$	mittlerer Seitenrichtungswinkel

#### 1. Einleitung

Die Rationalisierung der Arbeit des Konstrukteurs steht aufgrund der erforderlichen Verkürzung der Entwicklungszeiten und der Schaffung langfristig absetzbarer und weltmarktfähiger Erzeugnisse immer mehr im Blickfeld. Ein Schwerpunkt dabei ist die Entwicklung von Pilotlösungen der rechnerunterstützten technischen Vorbereitung der Produktion [1].

Mit der Entwicklung der EDV und der Digitalgrafik werden dem Konstrukteur Hilfsmittel in die Hand gegeben, die es ihm gestatten, seine Arbeit rationeller zu gestalten. Da der gerätetechnische Aufwand für die interaktive grafische Arbeitsweise relativ hoch ist, kommt es darauf an, Schwerpunkte auszu-

wählen, bei denen der Rationalisierungseffekt besonders hoch ist. Der Entwurf von Arbeitsflächen an Pflugkörpern erfordert, wie auch deren Darstellung, einen hohen manuellen Aufwand [2, 3]. Bei jeder der etwa 30 bekannten Methoden ist nach festgelegten grafischen Verfahren eine Vielzahl von Kurven zu konstruieren. Hier gilt es, konsequent die Vorteile der Digitalgrafik zu nutzen, um nicht die Übersichtlichkeit der grafischen Arbeitsweise durch eine Umsetzung in numerische Zahlenkolonnen zu zerstören.

Ausgehend von der Forderung an die sozialistische Landwirtschaft, den Energieeinsatz für die Produktion landwirtschaftlicher Güter zu optimieren, ergibt sich speziell für das Teilgebiet der Bodenbearbeitung die Aufgabe, energetisch günstige Werkzeuge einzusetzen. In der Vergangenheit wurde dieses Problem im wesentlichen mit empirischen Methoden bearbeitet. Wie schon in einer Dissertation von Ganzuch [4] ausgeführt wurde, mangelt es in den wenigen bisher entwickelten Theorien zum Berechnen von Bodenbearbeitungswerkzeugen an der erforderlichen Übereinstimmung der angewendeten Modelle mit der Realität.

In der angegebenen Dissertation wurden Formparameter der Arbeitsfläche ausge-

wählt, die einerseits den spezifischen Zugwiderstand des Pflugkörpers wesentlich beeinflussen und mit denen andererseits der Entwurf einer Arbeitsfläche nach der Richtkurvenmethode möglich ist. Allerdings ergibt sich dabei eine Formenvielfalt, die nur mit Hilfe der Rechentechnik zu bewältigen ist.

Ausgehend von diesen Zusammenhängen sollen im interaktiven grafischen Dialog die Ausgangsdaten für das von Bonitz [5] entwickelte Programmsystem AUTENT zur Konstruktion doppelt gekrümmter Flächen erzeugt werden.

#### 2. Gerätetechnik und Betriebssystem

Die angestrebte Rationalisierung ist nur möglich, wenn die geforderte grafische Arbeitsweise auch möglichst vollständig durch die Gerätetechnik gewährleistet wird. Für die bestehende Aufgabe wird der im Rechenzentrum der TU Dresden vorhandene digitalgrafische Arbeitsplatz genutzt. Er besteht aus einem Digitalgrafischen Bildschirm GD 71, der mit dem Rechner KRS 4201 gekoppelt ist. Diese Konfiguration wird autonom genutzt. Darüber hinaus ist auch eine Kopplung mit dem Großrechner ES 1022 möglich. Die Programmierung erfolgte in FORTRAN (KRS 4200), wobei als Betriebssystem das an der

