

Vergleichende Untersuchungen an Rauten- und Normalpflugkörpern

Von Alfred Stroppel und Reinhard Reich,
Stuttgart-Hohenheim*)

DK 631.312.4

Der Rautenpflug stellt einen neuartigen Streichblechpflug dar, der verschiedene Vorteile gegenüber konventionellen Pflügen haben soll. Unter anderem soll der Zugkraftbedarf geringer sein als der vergleichbarer herkömmlicher Streichblechpflüge.

In dieser Arbeit werden Rautenpflugkörper und Normalpflugkörper bezüglich der zwischen Schlepper und dem entsprechenden Pflug wirkenden Kräfte verglichen. Dieser Vergleich wird bei verschiedenen Arbeitstiefen und -geschwindigkeiten durchgeführt. Die unterschiedlichen Ergebnisse werden diskutiert, wobei den Ursachen für die Differenzen nachgegangen wird.

1. Einleitung

Die Entwicklungen auf dem Gebiet des Streichblechpfluges scheinen noch nicht abgeschlossen zu sein. Seit einiger Zeit wird, auch in der landwirtschaftlichen Praxis, über eine neue Pflugvariante, den sogenannten Rautenpflug diskutiert [1 bis 5]. In Deutschland bieten mittlerweile drei Firmen Rautenpflüge an [6 bis 8].

Der augenscheinliche Unterschied gegenüber herkömmlichen Pflugarten ist darin zu sehen, daß der Rautenpflug den Erdbalken nicht rechteckig wie der Normalpflug, sondern rautenförmig abschneidet.

Das Rautenpflugsystem soll gegenüber dem herkömmlichen Pflugsystem Vorteile im Hinblick auf den Zugkraft-, Leistungs-, Energie- und Arbeitsbedarf haben. Die Pflüge sollen kürzer gebaut werden können. Ferner sollen die Probleme, die in Verbindung mit dem in der Furche laufenden Schlepperrad (z.B. Schleppersohlenverdichtung) stehen, reduziert werden.

Die im Zusammenhang mit der Leistungseinsparung gemachten Angaben (bis zu 30 %) stimmen etwas nachdenklich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß der heutige Streichblechpflug beispielsweise in seiner Universalform nicht das Ergebnis weniger Entwicklungsjahre ist, sondern in Deutschland seit Anfang des letzten Jahrhunderts (*Thaer* in Möglin und *Schwerz* in Hohenheim) in Generationen systematisch fortentwickelt wurde.

Derzeit sind keine wissenschaftlichen Veröffentlichungen über entsprechende Zugkraft- und Leistungsuntersuchungen bekannt geworden. Deswegen wurden im Rahmen der Arbeiten des DFG-Sonderforschungsbereiches 140 der Universität Hohenheim einige vergleichende Untersuchungen an Rauten- und Normalpflugkörpern durchgeführt, über die im folgenden berichtet werden soll.

2. Untersuchte Pflugkörper

Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zwischen Rautenpflug und Normalpflug ist die Form der Pflugkörper, deren Unterschiede besonders deutlich in der Ansicht von vorn werden, **Bild 1**¹⁾. Während der Normalpflugkörper eine vertikale Furchenwand erzeugt, wird beim Rautenpflugkörper eine schräge Furchenwand entsprechend der im Bild dargestellten Form geschaffen.

*) Prof. Dr.-Ing. Alfred Stroppel ist Inhaber des Lehrstuhls für Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim; Dipl.-Ing. Reinhard Reich ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 140 der Universität Hohenheim.

1) Für diese Untersuchungen stellte uns die Firma Rabewerk, Bad Essen-Linne, je einen 3-furchigen Volldrehpflug mit den Pflugkörpern BP 343 R (Normalkörper) bzw. BP 343 RD (Rautenkörper) zur Verfügung. Dafür sei auch an dieser Stelle gedankt.

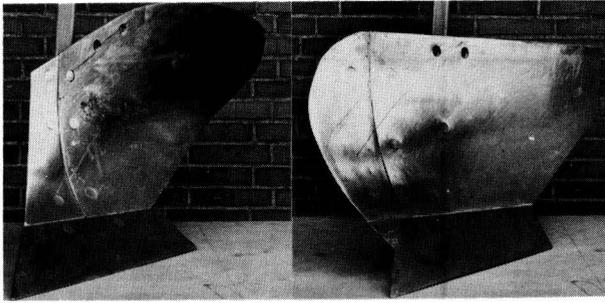


Bild 1. Untersuchte Pflugkörper, links: Normalpflugkörper; rechts: Rautenpflugkörper.

Bild 2 zeigt nochmals einen maßstäblichen Vergleich der Aufrisse der beiden Pflugkörper mit den entsprechenden Querschnitten der Furchenbalken. Die enormen Unterschiede sowohl zwischen den Pflugkörpern als auch zwischen den Querschnitten der Furchenbalken gehen deutlich aus diesem Bild hervor.

