

Technische Lösungsmöglichkeiten zur Herstellung vertikalwandiger Schächte im verdichteten krumennahen Unterboden

Dr. sc. agr. Dipl.-Ing. J. Reich/Dipl.-Ing. N. Müller

Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der AdL der DDR, Bereich Jena

1. Problem- und Aufgabenstellung

Die Sicherung hoher stabiler Erträge ist mit vertretbarem volkswirtschaftlichem Aufwand nur über die Erschließung von Wasser- und Nährstoffreserven aus einem weit unter die Krume reichenden strukturell intakten Unterboden erreichbar. Der Zugriff der Pflanzenwurzel zu Wasservorräten in speicherfähigen Unterböden wird jedoch zunehmend durch belastungsbedingt entstandene Krumbasisverdichtungen verhindert, so daß Ertragsausfälle von 10 bis 30% die Folge sein können [1].

Für die herkömmliche Krumbasisbearbeitung werden vorrangig Tiefgrubber und Krumbasislockerer mit geraden, gekrüpfen und gekrümmten Einzelwerkzeugen benutzt, die im verdichteten krumennahen Unterboden einen trapezförmigen, großflächigen Lockerquerschnitt mit hoher Wiederverdichtungsdisposition realisieren. Diese Maßnahme beseitigt zwar die Schädigung von Krumbasisverdichtungen, weist aber bei relativ hohen Aufwendungen als entscheidende Nachteile eine zu geringe Ertragsleistung (< 3 GE/ha) und Wirkungsdauer (< 3 Jahre) auf [2].

Als eine geeignete Möglichkeit für die nachhaltige Beseitigung von Krumbasisverdichtungen und die gleichzeitige Erhaltung ihrer Tragfähigkeit hat sich für LÖ- und V-Standorte die „Brückenkonzeption“ erwiesen [3]. Sie sieht vor, in verdichteten Krumbasis-schichten in pflanzenphysiologisch geeigneten Abständen Schächte herzustellen, die den Anschluß an den ungestörten Unterboden gewährleisten (Bild 1).

Die vertikalwandigen Schächte sollen mit gelockertem, anstehendem Unterboden und beim Arbeitsgang ausgetauschtem Krumboden (maximal 50%) verfüllt werden. Ihr Füllkörper muß während der Schachtherstellung und -verfüllung bedarfsweise mit flüssigem Wirkstoff angereichert werden können.

Für die gezielte Umsetzung und Überprüfung des neuen Verfahrensprinzips – der Funktionsnachweis unter Modellbedingungen lag bereits vor [4] – bestanden im Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Jena, zunächst zwei Aufgaben:

- Anlage von Feldversuchen mit operativ konzipierten Versuchsmustern
- systematische Erarbeitung geeigneter, technischer Lösungsmöglichkeiten zur Sicherung der Breitenanwendung des Brückenkonzepts.

Der vorliegende Beitrag beinhaltet die Lösung der zweiten Aufgabe unter Berücksichtigung der beim Versuchsmustereinsatz gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen.

2. Zur Bearbeitung des Lösungsvorschlags

Die kurzfristige Anlage von Feldversuchen zur lückenlosen Weiterführung acker- und pflanzenbaulicher Untersuchungen erforderte ein sofortiges Reagieren ohne langwierige theoretische Überlegungen bzw. techni-

sche Voruntersuchungen. Nachdem sich abzeichnete, daß vom Lockerungswerkzeug abgeleitete, den Schachtabmessungen angepaßte passive Einzelwerkzeuge für die Schachtherstellung nicht geeignet sind, war das nur durch die Benutzung sporadisch festgelegter Werkzeugkombinationen zu gewährleisten.

Die Erarbeitung des technischen Lösungsvorschlags für Werkzeuge bzw. Werkzeugkombinationen zur Schachtherstellung auf Praxisflächen konnte in Anlehnung an Hansen [5], Reich und Hofmann [6], Soucek und Regge [7] sowie Baur u. a. [8] langfristiger und systematisch betrieben werden. Im Vordergrund stand dabei eine qualitäts- und aufwandsgerechte Herstellung der vertikalwandigen Schächte sowie die funktionsgerechte Einordnung derartiger Arbeitselemente entweder in ein Spezialgerät oder in ein konventionelles Bodenbearbeitungsgerät.

3. Voruntersuchungen zur technisch-technologischen Prinziplösung

Das Ergebnis von Recherchen, theoretischen Untersuchungen und praktischen Testergebnissen bei der Anlage von Feldversuchen und zur Ableitung der technisch-technologischen Prinziplösung für die Schachtherstellung läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Vom Lockerungswerkzeug abgeleitete passive Einzelwerkzeuge erfüllen vor allem die qualitativen Anforderungen an die Schachtherstellung nicht (Bild 2).
- Für den vorgesehenen Anwendungszweck existieren international keine geeigneten Werkzeugkombinationen, die ohne größeren Entwicklungsaufwand benutzt bzw. angepaßt werden können [9].
- Die qualitätsgerechte Herstellung vertikalwandiger Bodenschächte mit einem Füllkörper aus einem Gemisch aus Unterboden und Krumbodenmaterial ist bei unterschiedlich feuchtem und verdichtetem Bodenzustand im Bearbeitungsraum nur mit speziell ausgebildeten Werkzeugkombinationen möglich.
- Aus arbeitswirtschaftlichen und energetischen Gründen ist auf eine technische Lösung zur Schachtherstellung zu orientie-

ren, die in Verbindung mit der Pflugarbeit anwendbar ist.

