

DIE ENTWICKLUNG VON ANBAUSYSTEMEN FÜR SCHLEPPERGERÄTE AUS SECHSGLIEDRIGEN KINEMATISCHEN KETTEN

Von Kurt Hain

Für die Verbindung von Schlepper und Arbeitsgerät gibt es eine grosse Zahl kinematischer Möglichkeiten, besonders wenn man über die einfachen Gelenkvierecke hinaus zu den sechsgliedrigen Ketten übergeht. Diese sind etwas verwickelter, aber auch leistungsfähiger. Es soll nachstehend versucht werden, in die verwirrende Fülle ein gewisses System zu bringen. Dabei wird man zweckmässig vorerst nur die kinematischen Probleme betrachten und die praktischen Fragen, z.B. ob das Anbaugerät durch Dreipunktkopplung oder Schwingrahmen an dem Schlepper befestigt werden soll, zunächst zurückstellen. Als

stellung der Pflugtiefe wird dieser Punkt lediglich mit Hilfe eines Handhebels verschwenkt. Soll der Handhebel im Bereich des Schlepperfahrers, also höher liegen, so ist eine gelenkige Verbindung von diesem oben liegenden Handhebel nach dem unten liegenden Verstellhebel notwendig. Bild 2 zeigt eine solche Lösung. In Bild 3 wird die Verstellung des Punktes 0 als Koppelbewegung durchgeführt. Die Ausführungen in Bild 4 und 5 weisen sogenannte Doppelgelenke auf, in denen sich nicht nur zwei, sondern drei Glieder treffen. Sie sind durch zwei konzentrische Kreise gekennzeichnet. Der Unterschied zwischen den bei-

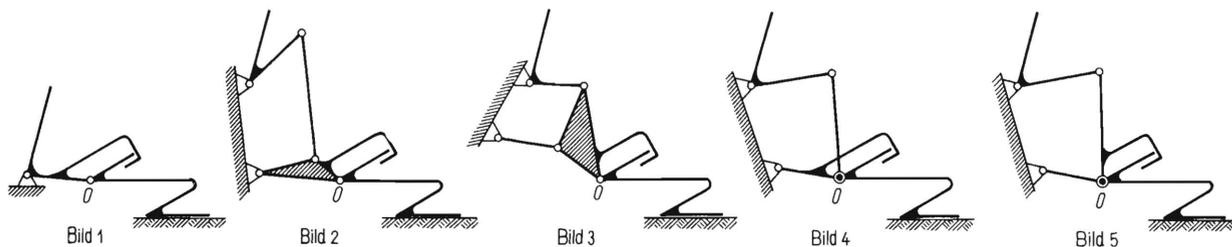


Bild 1 bis 5. Anbausysteme mit reellem Drehpunkt; für das Ausheben ein starrer Anschlag zwischen zwei benachbarten Getriebegliedern.

Beispiel für die Entwicklung verschiedener Getriebefamilien aus den sogenannten kinematischen Ketten soll als Anbaugerät wieder der Pflug gewählt werden [1].

den Ausführungen 4 und 5 liegt im Anschlag, gegen den sich der Pfluggrindel beim Heben anlegt. Einmal ist dieser Anschlag an dem im Gestell gelagerten Hebel, das andere Mal am Verbindungshebel (Koppelhebel) angebracht.

Pflughanlenkung an reellem Drehpunkt

In Bild 1 bis 5 sind einige Anbausysteme gezeigt, bei denen der Pflug mit dem Schlepper in einem reellem Drehpunkt verbunden ist. Der freie Gang des Pfluges bei der Arbeit ist bei allen diesen Ausführungen dadurch gewährleistet, dass ein Anschlag des Pfluggrindels sich erst beim Heben gegen einen entsprechenden Anschlag eines benachbarten Hebels legt. Die einfachste Ausführung zeigt Bild 1, bei der sich der Pflug um den reellem Drehpunkt 0 dreht; zur Ver-

Aus der sogenannten *Wattschen* kinematischen Kette in Bild 6 sind die Ausführungsformen nach Bild 7 bis 10 entstanden, und aus der sogenannten *Stephensonschen* kinematischen Kette in Bild 11 die Ausführungen nach Bild 12 bis 15. Diese kinematischen Ketten bestehen aus sechs Gliedern und sieben Drehgelenken. Der Unterschied zwischen beiden Ketten besteht lediglich in der Verbindung der beiden dreigelenkigen Glieder (ternäre Glieder) miteinander.

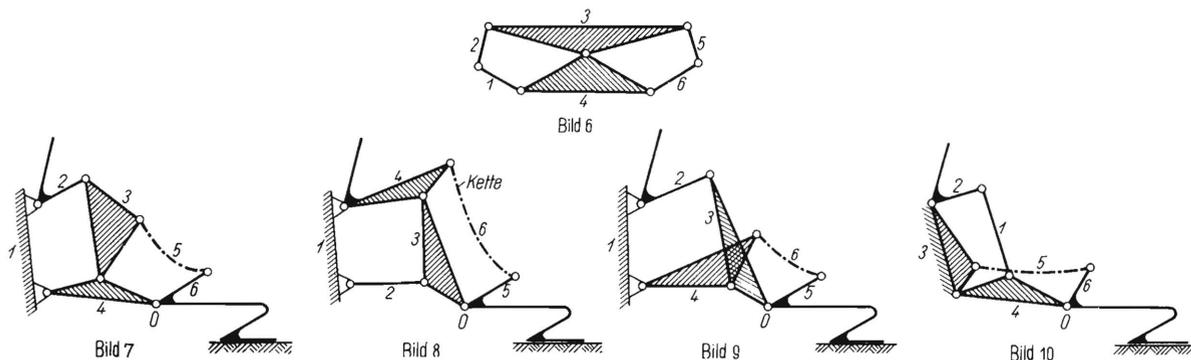


Bild 6 bis 10. Anbausysteme an reellem Drehpunkt aus der *Wattschen* kinematischen Kette.