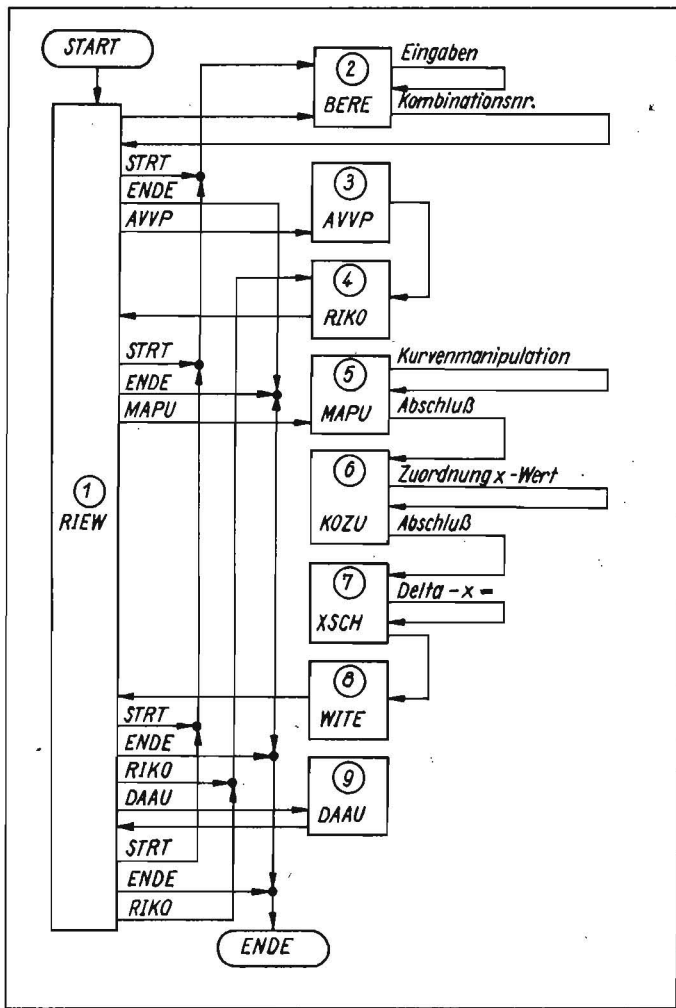


Bild 1. Dialogplan und Aufbau des Programmsystems RIEW

Bild 2. Protokoll des Bediendruckers (Eingaben unterstrichen)

**ARBEITSPLÄTCHENENTWURF FÜR PFLUGKÖRPER  
(VERTIKALSCHNITTMETHODE NACH LUCINSKI)**

WERDEN INFORMATIONEN ZUM PROGRAMM BENÖTIGT ?  
OK / NO NO

**EINGABE DER STARTPARAMETER**

SCHARRICHTUNGSWINKEL (GRD) PHI1=40.  
 ARBEITSBREITE (MM) B =300.  
 ARBEITSTIEFE (MM) T =200.  
 ARBEITSGESCHWINDIGKEIT (KM/H) VF =10.  
 SCHUBFESTIGKEIT DES BODENS (N/CM\*\*2) TAU =3.  
 MAXIMALWERT DES SPEZIFISCHEN BODENWIDERSTANDES (N/CM\*\*2) KN =5.  
 MASSSTAB DER DARSTELLUNG 1 : 2.00

BESTÄTIGUNG DER STARTPARAMETER OK / NO OK

**FESTLEGUNG DER FORMPARAMETERINTERVALLE**

SEITENRICHTUNGSWINKEL OMEGAQUER (GRD) 35. BIS 45. IN SCHRITTEN VON 5.  
 TANGENTENWINKEL OMEGASTRICH (GRD) 90. BIS 100. IN SCHRITTEN VON 5.  
 SCHARANSTELLWINKEL DELTAQUER (GRD) 30. BIS 35. IN SCHRITTEN VON 5.

BESTÄTIGUNG DER INTERVALLE OK / NO OK

ANZAHL DER LÖSUNGEN : 4

AUSGABE DER DRUCKLISTE ? OK / NO OK

**DRUCKLISTE DER PARAMETERKOMBINATIONEN**

SPEZ. BODENW.	OMEGAQUER	OMEGASTRICH	DELTAQUER	NR.
4.56	35.00	90.00	30.00	1
4.50	35.00	95.00	30.00	3
4.44	35.00	100.00	30.00	5
4.95	40.00	100.00	30.00	11

**AUSWAHL DER GEEIGNETEN KOMBINATION**

EINGABE DER KOMBINATIONSNR.: 3

4.50	35.00	95.00	30.00	3
------	-------	-------	-------	---

ALPHATASTATUR AKTIV!

**ERGEBNISPARAMETER**

SPEZ. BODENW.	OMEGAQUER	OMEGASTRICH	DELTAQUER
4.71	36.24	94.59	30.55

OMEGASTRICH BEI H=350.00MM

TU entwickelte Graphisch interaktive System GIS 2 benutzt wird [6]. Dieses Betriebssystem bietet mit einer Reihe von Standard-Unterprogrammen bereits umfangreiche Möglichkeiten des interaktiven Dialogs.