Aus den verfahrenstechnischen Erkenntnissen sowie acker- und pflanzenbaulichen Ergebnissen zur Wirksamkeit des Verfahrens waren zur Präzisierung der technischen Aufgabenstellung für die Schachtbaugruppe die agrotechnischen Anforderungen für die Geräteentwicklung abzuleiten (Tafel 1). Sie bildeten den Rahmen für gezielte Betrachtungen zur Auswahl geeigneter Werkzeugkombinationen sowohl mit passiven als auch aktiven Arbeitselementen, die eine bedarfsgerechte Einordnung in das ausgewählte Grundgerät ermöglichen.

4. Auswahl der Mechanisierungslösung

4.1. Untersuchungen zum technischen Lösungsvorschlag

Beim konzipierten Verfahren werden die Pflugfurche und die Schachtherstellung kombiniert in einem Arbeitsgang ausgeführt. Da die geforderte Herstellung nahezu rechteckiger Schächte unterhalb der Pflugsohle auch aufgrund des Neuheitswerts einen besonders hohen technischen Realisierungsanspruch aufweist, waren alle bekannten und denkbaren technischen Lösungsmöglichkeiten für passive und aktive Arbeitselemente möglichst umfassend zusammenzustellen und nach Arbeitsprinzipien, konstruktiven

Tafel 1. Wichtige agrotechnische Anforderungen

Basiszugmittel (20- und 30-kN-Zugkraftklasse)	ZT 303, ZT 323, T-150 K
Grundgerät (handelsüblicher Pflug)	Aufsattel-beetpflug B201-5
maximale Pflügetiefe	30 cm
maximale Arbeitstiefe Schachtbaugruppe	50 cm
Arbeitsbreite	70...140 cm
Arbeitsgeschwindigkeit	4...6 km/h
Transportgeschwindigkeit	30 km/h
Anzahl der Pflugkörper	2...4
Anzahl der Schachtbaugruppen	2...4
Abstand der Schachtbaugruppen	35 cm
Arbeitsbreite Schachtbaugruppe	8...12 cm

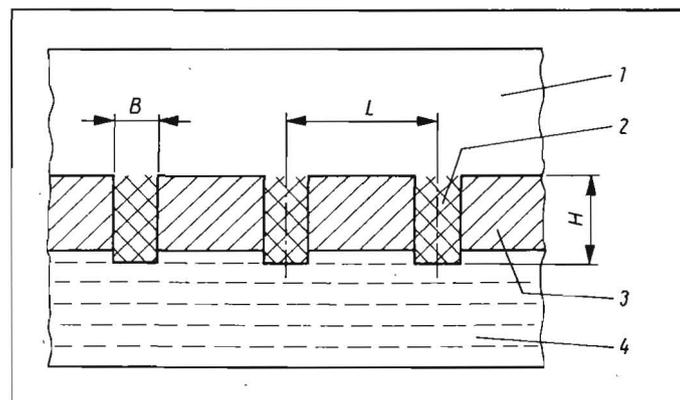


Bild 1. Prinzipdarstellung eines Schachtprofils (vertikale, nahezu rechteckige Ausformung, Tiefe $H = 20$ cm, Breite im Bereich der gesamten Arbeitstiefe $B = 8$ bis 12 cm, Abstand $L = 30$ bis 40 cm); 1 Krume, 2 vertikalwandiger Schacht, 3 verdichtete Krumbasis, 4 intakter Unterboden

Variante	Zeichnung	Profil	Zugkraft kN
1			—
2			8,3
3			10,0
4			8,6
5			7,4
6			1,7
7			3,2
8			3,6
9			3,8

2

3

Variante	Bezeichnung	schematische Darstellung	Auswahlverfahren	
			Punkte	Platz
1	passive Werkzeuge, nichträumend, einstufig, Schneiden parallel		81	5
2	passive Werkzeuge, nichträumend, einstufig, Schneiden versetzt		79	6
3	passive Werkzeuge, nichträumend, mehrstufig, Schneiden parallel		77,2	7
4	passive Werkzeuge, nichträumend, mehrstufig, Schneiden versetzt		75,6	8
5	passive Werkzeuge, räumend, einstufig, Werkzeugprofil symmetrisch		99,2	1
6	passive Werkzeuge, räumend, einstufig, Werkzeugprofil unsymmetrisch		93,2	3
7	passive Werkzeuge, räumend, mehrstufig, Werkzeugprofil symmetrisch		97,2	2
8	passive Werkzeuge, räumend, mehrstufig, Werkzeugprofil unsymmetrisch		90,4	4