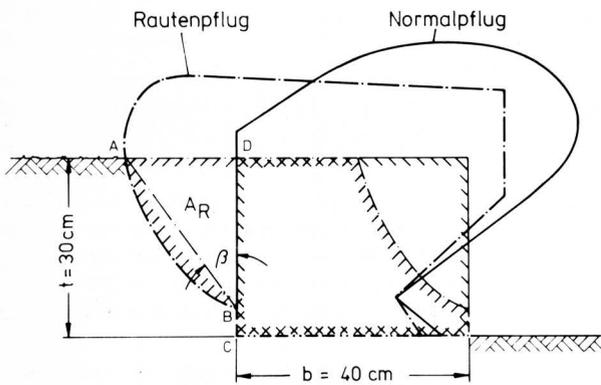


Bild 2. Furchenbalkenquerschnitte und Aufrisse der beiden Pflugkörper (maßstäblich).

Die Furchenwand beim Rautenpflug besteht aus einer um den Winkel β gegenüber der Vertikalen geneigten Fläche, die eine konkave Wölbung besitzt. Der Winkel β liegt je nach Arbeitstiefe zwischen 35° und 45° . Diese schräge Furchenwand bietet dem in der Furche laufenden Schlepperreifen mehr Platz, was besonders für leistungsstarke Schlepper mit breiten Reifen wichtig ist. Da der Schlepperreifen an der Furchenwand der Rautenpflugfurche weniger stark anstoßen kann, als das bei der vertikalen Wand der Normalpflugfurche der Fall sein wird, besteht die Möglichkeit, daß die Rollwiderstandsverluste des Schleppers, der den Rautenpflug zieht, geringer sind. Hierüber wurden jedoch keine Untersuchungen durchgeführt. An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, daß die Strecke ABC des Furchenprofils des Rautenpfluges länger ist als die entsprechende Strecke DBC beim Normalpflug, worauf später noch Bezug genommen werden soll.

Im unteren Bereich der Furchenwand des Rautenpfluges befindet sich ein etwa 50 mm hohes, vertikales Teilstück (BC in Bild 2), das mithelfen soll, den Pflug seitlich zu führen. Die Hauptführung in seitlicher Richtung übernimmt eine gefederte Messerplatte, die am letzten Pflugkörper des Pfluges angebracht ist und die 20 bis 40 mm tief in die Furchensole eindringt. **Bild 3** zeigt ein Foto, auf dem diese Messerplatte zu sehen ist.

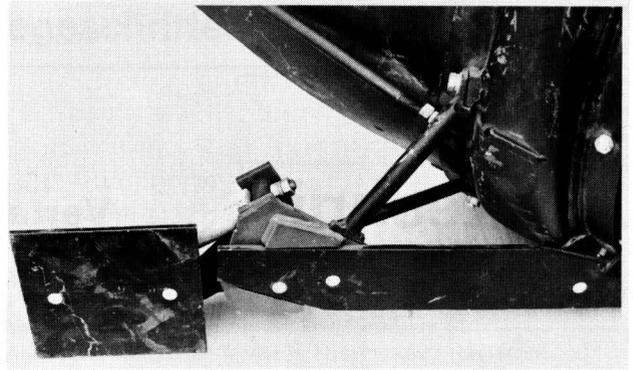


Bild 3. Gefederte Messerplatte zur Pflugführung beim Rautenpflug.

Anhand des Bildes 2 kann man erkennen, daß der Rautenquerschnitt umso ausgeprägter wird, je tiefer und schmaler der Pflug arbeitet. Bezieht man die für den Rautenpflug charakteristische Teilfläche A_R des Furchenbalkenquerschnittes auf die Gesamtfläche $b \cdot t$ und trägt man diesen Quotienten über der Arbeitstiefe t bzw. über der Arbeitsbreite b pro Pflugkörper auf, **Bild 4**, so sieht man, daß mit zunehmendem t und abnehmendem b dieser Quotient größer wird. Das heißt, daß der Effekt des Rautenpfluges insbesondere bei großen Arbeitstiefen und kleinen Arbeitsbreiten pro Pflugkörper zum Tragen kommen müßte.

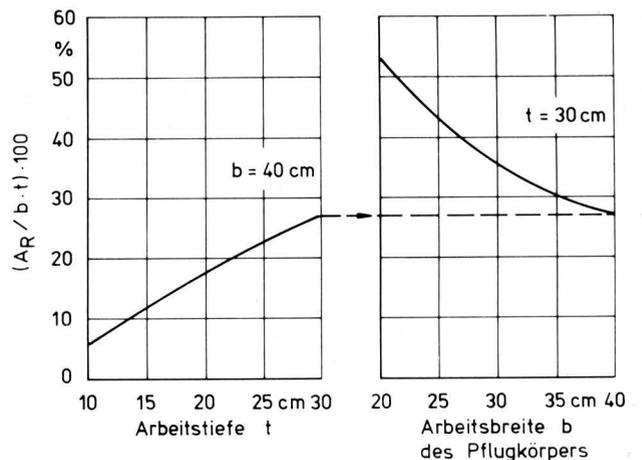


Bild 4. Einfluß der Arbeitstiefe und Arbeitsbreite des Pflugkörpers auf den "Rauteneffekt" (Bezeichnungen siehe Bild 2).