**3. Stand der Bearbeitung**

Die bekannten Methoden der Konstruktion von Pflugkörperarbeitsflächen sind dadurch gekennzeichnet, daß einerseits eine Reihe von Berechnungen angestellt und andererseits eine Reihe von Parametern nach Erfahrungswerten, die in weiten Grenzen schwanken können, festgelegt werden müssen. Mit dem vorgestellten Programmsystem soll das Ziel erreicht werden, Empirie und Berechnung in einem Dialog so zu verknüpfen, daß der Entwicklungsingenieur von sich wiederholenden Rechenoperationen entlastet, aber seine Entscheidungsfreiheit im Verlauf des Entwurfs nicht wesentlich eingeschränkt wird.

Bei der genutzten Gerätetechnik ist eine Kommunikation zwischen Nutzer und Rechner über den Bediendruckers bzw. die alphanumerische Tastatur, die Funktionstastatur und den Lichtstift des Bildschirms möglich. Um den Dialog nutzerfreundlich zu gestalten, werden für Ein- und Ausgaben ausschließlich der Bediendruckers bzw. die alphanumerische Tastatur benutzt.

phantomerische Tastatur benutzt. Somit erfolgt jede Aktivitätsforderung des Programms in verbaler Form als Textzeile auf dem Bildschirm oder auf dem Bediendruckers. Das z. Z. bestehende Programmsystem ist aus neun Programmsegmenten zusammengesetzt, die die einzelnen Entwicklungsschritte abarbeiten. Diese Segmente werden, wie im Bild 1 ersichtlich, von einem Steuersegment (RIEW) verwaltet und über den Dialog aufgerufen. Ausgangspunkt des Entwurfs ist die von Ganzuch [4] gefundene Abhängigkeit zwischen dem spezifischen Bodens  $k_n$  und der Arbeitsgeschwindigkeit  $v$ :

$$k_n = -1,25 + 4,326 \bar{\Delta}_{log} + (1,161 \bar{\Delta}_{log} + 0,695 \bar{\Omega}_{lin} - 0,234 \omega') \tau + (-0,0938 + 0,484 \bar{\Omega}_{lin}) v^2 \quad (1)$$

Diese Abhängigkeit wird, wie angegeben, von den Formparametern der Arbeitsfläche, dem mittleren Scharanstellwinkel  $\bar{\Delta}_{log}$ , dem Tangentenwinkel  $\omega'$  und dem mittleren Seitenrichtungswinkel  $\bar{\Omega}_{lin}$ , wesentlich beeinflusst. Diese drei Formparameter bilden bei der weiteren Arbeit die Grundlage des Entwurfs. Wie ersichtlich, ergibt sich jedoch bei Vorgabe der erstgenannten Parameter ( $k_n$ ,  $\tau$ ,  $v$ ) eine sehr große Anzahl von möglichen Kombinationen der Formparameter als Lö-

sungsmenge. Das zweite Programmsegment (BERE) trägt diesem Umstand Rechnung. Nach Eingabe der Startparameter (Bild 2) wird vom Nutzer die Festlegung der Formparameterintervalle gefordert, um nur sinnvolle Lösungskombinationen zu berechnen. Hier wird das Einbringen von Erfahrungswerten in den Rechenprozeß gefordert, wenn diese Erfahrungswerte auch nicht sehr genau festgelegt sein müssen. Anschließend werden durch schrittweises Abarbeiten der Intervalle maximal 100 Lösungen berechnet und die Anzahl der richtigen Lösungen (Kriterium ist Einhaltung des vorgegebenen Maximalwerts für  $k_n$ ) angegeben. Der Nutzer hat nun die Möglichkeit, sich im interaktiven Dialog die Lösungsmenge errechnen zu lassen, die ihm für die weitere Bearbeitung geeignet erscheint. Mit der Entscheidung für eine bestimmte Lösungskombination leitet der Nutzer die grafische Weiterverarbeitung der Daten ein. Über die alphanumerische Rollzeile des Bildschirms wird jetzt, wie vor jedem weiteren Segment, eine Entscheidung über die weitere Verfahrensweise gefordert. Dazu ist eines der angezeigten Codewörter (z. B. STRT/ENDE/AVVP) einzugeben. Das dritte Segment (AVVP) erzeugt in Anlehnung an die von Bernacki [7] angegebene Methode die Ansicht eines Pflugkörpers von

