



PATENTSCHRIFT 1 061 546

DBP 1 061 546

KL. 42 m 15

INTERNAT. KL. G 06 c

ANMELDETAG: 17. MÄRZ 1958

BEKANNTMACHUNG
DER ANMELDUNG
UND AUSGABE DER
AUSLEGESCHRIFT:

16. JULI 1959

AUSGABE DER

PATENTSCHRIFT: 24. DEZEMBER 1959

STIMMT ÜBEREIN MIT AUSLEGESCHRIFT

1 061 546 (F 25264 IX/42 m)

1

Die Erfindung betrifft eine Radizier-Quadrier-Vorrichtung für Vierspeziesrechenmaschinen, mit der diese Rechenmaschinen zu »Sechsspeziesrechenmaschinen« erweitert werden können. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein mechanisches Getriebe als Zusatzvorrichtung zu bekannten Vierspeziesrechenmaschinen zu schaffen, mit dem die folgenden Berechnungen selbsttätig durchgeführt werden können:

- a) Die Berechnung einer Quadratwurzel n aus der gegebenen Quadratzahl n^2 (Radizierung),
- b) die Berechnung der Quadratzahl n^2 mit der gegebenen Quadratwurzel n (Quadrierung),
- c) die Berechnung des Produktes zweier Faktoren $a \cdot b$ ohne Einstellnotwendigkeit eines der beiden Faktoren von Hand im Einstellwerk (vereinfachte Multiplikation).

Es ist bis heute lediglich eine elektrisch angetriebene Rechenmaschine zum selbsttätigen Ziehen von Quadratwurzeln bekannt, mit der jedoch nur eine der vorgenannten Aufgaben gelöst werden kann.

Bei dieser Rechenmaschine ist ebenfalls für das Quadratwurzelziehen eine automatisch arbeitende Einstelländerungsvorrichtung für das Einstellwerk vorhanden. Diese unterscheidet sich aber von der den Gegenstand der Erfindung bildenden Radizier-Quadrier-Vorrichtung durch eine der Konstruktionsaufgabe zugrunde liegende andere mathematische Erkenntnis, deren Auswertung einen erheblich größeren Konstruktionsaufwand erfordert.

Der bekannten Einstelländerungsvorrichtung liegt die seit langem bekannte mathematische Erkenntnis Prof. Toeplers zugrunde, nach der die Summe der ersten n ungeraden Zahlen gleich n^2 ist:

$$0 = n^2 - 1 - 3 - 5 - \dots - (2n - 3) - (2n - 1).$$

Auf Grund dieser für die automatische Einstellungsänderung des Einstellwerkes benutzten ungeraden Zahlenreihe wurde eine Einstelländerungsvorrichtung gebaut, welche beim Quadratwurzelziehen die Einstellung bestimmter, von der jeweiligen Rechenstellung abhängiger Stellen des Einstellwerkes selbsttätig in der gleichen Art ändert, wie diese aus dem sogenannten Toeplerschen Radizierverfahren von Hand bekannt ist. Diese Einstelländerungsvorrichtung führt vier voneinander völlig verschiedene Einstelländerungsvorgänge durch, und zwar:

- a) Vor dem ersten subtraktiven Wirksamwerden des Einstellwerkes am Resultatwerk wird die der Rechenstellung entsprechende Stelle des Einstellwerkes um eine Stelleneinheit von »0« auf »1« geändert.
- b) Vor dem zweiten, dritten, vierten und fünften Wirksamwerden in dieser Rechenstellung erfolgt dagegen eine Einstellungsänderung dieser Stelle des Einstellwerkes um zwei Stelleneinheiten, und zwar von »1«

Radizier-Quadriervorrichtung
für Vierspeziesrechenmaschinen

Patentiert für:

Willi Faber,
Neesen über Porta WestfalicaWilli Faber, Neesen über Porta Westfalica,
ist als Erfinder genannt worden