Variante	Bezeichnung		schematische Darstellung	Auswahlverfahren	
				Punkte	Platz
I	keine zusätzlichen Baugruppen		-----	104,6	1
II	Vorschneider	Vorschneider starr		85,6	7
III		Vorschneider rollend		98,4	2
IV	Andruckelemente	Druckplatte		81,0	9
V		Druckrolle		88,4	4
VI		Druckband		63,8	13
VII		Vorschneider, starr und Druckplatte		73,2	11
VIII	Kombinationen von Vorschneidern und Andruckelementen	Vorschneider, starr und Druckrolle		81,6	8
IX		Vorschneider, starr und Druckband		59,6	14
X		Vorschneider, rollend und Druckplatte		86,8	5
XI		Vorschneider, rollend und Druckrolle		91,6	3
XII		Vorschneider, rollend und Druckband		74,8	10
XIII		Druckplatte mit Vor- schneider, starr		73,0	12
XIV		Vorschneider, rollend mit Druckrolle		86,0	6

Bild 4. Variantendarstellung und Bewertungsergebnis für passive Zusatzbaugruppen

Bild 2. Schachtausbildung und Zugkraftbedarf verschiedener passiver Einzelwerkzeuge

Bild 3. Variantendarstellung und Bewertungsergebnis für passive Hauptwerkzeuge

Gesichtspunkten, Antriebsformen u. ä. zu ordnen. Durch die Gruppierung der Lösungsvarianten nach allgemeinen Prinzipien konnte eine sinnvolle Reduzierung bzw. Begrenzung der zu betrachtenden Variantenanzahl erzielt werden. Die dabei abgeleiteten Grundelemente berücksichtigen somit nur einen Teil der unterscheidenden Merkmale, so daß konkrete Festlegungen, z. B. zur Schneidkantenbildung, Schneidflächen-gestaltung, Schwertform, Elementanord-nung, Abstützung und Überlastsicherung, anschließenden Entwicklungsaktivitäten (La-bor- und Felderprobung, Konstruktion) vorbehalten bleiben.

Die verwendete Systematik teilt die Werkzeuge zur Schachtherstellung in zwei Grup-pen ein:

– passive Werkzeuge (Vorschubbewegung)

– aktive Werkzeuge (Vorschub- und Eigen-bewegung).

Die Gruppe der passiven Werkzeuge besteht aus 8 Hauptwerkzeugen (Bild 3), die mit je-weils 13 Zusatzbaugruppen zu komplettieren sind (Bild 4). In der Gruppe der aktiven Werkzeuge wird einerseits nach der Einsatzart der Werkzeuge (9 Möglichkeiten) und zum anderen nach der Werkzeugform und dem Schneidelement (3 Möglichkeiten) un-terschieden (Tafel 2). Für die Beurteilung der aktiven Werkzeuge waren aufgrund unzurei-chender praktischer Erfahrungen umfangrei-che theoretische Vorarbeiten zu leisten. Das durchgeführte Bewertungsverfahren be-ruht auf der Benotung (Notenwert 1 bis 10) von Beurteilungskriterien (Tafel 3), deren Be-wertungsgruppe 1 „Arbeitsqualität“ die dop-pelte Wichtung erhielt und somit besonders

Variante	I					III					XI		V		X		VII		IX				
	Platz	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
5	7.	2	3	4	5	6									14.	15.							
7	2.	3	4	5	6	7									15.	16.							
6	3.		5	6	7	8									16.	17.							
8	4.		6	7	8	9									17.	18.							
1	5.		7	8	9	10									18.	19.							
2	6.		8	9	10	11									19.	20.							
3	7.		9	10	11	12									20.	21.							
4	8.		10	11	12	13									21.	22.							

Bild 5. Summierte Platzziffern der besten Hauptwerkzeuge und Zusatzbaugruppen mit pas-siven Arbeitselementen

Tafel 3. Beurteilungskriterien und ihre Wichtung

Bewertungsgruppe 1: Arbeitsqualität, Wichtungs-faktor 2
– Schachtausformung
– Schachträumung

Bewertungsgruppe 2: Technischer Aufwand, Wich-tungsfaktor 1
– Kompliziertheitsgrad
– Baugruppenverfügbarkeit
– Fertigungsaufwand

Bewertungsgruppe 3: Betriebssicherheit, Wich-tungsfaktor 1
– Funktionssicherheit
– Instandhaltung
– Wartung und Pflege

Bewertungsgruppe 4: Verfahrensparameter, Wich-tungsfaktor 1
– Arbeitsgeschwindigkeit
– Leistungsbedarf
– Verfahrenskosten

Notenwerte: 1 ungeeignet ... 10 sehr gut geeignet

Tafel 2. Variantenaufstellung und Bewertungser-gbnis für Werkzeugkombinationen mit aktiven Arbeitselementen