Zur Streichblechform des Rautenpfluges ist zu bemerken, daß sie relativ steil ist und als zylindrisch zu bezeichnen ist. Das Streichblech des untersuchten Normalpfluges hatte eine Universalform. Das Streichblech des Rautenpfluges ist in seitlicher Richtung 10 bis 15 cm kürzer (von der Scharspitze aus gemessen) als das des Normalpfluges, worauf später bei der Diskussion der Zugkräfte noch eingegangen wird.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Rautenpflugkörper normalerweise mit einem Schnabelschar ausgerüstet werden. Der Grund hierfür wird später in Verbindung mit den gemessenen Vertikalkräften angedeutet. Der untersuchte Rautenpflugkörper (siehe Bild 1) hatte jedoch ein einfaches Spitzschar. Dies war notwendig, um die Meßergebnisse mit denen des untersuchten Normalkörpers, der mit einem Spitzschar ausgerüstet war, vergleichen zu können. Im übrigen entsprechen die Maße des Streichbleches und des Schares des untersuchten Rautenpflugkörpers in etwa denen der anderen Rautenpflugkörper, die sich noch auf dem Markt befinden.

3. Verwendete Meßeinrichtungen und Versuchsdurchführung

Um praxisnahe Meßergebnisse zu bekommen, wurden die Versuche auf dem Feld durchgeführt. Zur Ermittlung von Vergleichswerten wurden unter anderem folgende Größen gemessen: Horizontal- und Vertikalkräfte zwischen Schlepper und Pflug; Arbeitstiefe, -breite und -geschwindigkeit des Pflugkörpers; Aggregatgrößenverteilung des gepflügten Bodens²⁾.

Zur Messung der Horizontal- und Vertikalkräfte wurde ein Mehrkomponentenmeßgerät [9] verwendet, das zwischen Schlepper und Pflug im Kupplungsdreieck des Dreipunktgestänges befestigt wird. Mit diesem Gerät und den entsprechenden elektronischen Geräten zur Meßwertverarbeitung wird der Mittelwert der Kräfte über eine vorgewählte einstellbare Meßzeit bestimmt. Jeder Versuch wurde zweimal wiederholt. Die gemessenen Zugkräfte wurden auf den bearbeiteten Querschnitt bezogen und der auf diese Weise ermittelte spezifische Pflugwiderstand über der Arbeitsgeschwindigkeit aufgetragen.

Um bei den Messungen der Vertikalkraft zwischen Schlepper und Pflug den nicht kontrollierbaren Einfluß des Regelkrafthebers zu eliminieren, wurde dieser auf Schwimmstellung geschaltet. Zur Tiefenbegrenzung diente bei beiden Pflügen ein hinten angebrachtes Stützrad, dessen Rollwiderstand zwangsläufig in den Zugkraftwerten enthalten ist. Die Lage der Kuppelpunkte und damit die Stellung des 3-Punkt-Gestänges war bei beiden Pflügen identisch.

Die Arbeitsgeschwindigkeit wurde mit einem "5. Rad" und Digitaltachometer eingestellt. Arbeitstiefe und Arbeitsbreite wurden mit Zollstock und Meßband nach der üblichen Methode ermittelt. Bei jedem einzelnen Versuch wurden diese beiden Größen an zwei bis drei Stellen der Meßstrecke bestimmt und dann gemittelt. Die Aggregatgrößenverteilung des gepflügten Bodens wurde mit Hilfe eines Schollensiebgerätes ermittelt [10].

Die Versuche wurden auf einem sandigen Lehmboden in zwei Versuchsserien gefahren. Einmal wurde im August 1978 auf einem unbearbeiteten Stoppelfeld (Bodenfeuchte ca. 28 %) gepflügt. Zum anderen wurde im Oktober 1978 auf einem Feld gemessen (Bodenfeuchte ca. 25 %), bei dem nach der Ernte die Stoppeln eingrubbert waren.

Die Versuche wurden bei zwei Arbeitstiefen durchgeführt: ca. 23 und 30 cm. Es wurden drei Arbeitsgeschwindigkeiten untersucht: 4, 6 und 8 (10) km/h.

Im Rahmen der Vergleichsuntersuchungen auf dem Feld wurden weitere Größen gemessen, z.B. die Furchenausräumung und die Form des gewendeten Furchenbalkens. Die entsprechenden Ergebnisse wurden in einer nicht veröffentlichten Arbeit [11] zusammengefaßt.

4. Diskussion der Meßergebnisse

4.1 Zugkraftvergleich bei größerer Arbeitstiefe (ca. 31 cm)

Das Bild 5 zeigt für das unbearbeitete Stoppelfeld die spezifischen Pflugwiderstände in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit bei der Arbeitstiefe $t = 31$ cm, sowohl für den Normalpflug als auch für den Rautenpflug. Bei 4 km/h ist der spezifische Pflugwiderstand des Rautenpfluges wesentlich kleiner als der des Normalpfluges (510 N/dm² statt 670 N/dm²; das ist etwa 25 % weniger). Mit zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit nehmen die Pflugwiderstände progressiv zu, wobei die Zunahme beim Rautenpflug wesentlich stärker ist. Bei Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen 5 und 6 km/h liegen die Werte für den Rautenpflug nur etwa 16 % unter denen des Normalpfluges. Bei ca. 8 km/h ist kein Unterschied mehr vorhanden.