2

- auf »3«, von »3« auf »5«, von »5« auf »7« und von »7« auf »9«.
- c) Vor dem sechsten Wirksamwerden in dieser Rechenstellung erfolgt wiederum eine von den beiden vorhergehenden völlig andere Einstellungsänderung dieser Stelle des Einstellwerkes und noch zusätzlich eine Einstellungsänderung der nächsthöheren Stelle des Einstellwerkes, und zwar wird sowohl die der Rechenstellung entsprechende Stelle um acht Stelleneinheiten in entgegengesetzter Richtung von »9« auf »1« verkleinert als auch die der Rechenstellung nächsthöhere Stelle durch eine Art Zehnerübertragung der Einstelländerungsvorrichtung um eine Stelleneinheit vergrößert.
- d) Mit jedem Übergang von einer Rechenstellung in die nächstfolgende niedrigeren Ordnung wird unter der Voraussetzung, daß in der bisherigen Rechenstellung mindestens ein Subtraktionsvorgang erfolgt ist, über die Einstelländerungsvorrichtung wiederum ein mit völlig anderen Mitteln ausgelöster Einstelländerungsvorgang ausgelöst. Hierbei wird die der bisherigen Rechenstellung entsprechende Stelle des Einstellwerkes um eine Stelleneinheit in positivem Sinne verändert.

Diese vier voneinander völlig verschiedenen Einstelländerungsvorgänge werden bei der den Gegenstand der Erfindung bildenden Radizier-Vorrichtung durch einen einzigen periodisch gleichbleibenden Einstelländerungsvorgang ersetzt.

Auf Grund der für die Einstellungsänderung benutzten Toeplerschen Zahlenreihe steht bei der bekannten Einrichtung nach beendetem Quadratwurzelziehen zwar die gesuchte Quadratwurzel zur Ablesung im Umdrehungszählwerk. Im Einstellwerk dagegen steht die doppelte Quadratwurzel, so daß mit ihr ein unmittelbares Weiter-

rechnen ohne Ablesung und Neueinstellung bei Aufgaben der Form $a \cdot \sqrt[n]{b}$ oder $a : \sqrt[n]{b}$ nicht möglich ist.

Bei der den Gegenstand der Erfindung bildenden Radiziervorrichtung wird dagegen nach beendetem Quadratwurzelziehen die gesuchte Quadratwurzel außer im Umdrehungszählwerk auch im Einstellwerk stehen, so daß mit ihr unmittelbar weitergerechnet werden kann. Außerdem entsteht hierdurch der Vorteil, daß durch schnell möglichen Zahlenvergleich der in Einstell- und Zählwerk stehenden Wurzel sofort festgestellt werden kann, ob Bedienungsfehler gemacht worden sind.

Die obengenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß beim automatischen Radizieren und Quadrieren durch ein Radiziergetriebe die jeweilige Zahleneinstellung des Einstellwerkes in der der jeweiligen Rechenschlittenstellung entsprechenden Stelle zwischen jedem ersten und zweiten, dritten und vierten usw. Wirksamwerden des Einstellwerkes am Resultatwerk selbsttätig um den Wert »1« verändert wird.

Der besonderen Eigenart der Erfindung, den im Einstellwerk der Rechenmaschine stehenden Zahlenwert vor jeder zweiten, vierten usw. Subtraktion oder Addition um den Wert »1« zu verändern, liegt folgende Erkenntnis zugrunde:

Bei dem Toeplerschen Radizierverfahren für Rechenmaschinen wird bekanntlich durch Einstellungsänderung von Hand die Reihe der ersten n ungeraden Zahlen von der im Resultatwerk eingestellten gegebenen Quadratzahl n^2 subtrahiert, denn es ist

$$n^2 = 1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 3) + (2n - 1).$$

Bei einer auf mechanischem Wege durchzuführenden gleichbleibenden Änderung der Einstellung des Einstellwerkes müßte bei Zugrundelegung dieses Toeplerschen Radizierverfahrens die Einstellung des Einstellwerkes vor und nach jeder einzelnen Subtraktion um eine Stelleneinheit der jeweiligen Rechenstellung vergrößert werden. Der betreffende Stellenwert des Einstellwerkes müßte z. B. bei Ermittlung der Wurzel aus $n^2 = 81$ mechanisch von 0, 1, 3, 5 ... bis $(2n - 1) = 17$ verändert werden. Eine derartige periodisch gleichbleibende mechanische Einstellungsänderung des Einstellwerkes wäre aber nur möglich, wenn am Einstellwerk der Rechenmaschinen eine Zehnerübertragung vorhanden wäre oder wenn die Einstellmöglichkeit in den einzelnen Stellen nicht bei 9, sondern bei 17 begrenzt wäre.