Va-ri-an-te	Einsatzart	Schneidelement:			Punkte	
		Fräszahn	Werkzeuggrundform:	Rad		
		Walze	Kette			
1	aktive Doppelwerkzeuge (angetriebene Vorschneider) und passives Hauptwerkzeug	–	–	52,6 5	Punkte Platz	
2	aktive Doppelwerkzeuge (angetriebene Vorschneider) und aktives Hauptwerkzeug	–	–		Punkte Platz	
3	aktives Teilwerkzeug (Oberteil des Schachts bearbeitet) und passives Hauptwerkzeug	–	–	44,6 9	57,4 4	Punkte Platz
4	aktives Teilwerkzeug (Oberteil des Schachts bearbeitet) und aktives Hauptwerkzeug	–	–		Punkte Platz	
5	aktives Vollwerkzeug (gesamter Schacht bearbeitet), gleichlaufend	–	–		Punkte Platz	
6	aktives Vollwerkzeug, gleichlaufend, mit Leitblech	–	–	50,4 6	61,2 1	Punkte Platz
7	aktives Vollwerkzeug, gleichlaufend, mit passivem Räumwerkzeug	–	–	49,4 7	60,8 2	Punkte Platz
8	aktives Vollwerkzeug, gleichlaufend, mit aktivem Räumwerkzeug	–	–		Punkte Platz	
9	aktives Vollwerkzeug, gegenlaufend	–	–	47,6 8	58,0 3	Punkte Platz

in Zweifelsfällen für Entscheidungen ausschlaggebend war. Als Bewertungsergebnis sind zur besseren Verdeutlichung der Unterschiede die Gesamtpunkte ausgewiesen. Die entsprechenden Notenwerte errechnen sich nach

$$n_w = \frac{b_1 w_1 + b_2 w_2 + \dots + b_n w_n}{b_1 + b_2 + \dots + b_n} = \frac{\sum b_i w_i}{\sum b_i}$$