²⁾ Bei der Versuchsdurchführung und -auswertung war auch Herr cand. agr. H.J. Blunck maßgebend beteiligt, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

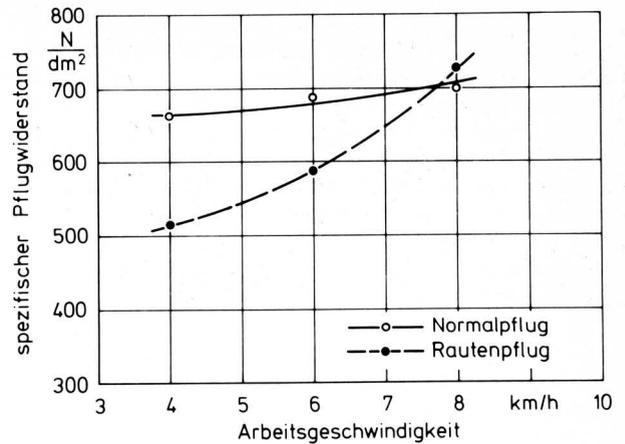


Bild 5. Spezifischer Pflugwiderstand in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit ($t = 31$ cm, $b = 41$ cm/Körper, $b : t = 1,32 : 1$, sandiger Lehm, unbearbeitetes Stoppelfeld).

Im folgenden soll zunächst eine Erklärung für die unterschiedlichen Meßergebnisse gebracht werden. Bild 6 zeigt vereinfacht und schematisiert die Arbeit eines Normalpfluges und die eines Rautenpfluges für diese Arbeitstiefe. Die Abmessungen der Furchenbalken und des Pflugkörpers entsprechen den praktischen Verhältnissen.

Für die bei gleicher Arbeitstiefe und Arbeitsgeschwindigkeit gemessenen unterschiedlichen spezifischen Pflugwiderstände können folgende Ursachen bestimmend sein:

Die Widerstände zwischen Streichblech und gewendetem Furchenbalken sind beim Normalpflug größer als beim Rautenpflug, da das Streichblech den gewendeten Furchenbalken berührt, während beim Rautenpflug, wie Bild 6 zeigt, ein Abstand von fast 10 cm vorhanden ist. Die intensivere Berührung des Streichbleches des Normalpfluges mit dem gewendeten Furchenbalken verursacht an dieser Stelle höhere Reibkräfte, ferner wird der Boden zusätzlich verdichtet. Dieser Effekt wird bei dieser Arbeitstiefe dadurch besonders verstärkt, daß die Lage des gewendeten Furchenbalkens beim Normalpflug wesentlich instabiler ist als beim Rautenpflug, was durch die unterschiedlichen Längen s des Schwerpunktabstandes zum Ausdruck kommt.

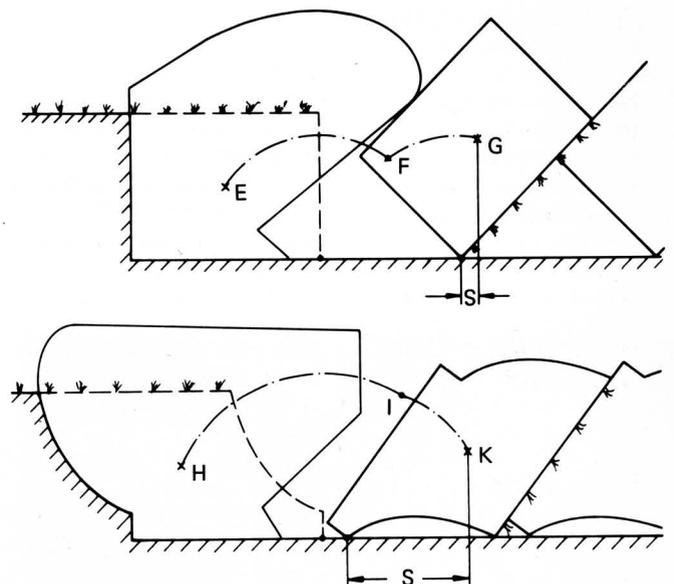


Bild 6. Das Wenden des Furchenbalkens beim Normalpflug (oben) und beim Rautenpflug (unten) bei einer Arbeitstiefe von etwa 30 cm.

Der Furchenbalken des Rautenpfluges fällt nach einem bestimmten Wendewinkel praktisch von selbst in die Endlage, während der Furchenbalken des Normalpfluges die Tendenz hat, in seine ursprüngliche Lage zurückzufallen. Das muß sich bei den zwischen der Streichblechkante und dem gewendeten Furchenbalken wirkenden Kräften bemerkbar machen. Daß dieser Punkt eine nicht unbedeutende Rolle bei diesen Betrachtungen spielen muß, zeigt sich auch daran, daß die Furchenausräumung beim Rautenpflug besser ist als beim Normalpflug.

Bei den Feldversuchen war zwar der in Bild 6 dargestellte Abstand zwischen Streichblech des Rautenpfluges und gewendetem Furchenbalken nicht deutlich zu sehen. Der Grund liegt darin, daß der Furchenbalken beim Wenden nicht formbeständig ist und sein Volumen zunimmt. Trotzdem wurde deutlich, daß sich der Boden beim Rautenpflug leichter vom Streichblech löst als beim Normalpflug. Das Problem ist beim Normalpflug sicher nicht dadurch zu lösen, daß man das Streichblech verkürzt, da der Furchenbalken sonst unter Umständen nicht in eine stabile Lage gebracht wird.