Um die bei Zugrundelegung des Toeplerschen Radizierverfahrens erforderliche Änderung des Einstellwerkes der Rechenmaschinen zu vermeiden, wurden aus der Zahlenreihe 0, 1, 2, 3 ... $(n - 2)$, $(n - 1)$, n Zweiergruppen folgender Form

$$(0 + 1), (1 + 2), (2 + 3), \dots [(n - 2) + (n - 1)], [(n - 1) + n]$$

gebildet.

Es ergibt sich hierbei, daß die Quersumme der ersten n Zweiergruppen n^2 ist. Addiert man die Einzelzahlen dieser Zweiergruppen einzeln nacheinander bis zur Erreichung von n^2 , dann sind $2n$ Additionen erforderlich. Aus dieser Erkenntnis ergibt sich für das Maschinenrechnen folgende periodisch gleichbleibende mechanische Einstellungsänderungsmöglichkeit des Einstellwerkes der Rechenmaschinen:

a) Bei der Radizierung:

$$0 = n^2 - 0 - 1 - 1 - 2 - 2 \dots - (n - 2) - (n - 1) - (n - 1) - n$$

b) Bei der Quadrierung:

$$n^2 = 0 + 1 + 1 + 2 + 2 \dots + (n - 2) + (n - 1) + (n - 1) + n$$

Beim Radizieren einer mehrstelligen Wurzel, z. B. $n = 231$, sind nun nicht etwa $2n$ Subtraktionen von n^2 erforderlich, sondern lediglich doppelt soviel, wie die Quersumme der Wurzel n ergibt. Als Beispiel hierfür:

Gegeben: $n^2 = 5\,33\,61$, dadurch bekannt Wurzelstellen = 3, und zwar Hunderter-, Zehner- und Einer-Stelle.

Gesucht: n .

$$\begin{aligned} 5\,33\,61 - 100 [(0 + 100) + (100 + 200)] &= 1\,33\,61 \\ 1\,33\,61 - 10 [(200 + 210) + (210 + 220) &+ (220 + 230)] = 4\,61 \\ 4\,61 - 1 [(230 + 231)] &= 0 \end{aligned}$$

Die gesuchte Wurzel ist die letzte zur Erreichung von Null bzw. des kleinstmöglichen Restes abgezogene Zahl »231«.

Für das Maschinenrechnen gelten beim Quadratwurzelziehen nach dieser Rechenmethode folgende allgemeingültige Regeln:

1. Die gegebene Quadratzahl n^2 wird so im Resultatwerk als positive Zahl eingestellt, daß ihre letzte Stelle mit einer geraden Stellenzahl hinter dem Komma in der äußersten rechten Stelle des Resultatwerkes steht. Hat die Quadratzahl eine ungerade Stellenzahl hinter dem Komma, so wird durch Nullanhängung eine gerade Stellenzahl gebildet, z. B. 533,6 wird durch Nullanhängung auf 533,60 ergänzt.
2. Im Einstell- und Umdrehungszählwerk der Rechenmaschine werden vor Beginn der Rechnung durch die Kommaschieber je halb soviel Stellen abgetrennt, wie bei der im Resultatwerk eingestellten Quadratzahl abgetrennt sind.
3. Die Ermittlung der Quadratwurzel beginnt grundsätzlich mit der Ermittlung der größten Wurzelstelle, d. h. der ersten Stelle von links. Der Rechenschlitten der Rechenmaschine muß demnach bei Beginn der Rechnung in die der größten Wurzelstelle entsprechende Schlittenstellung gebracht werden. Bei Beachtung der unter 1 und 2 festgelegten Einstellregel ist demnach die Ausgangsschlittenstellung immer gleich der Wurzelstellenzahl, d. h. bei einer dreistelligen Wurzel = Schlittenstellung III (Schlitten um zwei Stellen nach rechts ausgerückt), bei einer zweistelligen Wurzel = Schlittenstellung II (Schlitten um eine Stelle nach rechts ausgerückt) usw.
4. Nach der bereits aufgezeigten Rechenmethode zur Ermittlung einer Quadratwurzel wird, ausgehend von der Nulleinstellung, zwischen jeder ersten und zweiten, dritten und vierten usw. Subtraktions-Kurbeldrehung die Einstellung des Einstellwerkes in der der Schlittenstellung entsprechenden Stelle um den Wert »1« vergrößert, d. h., in Schlittenstellung III wird die dritte Stelle des Einstellwerkes von rechts, in Schlittenstellung II die zweite Stelle von rechts und in Schlittenstellung I die äußerste rechte Stelle um den Wert »1« vergrößert.
5. Die Subtraktions-Kurbeldrehungen in jeder Schlittenstellung werden so lange fortgesetzt, wie dies ohne Nullunterschreitung des Resultatwerkes möglich ist. Hierbei ist besonders zu beachten, daß die jeweils erste und zweite Kurbeldrehung, zwischen denen die Einstellungsänderung des Einstellwerkes erfolgt, eine nicht zu trennende Kurbeinheit bilden. Erfolgt also die Nullunterschreitung im Resultatwerk bereits nach der ersten Kurbeldrehung einer Kurbeinheit, so wird nur diese erste Kurbeldrehung zurückgenommen. Erfolgt die Nullunterschreitung dagegen