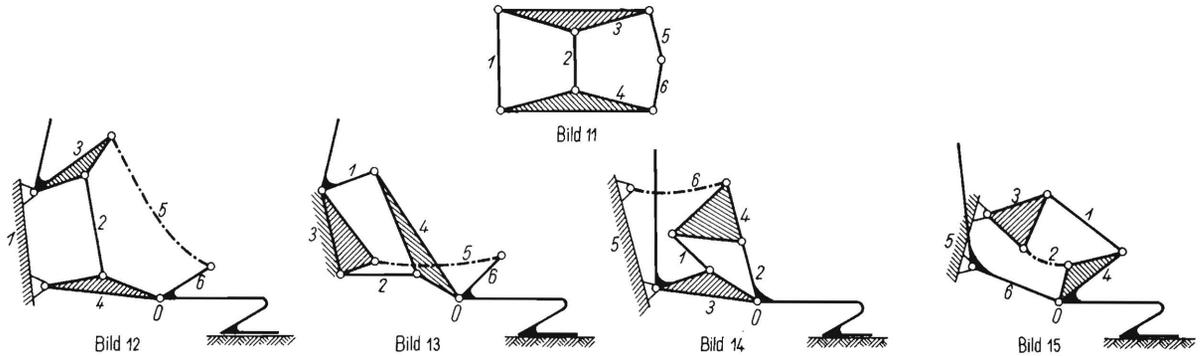


Bild 11 bis 15. Anbausysteme an reellem Drehpunkt aus der Stephenson'schen kinematischen Kette.

Bei der *Wattschen* Kette sind diese beiden Glieder unmittelbar durch ein Drehgelenk miteinander verbunden. Bei der *Stephenson'schen* Kette dienen zweigelenkige (binäre) Glieder zur Verbindung der dreigelenkigen (tertiäre) Glieder zur Verbindung der dreigelenkigen Getriebeglieder. Bei den gezeigten Ausführungen gewährleistet jeweils eine Kette oder ein Band (strichpunktiert) den freien Gang des Pfluges bei der Arbeit. Dieses Band spannt sich erst beim Heben des Gerätes und ist in dieser Bewegungsperiode als Getriebeglied anzusprechen.

pelgelenk, d.h. in diesem mit zwei konzentrischen Kreisen gekennzeichneten Gelenk treffen sich die drei zweigelenkigen Glieder 3, 4 und 5. Aus der kinematischen Kette mit einem Doppelgelenk entstehen die sechs Anlenksysteme nach Bild 17 bis 22, bei denen wiederum jeweils ein anderes Glied der Kette als Gestell und ein zweites Glied als Träger für den Pflug gewählt wurde. Das Doppelgelenk befindet sich jeweils an einer anderen Stelle in diesem Getriebe. Doppelgelenke sind aus praktischen Er-

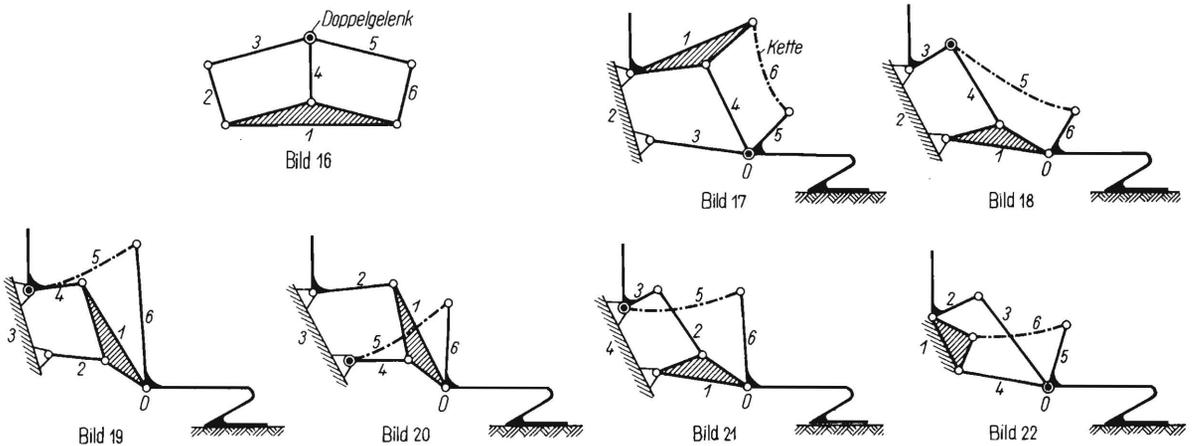


Bild 16 bis 22. Anbausysteme an reellem Drehpunkt aus der kinematischen Kette mit einem Doppelgelenk.

Die einzelnen Anlenksysteme entstehen aus den kinematischen Ketten dadurch, dass man jeweils ein anderes der sechs Getriebeglieder als Gestell und ein zweites Glied als Träger für den Pflug wählt. Es ist hierbei nur darauf zu achten, dass das den Pflug tragende Glied bei der Arbeit mit einem Gelenkpunkt, und zwar mit dem reellen Führungspunkt 0 stillsteht.

wägungen zu begrüssen, weil auf einer Welle gleichzeitig zwei Lagerbüchsen laufen oder z.B. in einer Bohrung zwei verschiedene Wellen sich bewegen können.