Die oben geschilderten Zusammenhänge sind die Ursache dafür, daß die spezifischen Pflugwiderstände in Bild 5 in einem Geschwindigkeitsbereich bis zu etwa 7,5 km/h beim Rautenpflug geringer sind.

Als nächstes wäre die Frage zu beantworten, warum der Anstieg der Kurve für den Rautenpflug in Bild 5 größer ist als die des Normalpfluges, so daß sich beide Kurven bei etwa 7,5 bis 8 km/h schneiden. Hierfür könnte es verschiedene Ursachen geben, die auch gemeinsam wirksam sein können. Einige Aspekte hierzu seien im folgenden genannt.

In Bild 6 ist für beide Pflugarten die theoretische Bahn des Schwerpunktes des Furchenbalkens dargestellt (EFG bzw. HJK). Man erkennt, daß der Schwerpunkt des Furchenbalkens beim Rautenpflug viel höher gehoben wird als beim Normalpflug. Bei gleicher Geschwindigkeit müßten also die zum Drehen des Furchenbalkens notwendigen Beschleunigungskräfte beim Rautenpflug größer sein und damit auch der hierfür notwendige Anteil des spezifischen Pflugwiderstandes. Dieser Einfluß könnte bei höheren Geschwindigkeiten besonders wirksam werden.

Bild 7 zeigt ein Foto der beiden Pflugkörper mit den Modellen der Furchenbalken. Man kann anhand dieser Darstellung gut erkennen, daß der Bodenbalken beim Rautenpflug bei gleicher Arbeitstiefe und -breite höher gehoben wird als beim Normalpflug.

Weiterhin wäre darauf hinzuweisen, daß der Schneidwiderstand zur Erzeugung der Furchenwand beim Rautenpflug wegen der längeren Schnittkante (ABC statt DBC in Bild 2) größer sein könnte als beim Normalpflug. Auch könnte der Reibungswiderstand entlang dieser Kante beim Rautenpflug größer sein, da der Freiwinkel nicht immer vorhanden sein dürfte. Schließlich sei noch bemerkt, daß das gefederte Führungsmesser (siehe Bild 3), das durch die Furchensohle gezogen wird, einen größeren Zugkraftbedarf hat als die entsprechenden Teile am Normalpflug.

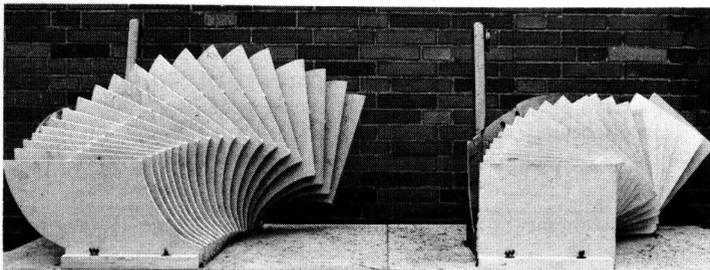


Bild 7. Rautenpflugkörper (links) und Normalpflugkörper (rechts) mit Modellen der Bodenbalken.

Zusammenfassend wäre zu sagen, daß bei einer größeren Arbeitstiefe bei den in der Praxis üblichen Arbeitsgeschwindigkeiten die Kräfte, die zwischen Streichblechkante und gewendetem Furchenbalken wirken, beim Normalpflug höhere spezifische Pflugwiderstände erzeugen. Mit steigender Geschwindigkeit steigen die anderen Kräfte (Schneid-, Reibungs-, Beschleunigungskräfte, siehe oben) beim Rautenpflug schneller an als beim Normalpflug, so daß die Unterschiede immer geringer werden. Bild 8, das die Verhältnisse für die in etwa gleiche Arbeitstiefe jedoch für das gegrubberte Stoppelfeld zeigt, hat im Ergebnis die gleiche Tendenz. Die Absolutwerte der Pflugwiderstände liegen gegenüber den Ergebnissen in Bild 5 niedriger, was auch verständlich ist, da das Feld vorher gegrubbert wurde.

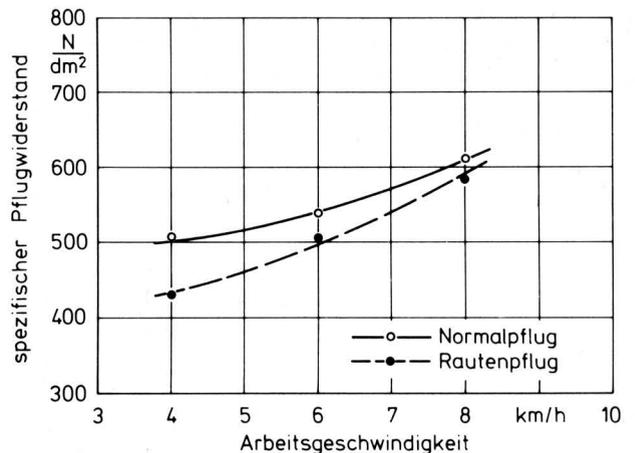


Bild 8. Spezifischer Pflugwiderstand in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit ($t = 30$ cm, $b = 39$ cm/Körper, $b : t = 1,3 : 1$, sandiger Lehm, gegrubbertes Stoppelfeld).