erst nach der zweiten Kurbeldrehung einer Kurbel-einheit, so müssen beide Kurbeldrehungen zurück-genommen werden, wobei zu beachten ist, daß auch die bei dieser Subtraktions-Kurbel-einheit erfolgte Einstellungsvergrößerung des Einstellwerkes um den Wert »1« durch entsprechende Einstellungsverkleinerung wieder rückgängig zu machen ist.

6. Sind weitere aus jeweils zwei Kurbeldrehungen bestehende Kurbel-einheiten ohne Nullunterschreitung des Resultatwerkes in einer Schlittenstellung nicht mehr möglich, so wird auf die nächstfolgende Schlittenstellung übergegangen, d. h., der Resultatwerk-schlitten wird um eine Stelle nach links gerückt. Die jeweilige Einstellungsvergrößerung um den

Wert »1« zwischen den beiden zu einer Kurbel-einheit gehörenden Kurbeldrehungen erfolgt dann ebenfalls in der der neuen Schlittenstellung entsprechenden Stelle des Einstellwerkes.

7. Nach erfolgtem Abbau der im Resultatwerk ein-gestellten Quadratzahl n^2 auf Null oder den kleinst-möglichen Rest steht im Einstellwerk die gesuchte Wurzel n und im Umdrehungszählwerk zur Kontrolle der fehlerfreien Durchführung der Berechnung die doppelte Wurzel $2n$.

Die vorbeschriebene Berechnungsmethode einer Qua-dratwurzel wird nunmehr an Hand eines Zahlenbeispiels in der Form eines Rechenschemas noch besonders erläutert.

In dem jeweiligen Rechenkästchen des Rechenschemas bedeutet:

Umdrehungszählwerk	vor Kurbeldrehung ...	0,0 (1)	I	1a	Kurbeldrehung
	nach Kurbeldrehung ...	! 10,0 !			
Einstellwerk		0,0 (1) ↓			Schlittenstellung
Resultatwerk	vor Kurbeldrehung ...	533,61			
	nach Kurbeldrehung ...	" 533,61 " (2)			

Die Eintragungen im Rechenkästchen bedeuten:

- Zahlen zwischen ! ! ... Während der Rechnung eingekurbelter bekannter Wert.
 Zahlen zwischen " " ... Erhaltenes Resultat.
 Zahlen ohne ! ! oder " " Vor Beginn der Rechnung eingestellte Werte.
 Zahlen in () ... Zahl der eingestellten Komma-stellen.
 Gleichheitszeichen = ... Die in diesem Werk stehende Zahl der vorübergehenden Rechnung ist unverändert stehengeblieben.
 Pfeile ↓ ↑ ... Kurbelrichtung bzw. Dreh-richtung des Einstellwerkes.