Aus den beiden kinematischen sechsgliedrigen Ketten entsteht die Kette nach Bild 16 mit einem Dop-

Von den sechsgliedrigen Ketten gibt es nun auch eine kinematische Kette, die zwei Doppelgelenke hat. Diese Kette ist im Bild 23 dargestellt, und aus ihr entsteht das Anlenksystem nach Bild 24 mit einem Doppelgelenk im Gestellrahmen und dem anderen Doppelgelenk im Führungspunkt 0.

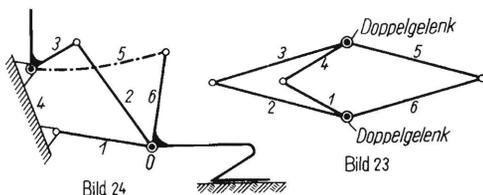


Bild 23 (rechts) und 24 (links). Anbausystem an reellem Drehpunkt aus der kinematischen Kette mit zwei Doppelgelenken.

Pfluganlenkung an ideellem Drehpunkt

Aus den bereits erwähnten kinematischen Ketten entstehen auch die im folgenden dargestellten Anlenksysteme, bei denen der Träger für den Pflug als Getriebeglied um einen sogenannten ideellen Drehpunkt, den sogenannten Momentanpol, dreht. Zur Bestimmung dieses augenblicklichen (Pflugträger-)

Poles ist u.U. die Kenntnis der Lage anderer relativer Drehpole des zwangsläufigen Getriebes, die sowohl reelle Drehgelenke als auch ideelle Drehpole sein können, notwendig [2]. Die Lage der Drehpole einer zwangsläufigen kinematischen Kette wird als Polkonfiguration bezeichnet.

An Hand des sechsgliedrigen Getriebes in Bild 25 soll für die Glieder 1 und 5 der Momentanpol bestimmt werden, wobei 1 das Gestellglied (Schlepperrahmen) und 5 der Werkzeugträger (z.B. für den Pflug) sein sollen. Sämtliche Punkte zwischen den Gliedern sind reelle Drehpole. Diese Drehpole sollen durch Doppelziffern derart gekennzeichnet werden, dass z.B. 56 (sprich: fünf-sechs) den Relativpol zwischen Glied 5 und 6 darstellt. In einem Getriebe mit sechs Gliedern muss es 15 Relativpole geben, und zwar nach folgender Aufstellung (die Zahlen 1 bis 5 sind in der jeweiligen Zeile mit allen höheren Zahlen bis 6 gepaart worden):

<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	15	16
<u>23</u>	<u>24</u>	25	26	
<u>34</u>	<u>35</u>	36		
45	<u>46</u>			
	<u>56</u>			

Die einfach unterstrichenen Ziffern sind sofort als die zwischen den Gliedern befindlichen reellen Drehgelenke zu erkennen (Bild 25). Alle anderen Ziffern sind ideelle Drehpole.

Auf einer sogenannten Polgeraden liegen jeweils drei Drehpole (reelle oder ideelle), deren zweistellige Ziffern (z.B. 12, 14, 24) durch dreimal zwei verschiedene Zahlen (z.B. 1, 1, 2, 2, 4, 4) gebildet werden, wobei jeweils zwei Pole dieselbe Zahl (z.B. 12-14, 14-24 und 12-24) enthalten. So ist es in dem Getriebe nach Bild 25 möglich, die ideellen Drehpole 24 bzw. 13 (in der obigen Aufstellung doppelt unterstrichen) ohne weiteres aus dieser Regel als Schnittpunkte der Geraden 12-14 und 23-34, bzw. 14-34 und 12-23 festzulegen.

Soll nunmehr für das Glied 5 als Träger für den Pflug der ideelle Drehpunkt 0 bestimmt werden, so muss man den Relativpol 15 (sprich: eins-fünf) nach den oben angegebenen Regeln zu bestimmen versuchen. Für den Pol 15 kann man folgende vier Polgeraden, deren Pole jeweils die Zahlen 1 und 5 haben müssen, aufstellen:

	<u>15</u>		
<u>12</u>	25	1. Polgerade	
<u>13</u>	<u>35</u>	2. „	
<u>14</u>	45	3. „	
16	<u>56</u>	4. „	

Unterstreicht man wieder nach der ersten Zahlentafel die bekannten Pole, so erkennt man, dass die zweite Polgerade 13-35 bereits gegeben ist. Hätte

man eine weitere, z.B. die dritte Polgerade 14-45, so könnte der gesuchte Momentanpol 15 als Schnittpunkt der zweiten und dritten Polgeraden graphisch ermittelt werden. Es muss also zuvor noch der Zwischenpol 45 ermittelt werden. Für den Pol 45 lassen sich folgende Polgeraden, deren Pole jeweils die Zahlen 4 und 5 haben müssen, aufstellen:

	<u>45</u>		
<u>14</u>	15	1. Polgerade	
<u>24</u>	25	2. „	
<u>34</u>	<u>35</u>	3. „	
<u>46</u>	<u>56</u>	4. „	

Die unterstrichenen Pole sind bekannt. Der Schnittpunkt der dritten und vierten Polgeraden ergibt den gesuchten Zwischenpol 45 (Q).

Der Schnittpunkt der beiden Polgeraden 13-35 und 14-45 ist der gesuchte Momentanpol 15 für Glied 5, das den Pflug trägt.

Auf diese Weise ist der ideelle Pol 0 mit einem oder mehreren Zwischenpolen (Q und R) für die folgenden Beispiele bestimmt worden.

Bild 25. Konstruktion des ideellen Drehpunktes O=15 für eine sechsgliedrige kinematische Kette (Polkonfiguration).