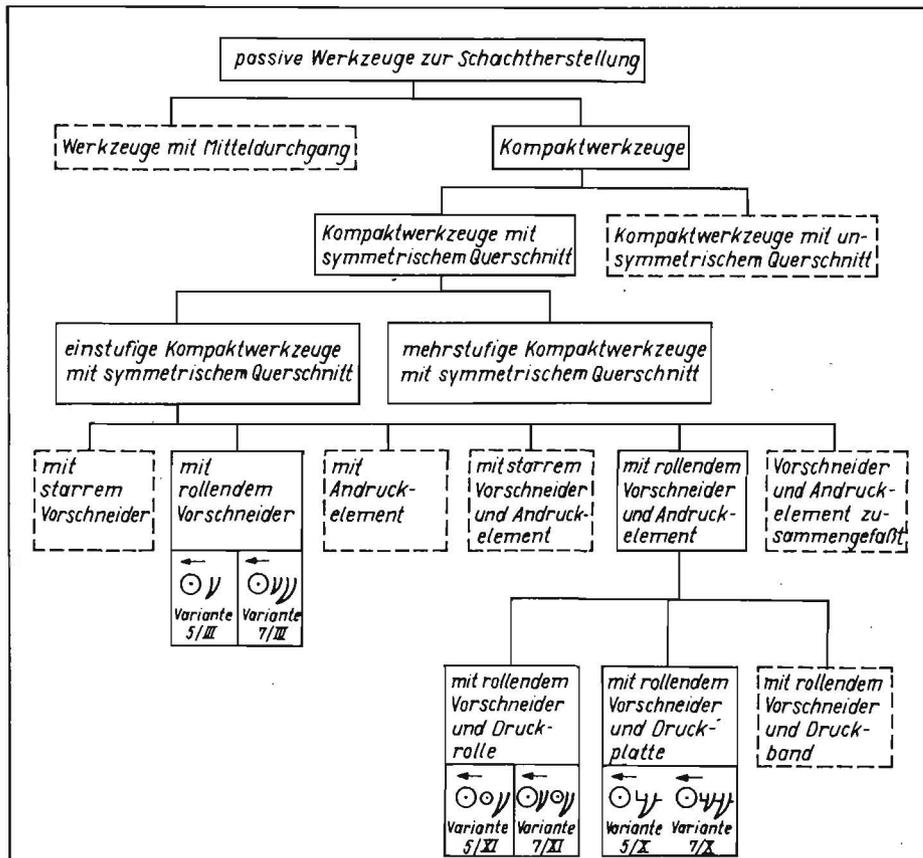
n_w Notenwert

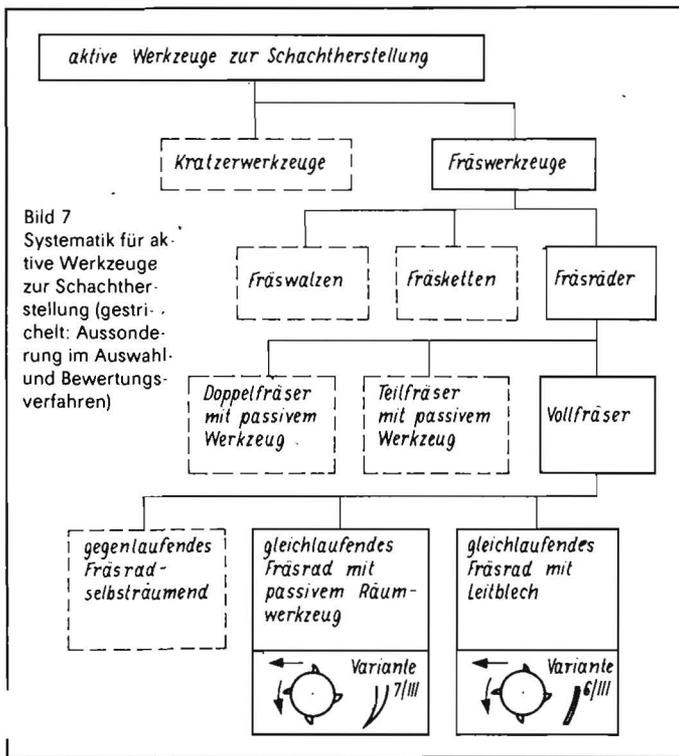
b Benotung

w Wichtung

Nach einer Vorauswahl auf der Grundlage von Recherchen, Kalkulationen, Berechnungen und Konstruktionsentwürfen blieben für die Bewertung der aktiven Werkzeuge 9 Varianten übrig. Während in dieser Gruppe das Bewertungsverfahren sofort zu den Vorzugs-lösungen führte, war in der Gruppe der pas-siven Werkzeuge ein modifiziertes Herange-

Bild 6. Systematik für passive Werkzeuge zur Schachtherstellung (gestrichelt: Aussonde-rung im Auswahl- und Bewertungsverfahren)





Tafel 4. Aussonderungsbegründung für Vorzugslösungen

Aussonderungsmerkmal	Werkzeugkombinationen mit aktiven Arbeitselementen	2stufigen Lockerungswerkzeugen	Druckelementen
Arbeitsqualität			×
Baugruppengröße	×	×	
Fertigungsaufwand	×	×	×
Störanfälligkeit	×	×	×
Verschleiß	×		
Zugkraftbedarf		×	×
Arbeitsgeschwindigkeit/ Flächenleistung	×		

hen notwendig, bei dem die endgültig zu beurteilenden Varianten durch Kombination der besten Hauptwerkzeuge mit den besten Zusatzbaugruppen entstanden.

Die Beurteilung der Lösungsvarianten wurde unabhängig voneinander durch die Autoren und drei weitere Bearbeiter vorgenommen.

Die durchgängige Ergebnisdarstellung des Auswahl- und Bewertungsverfahrens beinhalten sowohl die Varianten und Bewertungsübersichten (Bilder 3, 4, 5 und Tafel 2) als auch die Systematik zur Ordnung der schachtherstellenden Werkzeuge (Bilder 6 und 7). Durch die begründete Aussonderung und Bewertung wurden 6 passive (Varianten 5/III, X, XI; 7/III, X, XI; Bilder 5 und 6) und 2 aktive Werkzeuge (Varianten 6/III; 7/III; Bild 7, Tafel 2) als Vorzugslösungen ermittelt. Relativ gut bewertete passive Werkzeuge mit Druckrollen bzw. ohne Vorarbeitselemente blieben dabei aus qualitativen Gründen unberücksichtigt.

Die relativ geringen Bewertungsunterschiede innerhalb der Werkzeuggruppen schließen eine weitere Reduzierung der Vorzugslösungen im Rahmen des Bewertungsverfahrens aus. Deutliche Unterschiede bestehen dagegen zwischen den Gruppen. Während passive Werkzeuge u. a. hinsichtlich des technischen Aufwands, der Betriebssicherheit, des Leistungsbedarfs, des Platzbedarfs und der Realisierung der Pflügege-

schwindigkeit gute bis sehr gute Voraussetzungen aufweisen, zeichnen sich aktive Werkzeuge durch eine hohe Arbeitsqualität aus. Nach Vergleichsbetrachtungen zu den verbliebenen technischen Vorzugslösungen wurden Werkzeugkombinationen mit aktiven Arbeitselementen, zweistufigen Lockerungswerkzeugen und Druckelementen, für die alle mehrere Aussonderungsgründe (Tafel 4) vorlagen, aus den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen.