Rechenschema für die Ermittlung der Quadratwurzel aus $n^2 = 533,61$

0,0 (1)	III	1a	= (1)	III	1b
! 10,0 !			! 20,0 !		
0,0 (1) ↓			10,0 (1) ↓		
533,61 (2)			" 433,61 " (2)		

= (1)	III	2a	= (1)	III	2b
! 30,0 !			! 40,0 !		
= (1) ↓			20,0 (1) ↓		
" 333,61 " (2)			" 133,61 " (2)		

= (1)	II	3a	= (1)	II	3b
! 41,0 !			! 42,0 !		
= (1) ↓			21,0 (1) ↓		
" 113,61 " (2)			" 92,61 " (2)		

= (1)	II	4a	= (1)	II	4b
! 43,0 !			! 44,0 !		
= (1) ↓			22,0 (1) ↓		
" 71,61 " (2)			" 49,61 " (2)		

= (1)	II	5a	= (1)	II	5b
! 45,0 !			! 46,0 !		
= (1) ↓			23,0 (1) ↓		
" 27,61 " (2)			" 4,61 " (2)		

= (1)	I	6a	= (1)	I	6b
! 46,1 !			! 46,2 !		
= (1) ↓			23,1 (1) ↓		
" 2,31 " (2)			" 0,0 " (2)		

Wie aus vorstehendem Rechenschema zu ersehen ist, steht nach Abbau des Resultatwerkes auf Null im Ein-stellwerk die gesuchte Wurzel und im Umdrehungs-zählwerk zur gleichzeitigen Rechenkontrolle die doppelte Wurzel.

Wurzel $n = 23,1$; doppelte Wurzel $2n = 46,2$.

Die als Zusatzgerät für Rechenmaschinen näher beschriebene Radizier-vorrichtung ist nun so ausgebildet, daß

1. ein auf einer Radizierwelle mittels Nut und Feder drehfest und axial verschiebbar angeordnetes Radi-zierrad, welches über Zwischenräder mit dem der jeweiligen Schlittenstellung entsprechenden Einstell-rad im Eingriff steht, auf Grund eines besonderen noch näher zu erläuternden Antriebs der Radizier-welle die vorbeschriebene Einstellungsänderung des

Einstellwerkes während der laufenden Kurbeldrehungen auf mechanische Weise selbsttätig bewirkt,

2. durch wahlweisen Einbau von beliebig ausgebildeten Schaltvorgelegen beim Quadratwurzelziehen die bisherigen Übersetzungsverhältnisse

- a) Handkurbel zu Einstellwerk von 1:1 auf 1:2 und
b) Einstellwerk zu Umdrehungszählwerksprossen von 1:1 auf 2:1

umgeschaltet werden können, wobei aber zu beachten ist, daß diese Umschaltvorgelege für das automatische Quadratwurzelziehen keineswegs zwingende Voraussetzung sind, sondern lediglich den Zweck haben,

- a) die sonst erforderliche Anzahl der Kurbeldrehungen auf die Hälfte zu verringern und dadurch den Rechenvorgang zu beschleunigen,
b) die Kontrollablesung des Zählwerkes dadurch zu vereinfachen, daß hier ebenfalls wie im Einstellwerk die einfache Wurzel n abzulesen ist.

Bei einer Rechenmaschine mit der erfindungsgemäßen Radiziervorrichtung ist auch, wie bereits erwähnt, die automatische Quadrierung möglich. Sie wird an Hand des gleichen Zahlenbeispiels durch nachfolgendes Rechenschema dargestellt. Bei diesem Beispiel sollen die beiden obengenannten Schaltvorgelege zur Verminderung der Zahl der erforderlichen Kurbeldrehungen auf die Hälfte und zur Vereinfachung der Rechenkontrolle verwendet werden.

Rechenschema zur Ermittlung des Quadrates von $n=23,1$

0,0 ! 10,0 ! (1)	III	1	= ! 20,0 ! (1)	III	2
0,0 " 10,0 " ↑ (1)			" 20,0 " ↑ (1)		
0,0 " 100,0 " (2)			" 400,0 " (2)		
= ! 21,0 ! (1)	II	3	= ! 22,0 ! (1)	II	4
" 21,0 " ↑ (1)			" 22,0 " ↑ (1)		
" 441,0 " (2)			" 484,0 " (2)		
= ! 23,0 ! (1)	II	5	= ! 23,1 ! (1)	I	6
" 23,0 " ↑ (1)			" 23,1 " ↑ (1)		
" 529,0 " (2)			" 533,61 " (2)		