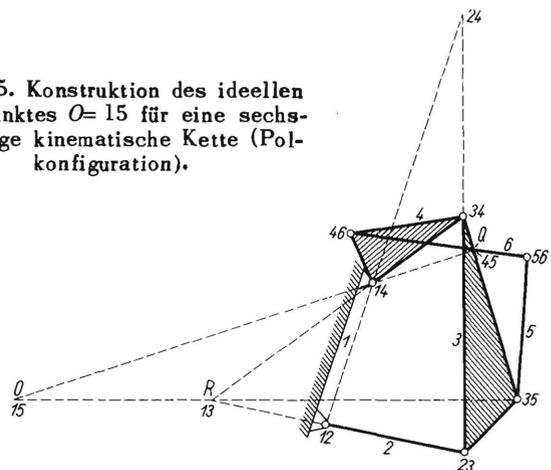


Bild 27 bis 31 zeigen fünf verschiedene Anlenksysteme, die aus der *Wattschen* kinematischen Kette (Bild 26) abgeleitet sind. Auch hier wurde jeweils ein anderes Glied der kinematischen Kette als Gestellglied und ein zweites Glied als Träger für den Pflug gewählt, wobei dieses letztere Glied sich als Koppelglied bewegen muss, d.h. es darf mit keinem seiner Gelenke im Gestell gelagert sein. Bild 27 stellt das bekannte Gelenkviereck dar. Der Pflug ist am Glied 6 befestigt. Die beiden Lenker 4 und 5 bilden das Gelenkviereck. Bringt man sie zum Schnitt 0 miteinander, so hat man sofort den ideellen Drehpunkt 0 für das Glied 6. Die Glieder 1 und 2 dienen lediglich dazu, eine Verbindung zu der Kraftheberwelle im Fahrgestellrahmen (Glied 3) herzustellen.

Die folgenden Anlenksysteme weisen, da sie aus der gleichen kinematischen Kette abgeleitet wurden,

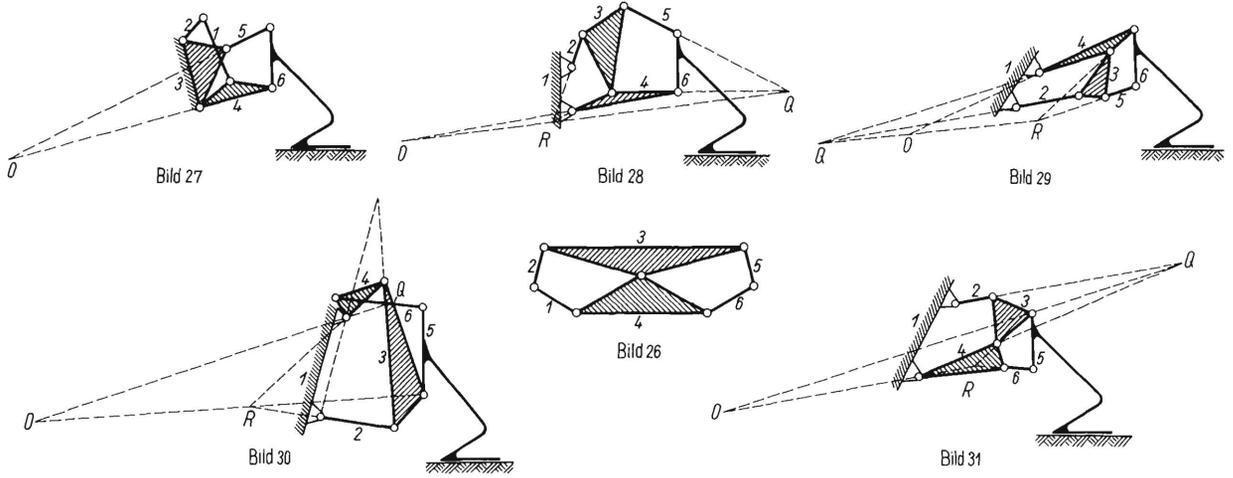


Bild 26 bis 31. Anbausysteme mit ideellem Drehpunkt aus der Watt'schen kinematischen Kette.

die gleiche Anzahl von Gliedern und Gelenken auf. Grundsätzlich ist also mit der Verwendung der hier vorgeschlagenen Getriebe kein höherer Aufwand als beim Gelenkviereck verbunden. Bei den Ausführungen nach Bild 28 und 29 muss man ebenfalls wie bei den meisten folgenden Getrieben die beiden Zwischenpole R und Q bestimmen, bevor man auf den endgültigen Pol O kommt. Die beiden Ausführungen nach Bild 30 und 31 müssen in diesem Rahmen ganz besonders hervorgehoben werden, denn sie stellen die einzigen Getriebe dar, bei denen der Träger des Pfluges, in beiden Fällen das Getriebeglied 5, nicht über ein anderes Getriebeglied unmittelbar mit dem Gestell gelenkig verbunden ist. Aus diesem Grunde können an diese Getriebe auch höhere Anforderungen gestellt werden. Es ist z.B. bei diesen möglich, den

ideellen Drehpunkt O für einen bestimmten Bewegungsbereich des Pfluges angenähert als festen Punkt zu erhalten. Das bedeutet, dass man auch für den Pflug die Wirkung erhält, als wenn im Punkt O eine körperlich ausgeführte Achse angeordnet wäre.

Bild 33 bis 41 zeigen neun verschiedene Anlenksysteme, die aus der Stephenson'schen kinematischen Kette (Bild 32) entstanden sind. Auch hier muss jeweils der Pol O über entsprechende Zwischenpole ermittelt werden.

Bild 42 zeigt die kinematische Kette mit einem Doppelgelenk für die drei Glieder 3, 4 und 5. Das Doppelgelenk ist, wie in den vorhergegangenen Beispielen durch zwei konzentrische Kreise dargestellt und in den Ausführungen nach Bild 43 bis 51 jeweils zu erkennen.