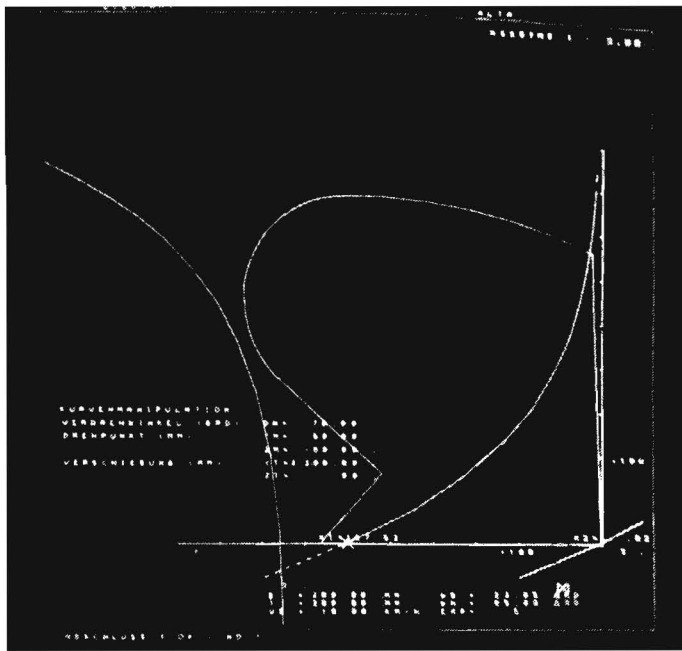
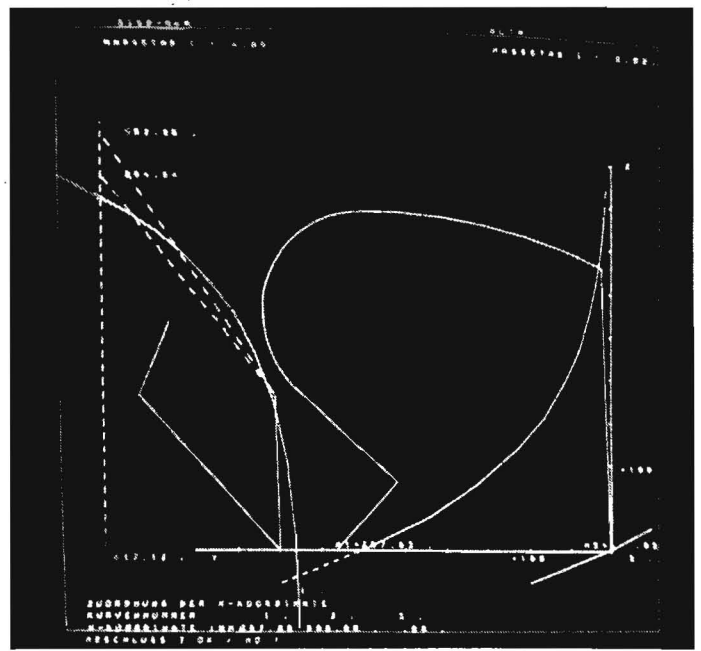
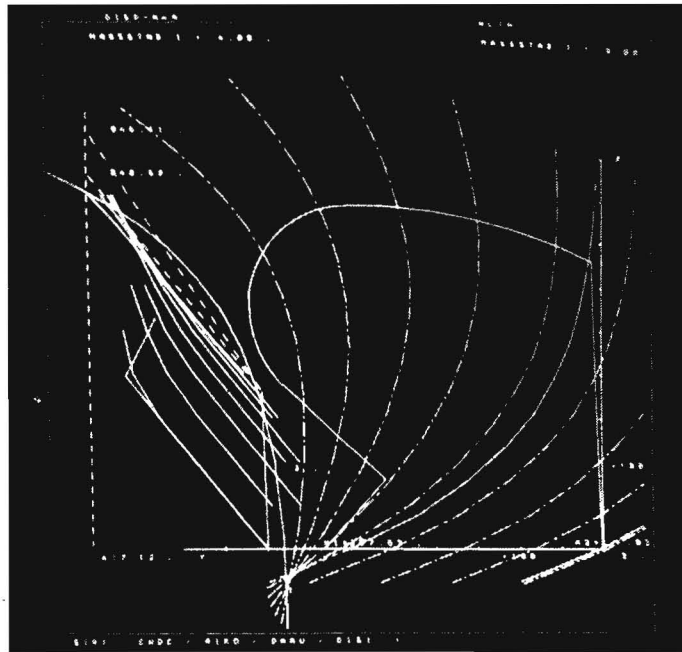