Die Entwicklungsaktivitäten zur weiteren qualitativen, energetischen und konstruktiven Durchdringung der Mechanisierungsaufgabe konzentrierten sich demnach auf einen Lösungsvorschlag, der die praktische Umsetzung schutzrechtlich gesicherter [10, 11], in der Mitte der Pflugfurche arbeitender Werkzeugkombinationen vorsah, die aus einem Lockerungswerkzeug und zwei beidseitig gestaffelt angeordneten Vorschneidscheiben (Variante 5/III) bestehen. Nach gerätespezifischen Untersuchungen weist diese für die Herstellung von Schächten grundsätzlich geeignete Schachtbaugruppe durch den not-

wendigen beidseitigen Vorschritt der Schachtwände und die funktionell erforderliche Staffelung der Vorarbeitswerkzeuge neben anderen Nachteilen eine erhebliche Baulänge und -breite auf und ist somit für den Anbau an Originalpflüge mit herkömmlichem bzw. begrenzt erweitertem Pflugkörperabstand nicht einsetzbar.

4.2. Beschreibung des präzisierten Lösungsvorschlags

Die im Abschnitt 4.1. konzipierte technische Lösung war zur Realisierung eines Schachtpfluges auf der Grundlage des Originalpfluges B201-5 so weiterzuentwickeln, daß die am Pflugrahmen vor den Standardpflugkörpern angeordneten und gegen Überlastung gesicherten, schachtbildenden Werkzeugkombinationen unmittelbar an der Furchenwand arbeiten (Bild 8). Durch die furchenwandseitige Platzierung des Schachts wird unter Ausnutzung des Auflagedrucks vom unbearbeiteten Krumenboden die Schachtausformung mit einer kompakteren Werkzeugkombination, bestehend aus furchen-

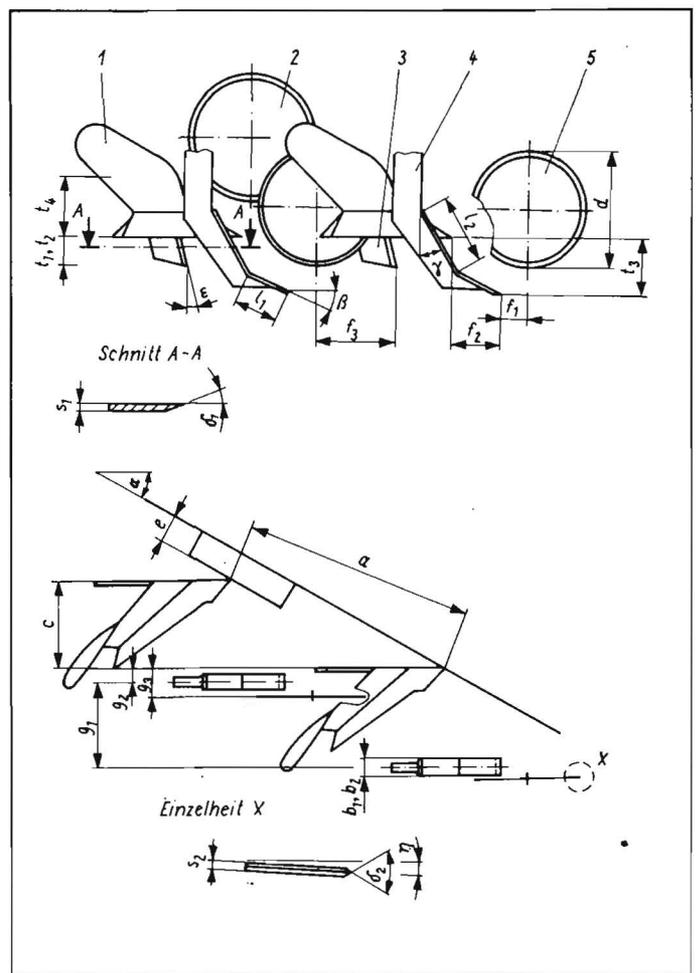


Bild 8. Lösungsvorschlag zur Schachtbaugruppe nach Furchenkantenprinzip:

1 Pflugkörper, 2 Scheibensech, 3 Vorreißer, 4 Lockerungswerkzeuge, 5 Scheibe
 a Pflugkörperabstand (auf Tragrahmen), b, Scharbreite, b_2 Schwertplattenbreite, c Pflugkörperabstand, d Scheibendurchmesser, e Hilfsrahmenbreite, f_1 Staffelung Scheibe/Lockerungswerkzeug, f_2 Staffelung Lockerungswerkzeug/Pflugkörper, f_3 Staffelung Vorreißer/Scheibe, g_1 Werkzeugabstand, g_2 Abstand Lockerungswerkzeug (von Furchenkante) g_3 Abstand Scheibe (von Furchenkante), l_1 Scharlänge, l_2 Schwertplattenlänge, s_1 Vorreißerdicke, s_2 Scheibendicke, $t_{1,2}$ Arbeitstiefe Vorreißer/Scheibe, t_3 Arbeitstiefe Lockerungswerkzeug, t_4 Arbeitstiefe Pflugkörper, α Rahmenrichtungswinkel, β Scharanstellungswinkel, γ Schwertanstellungswinkel, δ , Vorreißerschneidenwinkel, δ_2 Scheibenschneidenwinkel, ϵ Vorreißeranstellungswinkel, η Scheibenanstellungswinkel

wandseitigem Vorreißer, gegenüber nachgeordneter Vorschneidscheibe und mittig dahinter angebrachtem Lockerungswerkzeug, ermöglicht, die mit verringerter Baugröße platzsparend in den Freiraum des vorgelagerten Pflugkörpers eingepaßt werden kann und einen erheblich geringeren Eindringwiderstand bei vermindertem Zugkraftbedarf verursacht. Zur Optimierung der Werkzeug-, Baugruppen- und Geräteparameter waren anschließend Labor- und Felduntersuchungen durchzuführen.