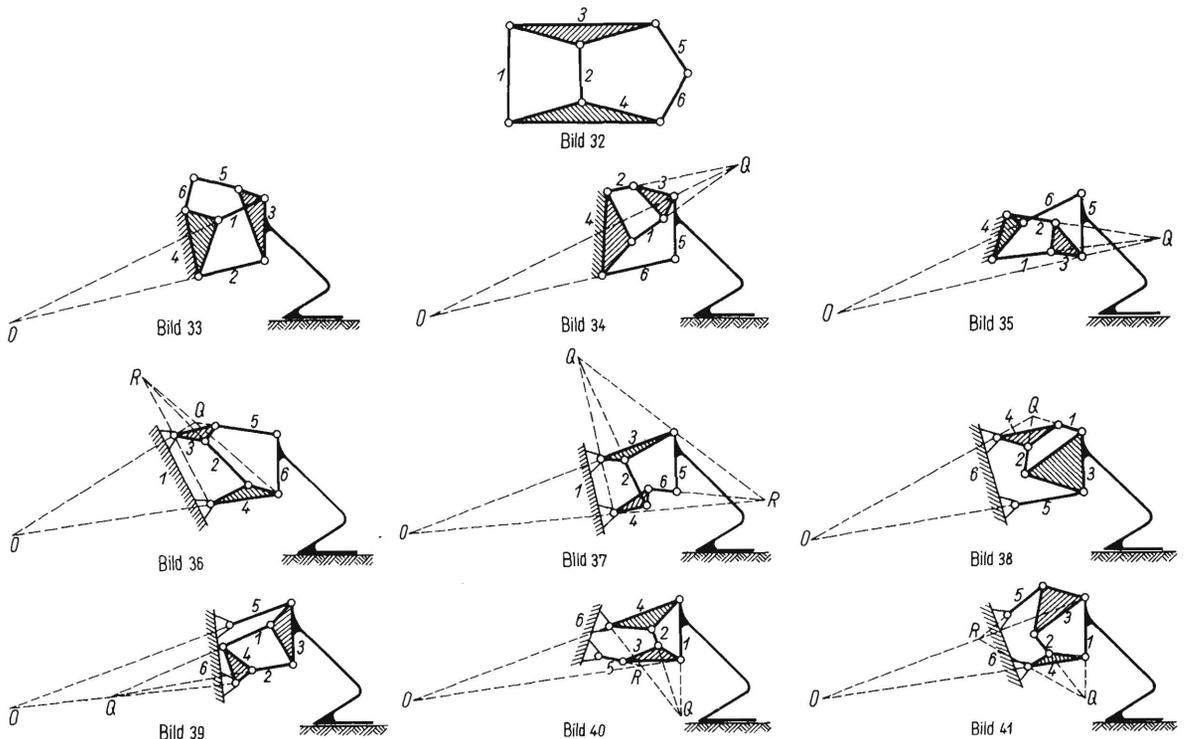


Bild 32 bis 41. Anbausysteme mit ideellem Drehpunkt aus der Stephenson'schen kinematischen Kette.

Bild 52 ist wiederum die kinematische Kette mit zwei Doppelgelenken, aus der das Getriebe in Bild 53 abgeleitet ist. Die Doppelgelenke liegen hier als fester Drehpunkt und als beweglicher Gelenkpunkt, der die Glieder 3, 4 und 5 verbindet, vor.

Bei der Aufstellung der 24 Anlenksysteme mit ideellem Drehpunkt (Bild 25 bis 53) wurden andere

Vorbedingungen gewählt als bei den Anlenksystemen mit reellem Drehpunkt. Bei den Anbausystemen mit ideellem Drehpunkt wurde auf Verstellmöglichkeiten und auf den freien Gang des Pfluges im Arbeitsbereich keine Rücksicht genommen. Es sollten lediglich Systeme mit einem ideellen Drehpunkt, also einer Koppelbewegung des Pflugträgers, dargestellt