Bild 3. Darstellungen auf dem Bildschirm



3b



3c

vorn und ein Koordinatensystem auf dem Bildschirm (Bild 3a). Da es sich hier um die Abarbeitung eines festgelegten Algorithmus handelt, ist keine Dialogarbeit notwendig. Es wird automatisch zum nächsten Segment übergegangen.

Die Konstruktion der Richtkurve ist das Kernstück des Programmsystems und wird vom vierten Segment (RIKO) realisiert. Aus der Vielzahl der entwickelten grafischen Methoden für die Streichblechkonstruktion wurde die Methode der Vertikalschnitte nach Lučinski ausgewählt (angegeben in [7]). Diese Methode ist sehr anschaulich und übersichtlich, und vor allem liefert sie nahezu paßgerecht die Ausgangsinformationen für die Flächenenerzeugung nach dem von Bonitz [5] entwickelten Programmsystem AUTENT für doppelt gekrümmte Flächen.

Ausgangspunkt für diese Konstruktion ist ein Vertikalschnitt ( $x = \text{const.}$ ) an der Stelle der Scharsschneide, an der die Breite  $B$  des Bodenbalkens erreicht ist (Bild 4). Mit den ausgewählten Formparametern  $\bar{\Delta}_{\log}$  (berechnet

aus den Scharanstellwinkeln  $\Delta$ ,  $\omega'$  und dem Scharsschneidenrichtungswinkel  $\Phi_1$  werden die Anstiege  $m$  der gesuchten Richtkurve bei  $z = 0$  und  $z = H$  ( $H$  aus der Vorderansicht übernommene Höhe des Pflugkörpers) berechnet. Es gilt:

$$m_{z=0} = \tan \bar{\Delta}_{\log} \cos \Phi_1 \quad (2)$$

$$m_{z=H} = \frac{\tan (180^\circ - \omega')}{\tan \Phi_1} \quad (3)$$

Dabei wurden die bekannten Gesetzmäßigkeiten der Änderung des Winkels  $\Phi$  mit zunehmender Höhe nicht beachtet, sondern für die Berechnung eine im vorderen Teil zylindrische Arbeitsfläche vorausgesetzt. Danach wird eine Parabel mit variablen ganzzahligen Exponenten zweiten bis sechzehnten Grades gesucht, die im Punkt  $P$  die geringste Differenz aufweist (Bild 4). Die am besten angepaßte Parabel wird digitalisiert und als Polygonzug dargestellt (Bild 3a). Zusätzlich werden die Anstiegswinkel der Parabel bei  $z = 0$ ,  $z = H$  und der Exponent der Parabel angezeigt. Der Nutzer kann jetzt die er-

zeugte Richtkurve visuell einschätzen und im Zusammenhang mit den gewählten Startparametern entscheiden, ob die Richtkurve für die weitere konstruktive Arbeit tauglich ist.

In den folgenden Segmenten (5 bis 8) wird der Flächenentwurf realisiert. Mit dem fünften Segment (MAPU) kann die konstruierte Richtkurve in beliebiger Weise verschoben und/oder verdreht werden. Das heißt, es kann an jedem beliebigen Ort und in jeder beliebigen Lage in bezug auf das Koordinatensystem eine weitere Schnittkurve  $x = \text{const.}$ , die in der Form der Ausgangsrichtkurve gleich ist, erzeugt und dargestellt werden (Bild 3a). Dafür werden im Dialog der Verdrehwinkel, die Koordinaten des Drehpunkts und die Verschiebungsbeträge in  $y$ - und  $z$ -Richtung eingegeben. Programmseitig ist diese Manipulation auf 30 Schnittkurven beschränkt, um den Speicherplatzbedarf in Grenzen zu halten. Dies kann jedoch durch Rückkehr in das Segment 4 (RIKO) beliebig oft wiederholt werden. Nach Abschluß der Manipulation ist es notwendig, den dargestellten Schnittkurven einen  $x$ -Koordinatenwert zuzuordnen (KOZU). Für diese Aktivität werden dem Nutzer verschiedene Hilfsdarstellungen über den Bildschirm angeboten (Bild 3b). Im Bereich der Scharsschneide wird für jede Schnittkurve die sich aus dem Scharsschneidenrichtungswinkel  $\Phi_1$  ergebende  $x$ -Koordinate angegeben. Um die Festlegung der  $x$ -Koordinaten am Streichblechflügel zu unterstützen, wird ein „Gerüst“ der Ansicht von oben des Pflugkörpers dargestellt. Grafisch und numerisch werden die Breite des Pflugkörpers sowie, ausgehend vom Punkt  $P$  (s. Bild 4), Geraden unter den Winkeln  $\Phi_1$  und  $\bar{\Delta}_{\text{lin}}$  und deren Schnittpunkte mit der Pflugkörperbreite angegeben. Damit ist ungefähr das Gebiet bestimmt, in dem sich das Streichblechende befindet. Schnittkurven, denen keine  $x$ -Koordinate zugeordnet wird, werden automatisch aus der Darstellung gestrichen.