5. Beurteilung des Lösungsvorschlags

Der technische Lösungsvorschlag bildete in Verbindung mit Labor- und Feldversuchsergebnissen zur Werkzeuggestaltung und funktionsgerechten Einordnung der kompletten Schachtbaugruppen in das Basisgerät eine solide Grundlage für die Verwirklichung einer rationellen Mechanisierungslösung zur Beseitigung von Krumenbasisverdichtungen. Die konzipierte technische Lösung eröffnete nunmehr die Möglichkeit, die Schachtbaugruppe – bei Einhaltung erforderlicher Werkzeugparameter und Elementezuordnungen – durch direktes Einbeziehen des Pflugkörpers und verbesserte Ausnutzung des Pflugkörperfreiraums auf engstem Raum zu installieren. Durch Anordnung der vorderen Schachtbaugruppe und der hinteren Pflugbaugruppe als selbständige Einheiten verbleibt, wie beim herkömmlichen Pflügen, eine unbeeinflusste, tragfähige Pflugfurche, die beim nächsten Arbeitsgang eine stabile Furchenfahrt und gleichzeitige Auflockerung der Traktorenspur gewährleistet, ohne zuvor hergestellte Schächte zu zerstören.

- Die Vorteile des technischen Lösungsvorschlags resultieren u. a. aus
- der funktionellen Verbindung der Schachtbaugruppe mit der Pflugbaugruppe
 - der vereinfachten Schachtbaugruppenaushebung und -überlastsicherung
 - der Verminderung vor allem der vertikalen Bodenwiderstandskräfte
 - der verbesserten Einhaltung der Arbeitsbreite der Pflug-Schacht-Baugruppe (Seitenführung der Vorreißer)
 - der stabileren Schachtausformung bei differenzierter Bodenfeuchte und -dichte im Bearbeitungsraum
 - der zuverlässigeren, anteiligen Verfüllung der Schächte mit Krumenmaterial ohne Verwendung von Zusatzelementen.

6. Einschätzung

Die Voraussetzungen für das dargestellte methodische Vorgehen bildeten die Ergeb-

nisse der Versuchsmustererprobung und umfangreicher, theoretischer Analysen vor und während der Aufgabenbearbeitung. Sie vermittelten wichtige Beurteilungsgrundlagen für die Festlegung der technisch-technologischen Prinziplösung und die Erarbeitung des Lösungsvorschlags. Die vorgeschlagene verfahrenstechnische Lösung ermöglichte bei der Entwicklung und Konstruktion des Mechanisierungsmittels – sieht man von sporadischen Maßnahmen bei der Versuchsmusterbereitstellung ab – eine zielgerichtete Bearbeitung ohne wesentliche Korrekturen und bietet folgende Vorteile:

- Der erarbeitete technische Lösungsvorschlag läßt sich auf der Grundlage eines konventionellen Pfluges unter weitestgehender Verwendung verfügbarer Baugruppen verwirklichen.
- Die konzipierte technologische Prinziplösung schafft durch die Kombination der Arbeitsgänge Pflügen und Schachtherstellen die Voraussetzung für eine effektive Durchführung der Krumenbasisbearbeitung.

Die Einordnung der Schachtbaugruppen in den Pflug hat in Abhängigkeit von Zugmittel, Pflugtiefe und Bodenzustand eine differenziert hohe Reduzierung der Pflugkörperanzahl zur Folge. Dennoch ist beim kombinierten Verfahren Schachtpflügen gegenüber Pflügen und Krumenbasislockerung mit erhöhten Flächenleistungen und z. T. erheblich verminderten Verfahrensaufwendungen zu rechnen. Präzisierte Aussagen zu den verfahrenstechnischen Einsatzparametern lassen sich erst nach umfassenden Feldüberprüfungen mit mehreren Schachtpflügen bei unterschiedlichem Einsatzspektrum ausweisen.