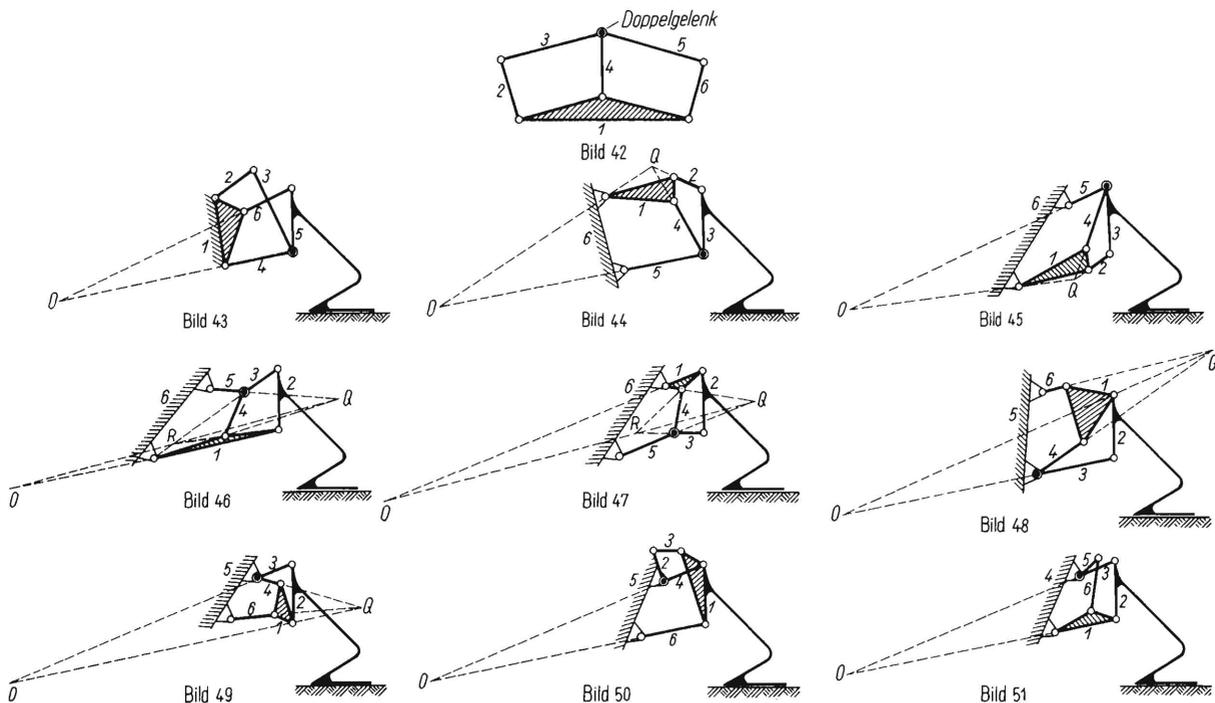


Bild 42 bis 51. Anbausysteme mit ideellem Drehpunkt aus der kinematischen Kette mit einem Doppelgelenk.

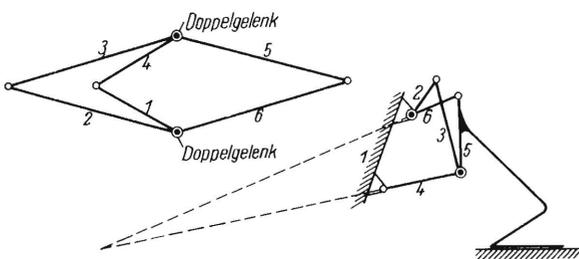


Bild 52 und 53. Anbausystem mit ideellem Drehpunkt aus der kinematischen Kette mit zwei Doppelgelenken.

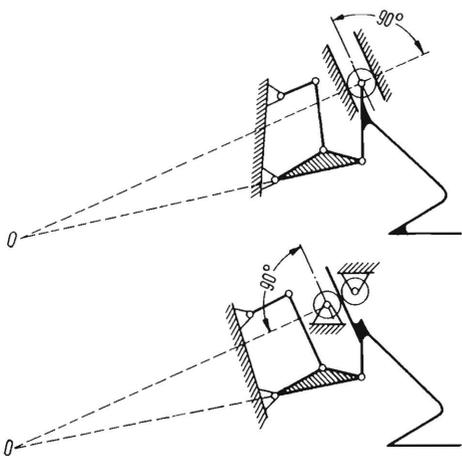


Bild 54 und 55. Anbausysteme mit gradliniger Kulissenführung.

werden. Der freie Gang des Pfluges kann z.B. durch einen sogenannten schwimmenden Kraftheber erzielt werden, bei dem die Flüssigkeitssäule zeitweise sich ohne Druck mitbewegen kann.

Anbausysteme mit Kulissenführungen (Schubgelenke)

Man kann auch Anbausysteme ausführen, bei denen eines oder mehrere der Drehgelenke durch Schubgelenke ersetzt werden. Ein Schubgelenk besteht aus der gelenkigen Verbindung zweier benachbarter Getriebeglieder, wobei zwischen diesen Getriebegliedern eine Geradföhrung vorhanden ist. In Bild 54 und 55 sind zwei derartige Anbausysteme mit je einem Schiebepaar dargestellt. Die Ausführung nach Bild 54 hat als Getriebeglied, das den Pflug trägt, eine Rolle, die in einer gestellfesten, geraden Föhrung läuft. Der ideelle Drehpol 0 ergibt sich dann als Schnittpunkt des unteren Lenkers mit dem Lot, das man im Rollenmittelpunkt auf der gestellfesten Geradföhrung errichtet. Die Ausführung nach Bild 55 zeigt eine Kulissenföhrung, bei der zwei gestellfeste Rollen angeordnet sind, zwischen denen ein gerader Hebelteil des Pflugträgers läuft. Es ist hierbei darauf zu achten, dass der zwischen den beiden Rollen geföhrte Teil des Pflugträgers auf seiner

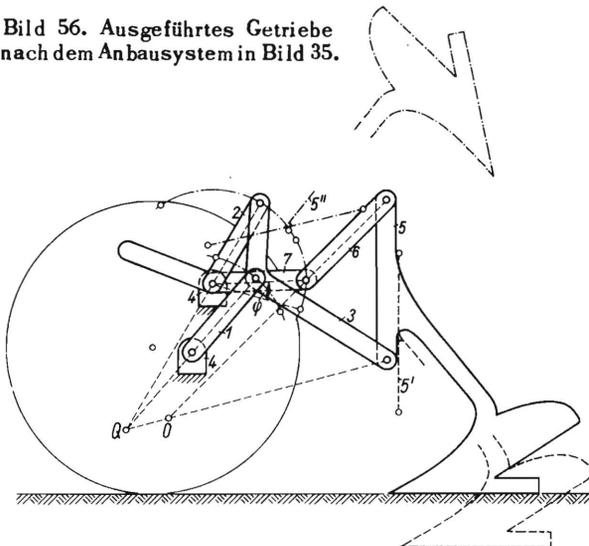
Länge nicht gleich dick sein darf, die Dicke vielmehr dem Abstand zwischen den beiden Rollen und der jeweiligen Stellung des Hebels zu diesen angepasst werden muss. Der ideale Pol O ergibt sich wiederum als Schnittpunkt des unteren Führungslenkers auf der im Berührungspunkt des Pflugträgers auf einer der Rollen errichteten Normalen. (Die Formen der beiden Führungsflächen zwischen den beiden Rollen müssten so aufeinander abgestimmt sein, dass die auf den jeweiligen Berührungspunkten der beiden Rollen errichteten beiden Normalen durch ein und denselben Pol O gehen). Getriebe mit Kulissenführungen sollten im Landmaschinenbau im allgemeinen vermieden werden, da die Führung der Rolle in der Kulisse eine zusätzliche Schmierstelle ergibt. Die Paarung Rolle und Kulisse ist ausserdem sehr störanfällig gegenüber Sand und Schmutz. Derartige Kulissenführungen haben aber auch Vorteile, denn man spart u.U. sehr viel Platz und Gewicht. Eine Kulissenführung, die als Gerade ausgeführt wird, entspricht bekanntlich einem Hebel mit unendlich langem Halbmesser. Wird die Kulisse mit beliebiger Kurvenform ausgeführt, so ist bei der Ermittlung des Poles das entsprechende Lot auf der Tangente dieser Kurve zu errichten.