Die folgenden beiden Segmente dienen der visuellen und rechnerischen Kontrolle der eingegebenen Entwurfsdaten. Durch das Segment 7 (XSCH) werden zwischen den Entwurfskurven, in frei wählbarer Schrittweite, Schnitte  $x = \text{const.}$  dargestellt (Bild

3c). Im folgenden Segment (WITE) werden, ausgehend von diesen Schnitten, die Ergebnisparameter des Entwurfs sowie der daraus resultierende spezifische Bodenwiderstand berechnet und ausgedrückt (Bild 2). Außerdem werden die Schnitte  $z = \text{const.}$  der Entwurfsfläche mit einer Rasterweite von 50 mm in der Ansicht von oben dargestellt. Somit ist ein direkter Vergleich von Entwurfs- und Ergebnisparameter möglich. In iterativer Arbeitsweise kann so vom Nutzer das optimale Ergebnis erreicht werden. Das sechste Segment (DAAU) realisiert nun die Datenausgabe über Drucker und Lochbandstanzer. Ausgegeben werden die Koordinatentripel der digitalisierten Entwurfskurven und der digitalisierten Verbindungslinien der Endpunkte der Schnittkurven. Dabei wird beachtet, ob diese Kurven durch Verdrehungen und/oder Verschiebungen entstanden sind. Außerdem wird jedem Punkt ein Identifikator entsprechend der von Bonitz erarbeiteten Übungsanleitung [8] zugeordnet (Bild 5). Somit sind alle notwendigen Ausgangsparameter für die Flächenerzeugung mit den Programmen FKMOBIL oder FKCOONS [5] erarbeitet. Nach Abarbeitung dieser Programme stehen Steuerlochstreifen für die Steuerung CNC 600/3 der 3-Koordinaten-Fräsmaschine FCP 250 zur Verfügung. Damit ist die Fertigung eines Modells der Fläche möglich (Bild 6).

#### 4. Zusammenfassung

Das vorgestellte Programmsystem ermöglicht im interaktiven grafischen Dialog den Entwurf von Arbeitsflächen an Pflugkörpern. Durch den Einsatz der Digitalgrafik wird durch die Rationalisierung der Arbeit des Konstrukteurs einerseits eine wesentliche Zeiteinsparung erreicht und andererseits eine bisher nicht mögliche Variationsbreite im Entwurfstadium möglich. Grundlage des Entwurfs sind die von Ganzuch [4] ermittelten Zusammenhänge zwischen Form-, Boden- und Betriebsparametern. Die Entwicklung der Arbeitsfläche erfolgt analog der Methode der Vertikalschnitte nach Lučinski. Im Ergebnis des Entwurfs erfolgt die Ausgabe der für die Flächenerzeugung mit den Programmen FKMOBIL bzw. FKCOONS [8] notwendigen Eingabeparameter. Damit ist eine vollständige Darstellung der Pflugkörperarbeitsfläche mit beliebigen Schnitten bis hin zur Erstellung von Fertigungsunterlagen (z. B. Schablonenzeichnungen) und der Herstellung von Modellen auf entsprechenden NC-Fräsmaschinen möglich.