Die in den Zeichnungen mit ihren wesentlichen Teilen dargestellte beispielsweise Ausführungsform einer derartigen Radizier-Quadrier-Vorrichtung gestattet das automatische Quadratwurzelziehen und das automatische Quadrieren nach der vorbeschriebenen Rechenmethode und wird an Hand einer Sprossenradrechenmaschine im einzelnen beschrieben. Es zeigt

Abb. 1 die Radiziervorrichtung im Längsschnitt und

Abb. 2 in schematischer Darstellung die in eine Sprossenradrechenmaschine eingebaute Radiziervorrichtung mit ihren wesentlichen von der Rechenmaschine abhängenden Antriebs- und Übersetzungsverhältnissen.

Die in den Abb. 1 und 2 dargestellte beispielsweise Ausführungsform der Radiziervorrichtung besteht aus folgenden Teilen:

a) Radiziergetriebe

Eine Radizierwelle **35** (Abb. 1), die im Einbaurahmen drehbar gelagert ist, trägt ein mittels Nut und Feder drehfest, aber axial verschiebbar gelagertes Radizier-
rad **31**, ein drehfest gelagertes Zahnrad **38** und ein drehbar gelagertes Ausrückzahnrad **30**. Sie trägt ferner eine Radiziersprossenscheibe **39**, die drehfest mit Zahn-
rädern **34** und **32** verbunden ist.

Ein Getriebegehäuse **29** ist drehbar auf der Radiziersprossenscheibe **39** und dem Zahnrad **38** gelagert und weist ein drehbar gelagertes Planetenzahnrad **40** sowie ein drehfest mit dem Gehäuse **29** verbundenes Zahn-
rad **33** auf.

b) Schaltvorgelege

Eine Vorgelegewelle **22** ist drehbar und axial verschiebbar im Einbaurahmen gelagert und ist drehfest mit Zahnradern **28**, **26**, **23**, **24** und **21** verbunden.

Ein Schalthebel **27** (Abb. 2) kann zur axialen Verschiebung der Schaltvorgelegewelle **22** in drei Schaltstellungen gebracht werden.

c) Zwischenschaltvorgelege

Eine Zwischenradachse **20** ist drehfest und axial verschiebbar im Einbaurahmen gelagert. Auf einem in die Zwischenradachse **20** eingenieteten Achszapfen ist eine Laufrolle **41** (Abb. 1) drehbar gelagert. Ferner sind sieben Zweistufen-Zwischenräder **13a** bis **13g/19a** bis **19g** zwischen zwei Distanzringen **42** und **43** auf der Zwischenradachse **20** drehbar gelagert.

d) Axiale Radizieradschaltung

Eine Gleitachse **14** ist im Einbaurahmen drehfest gelagert. Auf ihr ist drehfest, aber axial verschiebbar ein Radizieradmitnehmer **15** gelagert.

Ein Schwenkhebel **9** (Abb. 2) ist auf einem in der Maschinengrundplatte befestigten Achszapfen **10** drehbar gelagert, welcher mit einem Gleitschlitz seines einen Endes an einem Mitnehmerknopf **8** eines Resultatwerkschlittens **7** und einem Gleitschlitz seines anderen Endes an einem Mitnehmerknopf **12** des Radizieradmitnehmers **15** eingreift.

e) Antriebsvorgelege

Auf dem im Einbaurahmen feststehenden Achszapfen **16** ist ein Zweistufenzahnrad **17/18** drehbar gelagert.

Mit einer Einstellwerkswelle **4** ist ein Zahnrad **44** drehfest verbunden, welches mittels Zahnriemen **11** das Zweistufenzahnrad **17/18** antreibt.

Die Arbeits- und Wirkungsweise der aus den vorbeschriebenen Einzelteilen bestehenden Radiziervorrichtung ist folgende:

Arbeitsweise der axialen Radizieradschaltung

Die axiale Radizieradschaltung soll sicherstellen, daß das Radizierad **31** immer automatisch zu dem der jeweiligen Resultatwerkschlittenstellung entsprechenden Sprosseneinstellrad **2a** bis **2g** über die zugehörigen Zwischenräder **13a** bis **13g/19a** bis **19g** und **37a** bis **37g** in Eingriffsstellung gebracht wird.