Praktische Ausführungsbeispiele

Aus der Fülle der gegebenen Möglichkeiten von Anbausystemen mit ideellem Drehpunkt sollen einige auf ihre praktische Verwendbarkeit untersucht werden. Der Übergang von dem bewährten einfachen Gelenkviereck zu einem mehrgliedrigen Getriebe hat nur dann einen Sinn, wenn dabei höhere Anforderungen erfüllt werden können. Die meisten der gezeigten Anbausysteme hatten kein Gelenkviereck im herkömmlichen Sinne zur Erzielung einer Koppelbewegung, sondern das Koppelglied, das den Pflug trägt, war in einem Mehrgelenkeck untergebracht.

In Bild 56 ist ein Pflughanbau nach dem Schema von Bild 35 gezeigt. Zusätzlich ist ein Hebel 7 zum Verstellen der Pflugtiefe vorgesehen. Das Getriebeglied 5 bewegt sich als Koppelhebel und erreicht bei

Bild 56. Ausgeführtes Getriebe nach dem Anbausystem in Bild 35.



der Verstellung des Verstellhebels 7 um den Winkel φ die Lage 5', wenn sich die Richtlinie des Pfluges wieder horizontal eingestellt hat. Der besondere Vorteil dieses Getriebes liegt darin, dass mit ihm eine sehr grosse Aushubhöhe erreicht werden kann. Die strichpunktiert gezeichnete Lage 5'' zeigt, dass bei der grossen Aushubhöhe des Pfluges ein Ackerwagen in das Maul des Schleppers eingehängt werden kann.

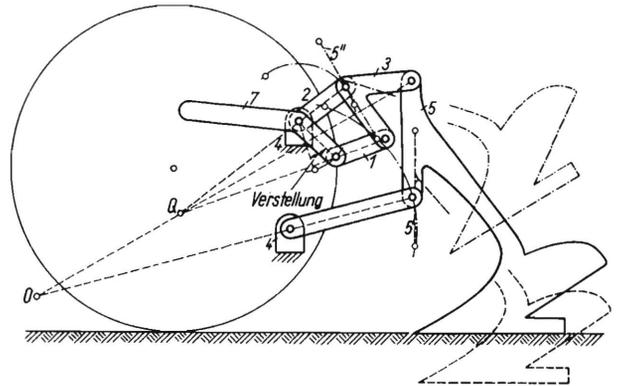


Bild 57. Ausgeführtes Getriebe nach dem Anbausystem in Bild 34.

In Bild 57 ist ein Getriebe nach dem Schema in Bild 34 verwirklicht worden. Es ist wiederum ein Verstellhebel 7 am Schlepper so angebracht, dass vom Schleppersitz aus die Pflugtiefe des Pfluges eingestellt werden kann.

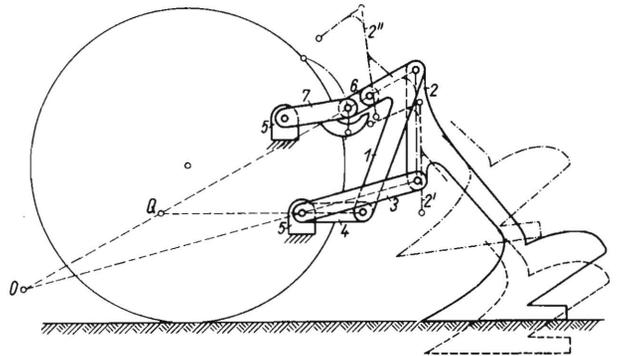


Bild 58. Ausgeführtes Getriebe nach dem Anbausystem in Bild 48.

In Bild 58, das die Verwirklichung des Getriebeschemas nach Bild 48 zeigt, ist der zusätzliche, vom Schleppersitz aus erreichbare Verstellhebel 7 so angeordnet, dass er gleichzeitig zur Tiefenverstellung und zum Ausheben des Gerätes benutzt werden kann.

Das in Bild 59 dargestellte Getriebe ist nach dem Schema in Bild 30 aufgestellt worden. Hierbei wurde besonderer Wert auf einen möglichst grossen Arbeitsbereich des Pfluges, also von der Stellung 5 über 5' nach 5'' gelegt. Eine besondere Tiefenverstellung wurde nicht vorgesehen. Es wurde vielmehr bei diesem Getriebe an eine starr mit dem Pflug verbundene Stützrolle gedacht, deren Verstellung relativ zur Scharschneide die jeweilige Pflugtiefe ergibt. Der

ideelle Pol 0 dieses Getriebes wandert mit dem Pflug von oben nach unten so, dass immer die gleiche resultierende Kraft, deren Richtung ja bekanntlich durch den ideellen Pol gehen muss, entsteht. Ein solches Getriebe wird sich demnach besonders gut für einen Schlepper eignen, bei dem verschiedene Radgarnituren mit verschiedenen Durchmessern ausgetauscht werden müssen.