7. Zusammenfassung

Die nachhaltige Beseitigung von Krumenbasisverdichtungen auf bindigen Böden wird durch Herstellung vertikalwandiger Schächte in der Verdichtungsschicht gewährleistet. Dazu war eine geeignete Mechanisierungslösung zu entwickeln. Der Beitrag befaßt sich mit dem methodischen Vorgehen zur rationellen Erarbeitung des technischen Lösungsvorschlags unter Beachtung technologischer Zusammenhänge. Als Vorzugslösung für die Schachtherstellung wurde im Ergebnis eines modifizierten Aussonderungs-, Bewertungs- und Vergleichsverfahrens zu technischen Lösungsvarianten eine Werkzeugkombination ermittelt, die nach dem Furchenkantenprinzip arbeitet und aus einem furchenwandseitigen Vorreißer, einer gegenüber nachgeordneten Vorschneid-

scheibe und einem mittig dahinter angebrachten Lockerungswerkzeug besteht. Sie kann in Kombination mit dem Pflugkörper platzsparend in den Freiraum zwischen den Pflugkörpern eingeordnet werden und ermöglicht dadurch die Schachtherstellung in Verbindung mit einem Originalpflug.

Literatur

- [1] Kundler, P.; Drechsler, S.: Ergebnisse und Erfahrungen bei der Anwendung komplexer Verfahren zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. *Feldwirtschaft*, Berlin 24(1983)1, S. 3–5.
- [2] Pittelkow, U.; Reich, J.; Werner, D.; Mäusezahl, C.: Ergebnisse zur Krumenbasislockerung auf Löß- und Berglehmsubstraten. *Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde*, Berlin 32(1988)1, S. 23–30.
- [3] Unger, H.; Reich, J.; Werner, D.; Pittelkow, U.: Mechanisch-biologische Komplexlösung zur Unterbodengefügemelioration von Löß- und V-Standorten in Verbindung mit dem Pflügen. *Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Jena, Forschungs- und Entwicklungsbericht* 1987.
- [4] Unger, H.: Über die Funktion von Schlitzten a' Wurzeleitbahnen in verdichteten Schicht der Krumenbasis bindiger Substrate. *Tagungsberichte der AdL der DDR*, Berlin (1984)227, S. 185–191.
- [5] Hansen, F.: *Konstruktionswissenschaft – Grundlagen und Methoden*. Berlin: Verlag Technik 1974.
- [6] Reich, J.; Hofmann, A.: Technische Lösungsmöglichkeiten bei der Entwicklung von Mechanisierungsmitteln für die Sickerschlitzzdrängung. *agrar.technik*, Berlin 28(1978)3, S. 109–112.
- [7] Soucek, R.; Regge, H.: *Grundsätze für die Konstruktion von Landmaschinen*. Berlin: Verlag Technik 1979.
- [8] Baur, A.; Kalk, W.-D.; Busch, K.; Feige, K.-D.: Variantensuche, -bewertung und -auswahl – dargestellt am Beispiel angetriebener Packer. *Grundlagen der Landtechnik*, Düsseldorf 36(1986)4, S. 123–129.
- [9] Pittelkow, U.; Reich, J.: Verfahren zur Gefügemelioration schwerer Böden, Auswirkungen auf das Regulationsvermögen und die Erträge sowie Entwicklung von Mechanisierungsmitteln und Arbeitsverfahren für verdichtete Unterböden. *AdL der DDR*, Dissertation B 1988.
- [10] Reich, J.; Unger, H.; Streitenberger, H.; Mäusezahl, C.; Nussbaum, G.; Steinert, P.: Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung verdichteter Unterböden. *EB DDR Nr. 233 915* vom 22. Januar 1985.
- [11] Reich, J.; Werner, D.; Mäusezahl, C.; Streitenberger, H.; Schulz, S.; Fritzsche, M.: Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung leistungsbegrenzter Ackerböden. *EB DDR Nr. 249 833* vom 10. Juni 1986. A 5698

Mechanisierungslösung zur Dammvorformung mit Unterfußdüngung zu Kartoffeln

Dipl.-Ing. D. Stoyke, KDT, LPG Pflanzenproduktion „Georg Ewald“ Häsen, Bezirk Potsdam

1. Aufgabenstellung

Beim Maisanbau (Reihenabstand 700 mm) hat sich die Unterfußdüngung in der Praxis positiv auf die Ertragsbildung ausgewirkt. Deshalb sollte ein ähnliches Verfahren beim Kartoffelanbau mit einem Reihenabstand von 750 mm erprobt werden.

Im Januar 1989 wurde eine entsprechende Aufgabenstellung an ein Neuererkollektiv der LPG Pflanzenproduktion „Georg Ewald“

Häsen, Bezirk Potsdam, übergeben. Mit dem zu entwickelnden Gerät sollte das bisher eingesetzte Frontanbaugerät zur plazierten N-Düngung bei der Dammvorformung abgelöst werden.

2. Anforderungen

An die Mechanisierungslösung zur Dammvorformung mit Unterfußdüngung werden folgende Anforderungen gestellt:

- Einarbeitung des Düngers 50 bis 70 mm unterhalb der späteren Ablagetiefe der Kartoffeln
- Kopplung der Düngerverteilerichtung mit dem Vielfachgerät P437 zur Dammvorformung
- einfache Bedienbarkeit und gute Übersichtlichkeit im Einsatz
- gleichmäßige Düngerverteilung in gleichbleibender Tiefe über alle 6 Reihen