4.2 Zugkraftvergleich bei geringerer Arbeitstiefe (ca. 23 cm)

Das Bild 9 zeigt die spezifischen Pflugwiderstände in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit bei der Arbeitstiefe $t = 23,5$ cm für das unbearbeitete Stoppelfeld. Die Absolutwerte für den spezifischen Pflugwiderstand liegen unter denen, die bei 31 cm Arbeitstiefe (Bild 5) gemessen wurden, was von Untersuchungen anderer Autoren her bekannt ist. Überraschenderweise lagen sämtliche Werte, die in Verbindung mit dem Rautenpflug gemessen wurden, über denen des Normalpfluges und zwar für den gesamten Geschwindigkeitsbereich. Bei 5 bis 6 km/h macht der Unterschied etwa 8 % aus.

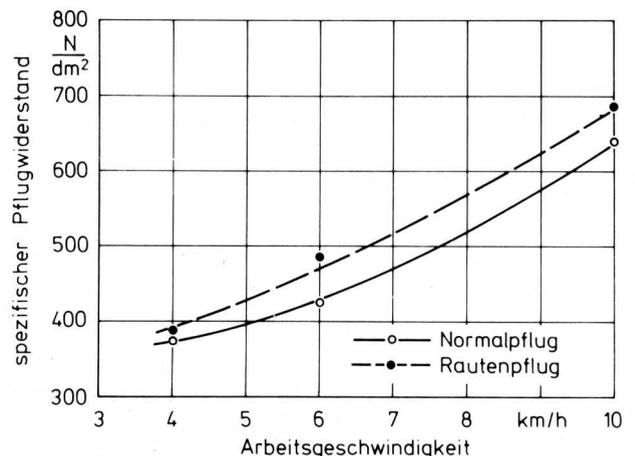


Bild 9. Spezifischer Pflugwiderstand in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit ($t = 23,5$ cm, $b = 42$ cm/Körper, $b : t = 1,79 : 1$, sandiger Lehm, unbearbeitetes Stoppelfeld).

Betrachtet man nun die Arbeit eines Normalpfluges und eines Rautenpfluges bei dieser Arbeitstiefe, so stellt man anhand des Bildes 10 fest, daß die Streichblechkante, die beim Normalpflug bei größerer Arbeitstiefe am gewendeten Furchenbalken reibt und ihn zusätzlich verdichtet, bei kleinerer Arbeitstiefe (gleiche Arbeitsbreite vorausgesetzt) einen nennenswerten Abstand zum gewendeten Furchenbalken hat. Hier entfallen also diese Kräfte, die bei größerer Arbeitstiefe dafür verantwortlich sind, daß der spezifische Pflugwiderstand des Normalpfluges größer ist als der des Rautenpfluges. Die anderen in Abschnitt 4.1 erwähnten Kräfte bewirken nun ihrerseits, daß der spezifische Pflugwiderstand des Rautenpfluges bei dieser Arbeitstiefe größer ist als der des Normalpfluges.

Der gleiche Zusammenhang wurde auch auf dem gegrubbten Feld festgestellt, wo bei einer Arbeitstiefe von 23 cm der spezifische Pflugwiderstand des Rautenpfluges bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 5 bis 6 km/h etwa 10 % höher war als der des Normalpfluges.

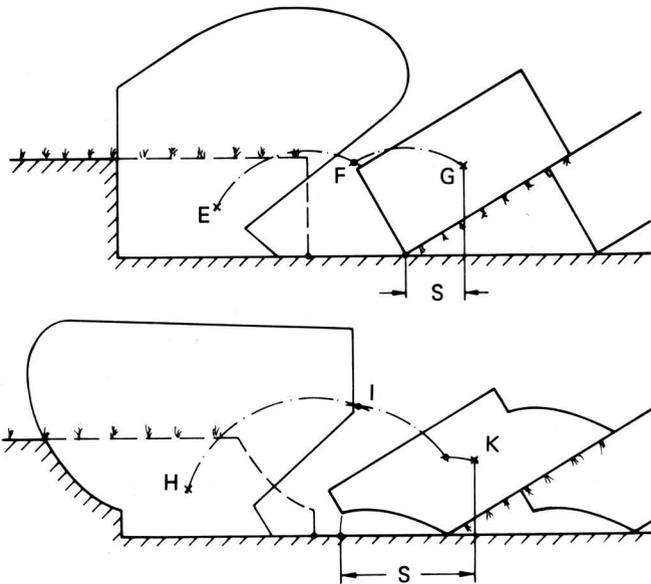


Bild 10. Das Wenden des Furchenbalkens beim Normalpflug (oben) und beim Rautenpflug (unten) bei einer Arbeitstiefe von etwa 20 cm.

4.3 Vergleich des Krümeleffektes

Wenn man über den Zugkraftbedarf eines Pfluges spricht, sollte man den Arbeitseffekt, z.B. die erfolgte Krümelung nicht vergessen. Was nützt ein leichtzügiger Pflug, wenn infolge schlechterer Arbeitsqualität eine energieaufwendigere Saatbettbereitung notwendig ist.

Ein Pflug mit einem schraubenförmigen Streichblech ist auch leichtzügiger als ein solcher mit einem zylindrischen Streichblech. Das geht aber in der Regel nur auf Kosten des Arbeitseffektes, d.h. die Bodenaggregate, die ein Pflug mit einem schraubenförmigen Streichblech erzeugt, sind in der Regel größer.