Die Abmessungen der Ausführungsbeispiele nach Bild 56 bis 59 wurden mit Hilfe umfangreicher mass-synthetischer Konstruktionen ermittelt¹⁾.

Schlussbetrachtungen

Es wurde versucht, eine Ordnung in die Verbindungsmöglichkeiten zwischen Schlepper und Gerät zu bringen. Es sei nochmals besonders darauf hingewiesen, dass sämtliche Anbausysteme in der gleichen Getriebe-Gruppe jeweils den gleichen kinematischen Aufwand erfordern, also die gleiche Gliederzahl und die gleiche Gelenkzahl haben.

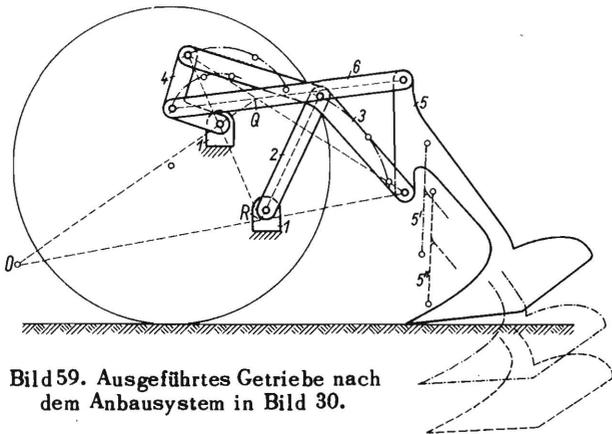


Bild 59. Ausgeführtes Getriebe nach dem Anbausystem in Bild 30.

Die Bemessung dieser Getriebe ist wesentlich schwieriger als beim einfachen Gelenkviereck, (s. die Ausführungen zu Bild 25). Immerhin ist es möglich, am Reissbrett die Abmessungen der Getriebe zu ermitteln, sofern die kinematischen und mechanischen Forderungen von der funktionellen Seite her [3] genügend bekannt sind. Wenn es beim einfachen Gelenkviereck u.U. noch möglich war, durch ein eifriges Probieren ein Anbausystem zu finden, das den praktischen Forderungen eben noch genügt, so ist das

1) Das Getriebe nach Bild 59 wurde anlässlich der Getriebe-tagung 1953 in Stuttgart eingehend besprochen, worüber im nächsten VDI-Tagungsheft berichtet werden wird.

Probieren bei den Verbindungsgetrieben mit Gelenkfünfecken und Gelenksehsecken auf keinen Fall mehr möglich. Die Entwicklungsarbeit muss hier ausschliesslich am Reissbrett erledigt werden.

Bei der theoretischen Durchdringung dieser getriebetechnischen Problemstellungen können sogar Bewegungsabläufe vorgeschlagen werden, die im praktischen Betrieb nicht auffindbar sind, da derartige Getriebesysteme bisher kaum am Schlepper bekannt waren. Die getriebetechnische Bearbeitung dieser Probleme ermöglicht ausserdem in jedem Fall, allerdings meist nach einem eingehenden Studium, die Feststellung der Bewegungsgrenzen, also z.B. auch des Arbeits- und Hubbereichs eines solchen Gerätes.

Es ist unbedingt notwendig, auf die unterschiedlichen Auswirkungen zwischen einem reellen und einem ideellen Führungspunkt hinzuweisen. Bei einem reellen Drehpunkt ist dieser Punkt auch der Krümmungsmittelpunkt der Bahn jedes beliebigen Punktes der um den reellen Punkt drehenden Getriebeebene. Bei einem ideellen Punkt kann dies nur in Ausnahmefällen, z.B. bei den Systemen nach Bild 30 und 31, zutreffen. Im allgemeinen ist jedoch der ideelle Drehpunkt nicht mit dem Krümmungsmittelpunkt identisch. Aus diesem Grunde müssen auch die beiden Polbahnen berücksichtigt werden. Bekanntlich kann ja jede beliebige ebene Bewegung, ausser der Kreis- (Rotation) und Geradschubbewegung (Translation), durch das Abrollen zweier Polbahnen aufeinander ersetzt werden, von denen die eine, die sogenannte Rastpolbahn, stillsteht und die andere, die sogenannte Gangpolbahn, auf dieser abrollt. Die Form und damit die Bewegung der Polbahnen sind ein Kennzeichen für den Bewegungsablauf und auch für den Kräfteverlauf der im Vorangegangenen beschriebenen Anbausysteme.

Schrifttum

- [1] Skalweit, H.: Über die bei der Tiefenhaltung von Schlepper-Anbaugeräten auftretenden Kräfte. In: Grundle. d. Landtechn. Heft 3. Düsseldorf 1952, S. 109/118.
- Hain, K.: Zur Kinematik der Tiefenhaltung von Schlepper-Anbaugeräten. In: Grundle. d. Landtechn. Heft 3. Düsseldorf 1952, S. 119/128.
- [2] Hain, K.: Angewandte Getriebelehre. Hannover-Darmstadt. S. 52 ff.
- [3] Skalweit, H.: Verbindungselemente am Schlepper für Geräte hinter der Triebachse. Landtechn. Forsch. 2. (1952) S. 104/107.

Institut für Landtechnische Grundlagenforschung
der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode
Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Kloth

Anschrift des Verfassers: Ing. Kurt Hain, (20b) Braunschweig, Bundesallee 50