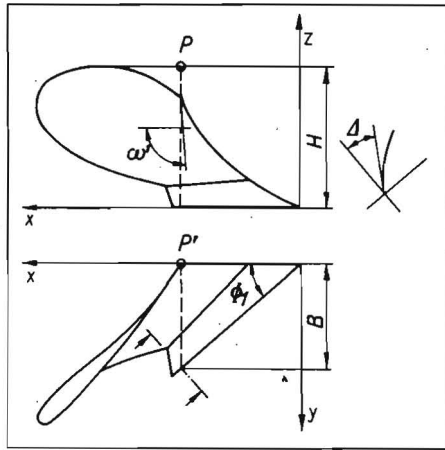


Bild 4. Übersichtsskizze eines Pflugkörpers mit den Formparametern  $\Delta$ ,  $\omega'$ ,  $\Phi$ .

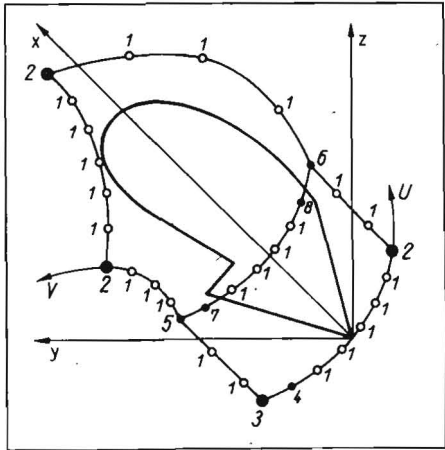


Bild 5. Bezeichnung und Lage der Ausgangsdaten für den Flächenentwurf mit FKMOBIL [8]

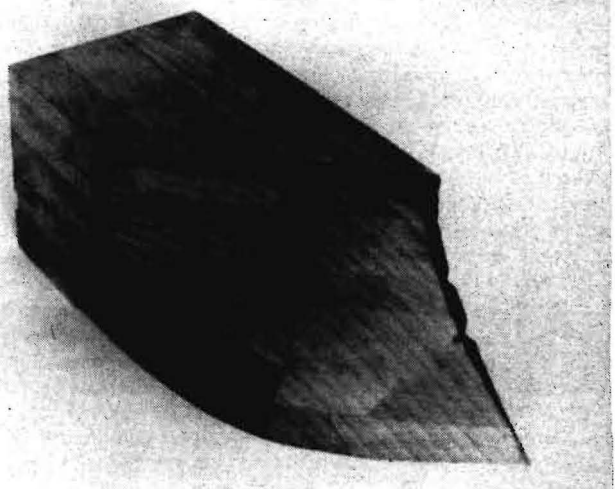


Bild 6. Fräsmodell eines Pflugkörpers

#### Literatur

- [1] Päßler, E.; Eckardt, W.: Entwicklungstendenzen und Erfahrungen bei der Rationalisierung der Arbeit des Konstruktionsingenieurs. Maschinenbautechnik, Berlin 28 (1979) 10, S. 448–455.
- [2] Kubisch, J.: Möglichkeiten der Entwicklung und Darstellung von Arbeitsflächen an Bodenbearbeitungswerkzeugen im Hinblick auf die Nutzung der Digitalgrafik. TU Dresden, Literaturbericht 1980 (unveröffentlicht).
- [3] Kubisch, J.: Bestimmung des spezifischen Bodenwiderstands und die zeichnerische Darstellung von Pflugkörpern mit Hilfe der Digitalgrafik. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 12, S. 553–556.
- [4] Ganzuch, U.: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Schubfestigkeit des Bodens und spezifischem Zugwiderstand unterschiedli-

- cher Pflugkörper unter Beachtung der Einsatzbedingungen der MVR. TU Dresden, Dissertation A 1978.
- [5] Bonitz, P.: Rechnerunterstützter Entwurf im Karosseriebau. Kraftfahrzeugtechnik, Berlin (1983) 2, S. 46–51.
- [6] Dokumentation Digitalgeometrischer Arbeitsplatz GD 71 – KRS 4201 – ESER, Seite Kleinrechner. TU Dresden, WBZ Mathematik und Rechentechnik, Heft 31/1978.
- [7] Bernacki, H.; Haman, J.: Grundlagen der Bodenbearbeitung und Pflugbau. Berlin: VEB Verlag Technik 1973.
- [8] Bonitz, P.: Übungsanleitung für den Komplex „Geometrische Teilebeschreibung“. TU Dresden, Sektion Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, 1979.

A 3931