Deswegen wurde nach dem Pflügen mit Rautenpflug bzw. Normalpflug die Krümelstruktur ermittelt. Bild 11 zeigt das Ergebnis nach dem Einsatz dieser Pflüge auf dem unbearbeiteten Stoppelfeld. Im linken Teil des Bildes ist der Siebdurchgang in Abhängigkeit vom Lochdurchmesser dargestellt. Im rechten Teil des Bildes ist in Gewichtsprozent die Menge derjenigen Bodenaggregate zu sehen, die größer als 80 mm sind.

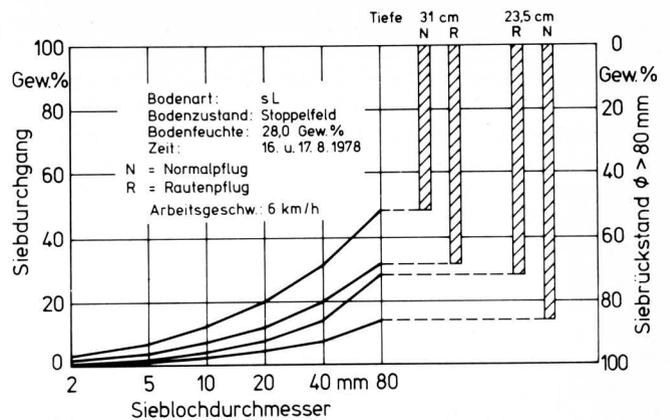


Bild 11. Ergebnis der Schollenanalyse der gepflügten Böden (Ausgangszustand des Bodens: unbearbeitetes Stoppelfeld; siehe Bilder 5 und 9).

Man erkennt, daß bei einer Arbeitstiefe von 31 cm der Normalpflug und bei einer Arbeitstiefe von 23,5 cm der Rautenpflug die feinere Krümelstruktur ergab. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen der Zugkraftuntersuchungen (Bild 5 und Bild 9), so findet man die oben angedeutete Ansicht bestätigt, daß eine Zugkraftreduzierung beim Pflügen eine grobscholligere Pflugarbeit zur Folge hat.

Trotzdem sollte man sehr vorsichtig sein mit der Verallgemeinerung dieser These. So wurde bei den Untersuchungen auf dem gegrubbten Feld dieser Zusammenhang nicht bestätigt. Um in diesem Punkt noch mehr Klarheit und Sicherheit in der Aussage zu bekommen, müßten weitere Versuche durchgeführt werden.

4.4 Vergleich der Vertikalkraft

Im Zusammenhang mit dem Verhalten eines Pfluges beispielsweise im Hinblick auf die Regelung oder auf das Einzugsvermögen ist die Vertikalkraft interessant, die am Pflugkörper wirkt.

Um festzustellen, ob die Vertikalkraft am Rautenpflugkörper von der an einem vergleichbaren Normalpflugkörper abweicht, wurde bei den Versuchen auch die Vertikalkraft zwischen Schlepper und Pflug gemessen. Da die verwendeten Pflüge völlig gleich waren (bis auf die Pflugkörper), konnte die am Meßrahmen gemessene Vertikalkraft unter Zugrundelegung gewisser Annahmen umgerechnet werden auf die Vertikalkraft am Pflugkörper. Dabei ergab sich, daß die Vertikalkräfte beim Rautenpflugkörper etwa 1000 N geringer waren als beim Normalpflugkörper.

Dieses Ergebnis könnte die Vermutung bestätigen, daß der Rautenpflugkörper einen Teil seiner Vertikalkraft über die vordere Streichblechkante an der schräg liegenden Furchenwand abstützt. Dies könnte zur Folge haben, daß das Einzugsvermögen des Rautenpfluges unter vergleichbaren Bedingungen nicht so gut ist wie das eines Normalpfluges. Dies könnte der Grund sein, weswegen beim Rautenpflug in der Regel ein Schnabelschar verwendet wird.

5. Zusammenfassung

Der Rautenpflug stellt eine Neuentwicklung auf dem Gebiet des Streichblechpfluges dar. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Normalpflug besteht darin, daß der Rautenpflugkörper einen Bodenbalken mit rautenförmigem Querschnitt abtrennt. Dadurch hat der Schlepperreifen mehr Platz in der Furche. Auch soll es möglich sein, den Rautenpflug mit kleinerem Körperlängsabstand zu bauen. Insbesondere der letztgenannte Punkt bedarf noch einer genaueren Untersuchung.

In dieser Arbeit wurden die Kräfte, die zwischen Schlepper und Rauten- bzw. Normalpflug wirken, verglichen. Die Ergebnisse sagen aus, daß bei mittlerer Arbeitstiefe der Normalpflug und bei großer Arbeitstiefe der Rautenpflug leichtzügiger ist, wobei die Unterschiede mit zunehmender Geschwindigkeit geringer werden. Anhand von schematischen Darstellungen wurde den Ursachen nachgegangen. Beim Pflügen des unbearbeiteten Stoppelfeldes konnte festgestellt werden, daß der Pflug mit dem geringeren Zugkraftbedarf den schlechteren Krümeleffekt hatte.

Schrifttum

- [1] *Clausing, F.*: Der Rautenpflug – pro und kontra. DLG-Mitteilungen Bd. 92 (1977) Nr. 24, S. 1319/21.
- [2] *Nowotny, M.*: Hat der Rautenpflug Zukunft? Agrartechnik international Bd. 56 (1977) Nr. 8, S. 8/9.
- [3] *Blackstein, R.*: Der Rautenpflug. Agrartechnik international Bd. 57 (1978) Nr. 1, S. 8/9.
- [4] *Belleth, H.-C.*: Rautenpflug: Schneller und besser oder nur teurer? Top Agrar, (1978) H. 4, S. 72/74.
- [5] *Stroppel, A. u. R. Reich*: Einige Aspekte zum Rautenpflug Feld und Wald Bd. 98 (1979) H. 16 (im Druck).
- [6] – : Firmenunterlagen der Firma Huard, Frankreich.
- [7] – : Firmenunterlagen der Firma Gassner, Göggenhofen.
- [8] – : Firmenunterlagen der Firma Rabewerk, Bad Essen-Linne.
- [9] *Reich, R.*: Messung der Kräfte zwischen Schlepper und Gerät. Grundl. Landtechnik Bd. 28 (1978) Nr. 4, S. 156/59.
- [10] *Söhne, W.*: Krümel- und Schollenanalyse als ein Mittel zur Beurteilung der Güte der Bodenbearbeitung. Landtechn. Forschung Bd. 4 (1954) Nr. 3, S. 79/81.
- [11] *Blunck, H.-J.*: Untersuchungen zur Funktion, zum Zugkraftbedarf und Arbeitseffekt des Rautenpfluges. Diplomarbeit, Hohenheim März 1979.

Verfahrenstechniken für die maschinelle Traubenernte

– Möglichkeiten, biologisch-technisch-ökonomische Verfahrenskennwerte, Entwicklungstendenzen –

Von Eberhard Moser, Stuttgart-Hohenheim*)

DK 634.8:631.17:631.35

Der Mechanisierungsgrad im Weinbau konnte dank neuer Ernte- und Transporttechniken weltweit erhöht werden. Ausgehend von Entwicklungen in den USA, sind in den vergangenen Jahren auch in Europa neue Ernteverfahren und -technologien erprobt worden. Das Ziel dieser Arbeiten liegt in der Senkung der Produktionskosten, der Erhaltung der Fruchtqualität und der Verringerung der Ernteverluste. Diese technischen Entwicklungen müssen innerhalb eines gesamten Produktionsverfahren gesehen und eingeordnet werden, weil sie auch die Anbau-, Pflanzenpflege- und Pflanzenschutztechniken beeinflussen können.

Unter Mitwirkung von Dipl.-Ing. agr. M. Siglinger

*) Prof. Dr.-Ing. E. Moser ist Leiter des Fachgebiets "Verfahrenstechnik für Intensivkulturen" des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim.

1. Einleitung

Für die Handlese müssen je nach Lage (Direkt- oder Seilzug), Erziehung, Unterstützung, Rebsorte, Standraum, Ertrag und verwendeten Hilfsmitteln zwischen 30 und 50 % des Gesamtarbeitszeitaufwandes, d.h. etwa 270 bis 350 Akh/ha aufgebracht werden. Die Erntekosten liegen etwa zwischen 2000 und 2800 DM/ha und sind damit etwa 10 mal höher als bei der Getreideernte.

Die bisherige Zurückhaltung in der Bundesrepublik Deutschland gegenüber neuen Ernteverfahren im Weinbau hat dazu geführt, daß mit der Entwicklung neuer Transporttechniken zukünftig keine weiteren Produktionskostensenkungen zu erwarten sind. Bekanntlich beträgt der Anteil der Transportarbeiten bei der Traubenlese nur 25 bis 30 %, das Abtrennen der Trauben jedoch bis zu 75 % des Gesamtarbeitszeitaufwandes, so daß nur durch eine Mechanisierung der gesamten Erntearbeiten bedeutende Fortschritte gemacht werden können. Neben der technischen Vervollkommnung verschiedener Arbeitsverfahren liegt in den meisten europäischen Ländern derzeit der Schwerpunkt in der Erarbeitung und Erprobung neuer oder bereits bewährter Verfahrenstechniken für die arbeits- und kostenaufwendige Traubenernte [1, 2].

Die größten Schwierigkeiten für die Mechanisierung der Erntearbeiten im Weinbau sind in den unterschiedlichen Anbaumethoden, insbesondere in den verschiedenen Erziehungs- und Standraumverhältnissen, in der Vielzahl der Rebsorten, der oft schwierigen Geländebeschaffenheit (Steillagen) und nicht zuletzt in der geringen Größe der Rebanlagen zu suchen. So werden beispielsweise die Ernteverluste – Auffang-, Saft- und Stockverluste – weitgehend von der Erziehung, der Unterstützung und der Rebsorte bestimmt. Erhebliche Probleme sind auch darin zu sehen, daß das Erntegut wie auch die mehrjährige Rebe gegenüber mechanischen und thermischen Beanspruchungen sehr empfindlich und die Ablösekräfte oft hoch sind. Die unterschiedlichen Anforderungen bedingen meist konstruktiv aufwendige Spezialmaschinen mit hohen Entwicklungskosten.