Bei Schlittenstellung I (Grundstellung des Schlittens) zählt bekanntlich der Zählspinnen des Umdrehungszählwerkes die Anzahl der Drehungen des Einstellwerkes **3** in der äußersten rechten Stelle des Umdrehungszähl-

werkes. In Schlittenstellung II zählt der Zählsprossen in der zweiten Stelle des Umdrehungszählwerkes von rechts usw.

Das Radizierad **31** soll die bereits einleitend erwähnte Einstellungsänderung des Einstellwerkes **3** immer in der gleichen Stelle des Einstellwerkes durchführen, in der am Umdrehungszählwerk der Zählsprossen die Einstellwerksdrehungen (Kurbeldrehungen) zählt.

Es ist also erforderlich, daß das Radizierad **31** in Schlittenstellung I mit dem Zwischenrad **13a/19a** (Abb. 1), in Schlittenstellung II mit dem Zwischenrad **13b/19b**, in Schlittenstellung III mit dem Zwischenrad **13c/19c** usw. in Eingriffsstellung kommt.

Dies wird durch die Koppelung des Radizieradmitnehmers **15** (Abb. 2) mit dem Resultatwerkschlitten **7** über den Schwenkhebel **9** sichergestellt. Bei einer Verschiebung des Resultatwerkschlittens um eine bestimmte Stellenzahl nach rechts wird mittels des Schwenkhebels **9** der Radizieradmitnehmer **15** und durch diesen das Radizierad **31** um die gleiche Stellenzahl nach links gerückt, und umgekehrt.

Arbeitsweise des Schaltvorgeleges

Das Schaltvorgelege hat drei Schaltstellungen, »N« (normale Arbeitsweise der Rechenmaschine), »R« (automatische Radizierung), »Q« (automatische Quadrierung). Die Einrückung des Schaltvorgeleges in die einzelnen Schaltstellungen erfolgt durch den Schalthebel **27**.

In der Schaltstellung »N« (normale Arbeitsweise der Rechenmaschine) steht das Zahnrad **21** (Abb. 1) der Schaltvorgelegewelle **22** nicht mit seinem Gegenrad **18** des Antriebsvorgeleges im Eingriff. Um die Schaltstellung der Schaltvorgelegewelle **22** drehfest zu sichern, stehen aber die Zahnräder **26**, **23** und **24** der Schaltvorgelegewelle **22** mit den Zahnrädern **34** und **32** der Radiziersprossenscheibe **39** und dem Zahnrad **33** des Getriebegehäuses **29** im Eingriff.

Da es sich bei den beiden drehfest angeordneten Zahnrädern **34** und **32** der Radiziersprossenscheibe **39** um Räder mit unterschiedlicher Zähnezahzahl handelt, ist bei Schaltstellung »N« die Schaltvorgelegewelle **22** drehfest gesichert.

Aber auch die in der Radiziersprossenscheibe **39** und dem Getriebegehäuse **29** drehbar gelagerte Radizierwelle **35** ist in dieser Schaltstellung drehfest gesichert, da das auf der Radizierwelle **35** drehfest angeordnete Zahnrad **38** mit dem sechszähligen Planetenrad **40** des Getriebegehäuses **29** in dauerndem Eingriff steht. Das Planetenrad **40** ist dadurch drehfest gesichert, daß an seiner linken Hälfte jeder zweite Zahn abgefräst ist und zwei der verbleibenden drei Zähne am äußeren Umfang der Radiziersprossenscheibe **39** anliegen.

Das Radizierad **31** auf der in dieser Schaltstellung drehfest gesicherten Radizierwelle **35** steht mit dem der Schlittenstellung entsprechenden Zahnkranz **19** des Zwischenrades **19/13** bei Schaltstellung »N« nicht im Eingriff, da die gesamten auf der Zwischenradachse **20** zwischen den beiden Distanzringen **42**, **43** drehbar gelagerten Zwischenräder **19a** bis **19g/13a** bis **13g** um eine halbe Teilung nach rechts ausgerückt sind. Diese Ausrückung ist erfolgt durch Auflaufen der Laufrolle **41** auf einen Ausrücknocken **45** des Ausrückzahnades **30**.

Beim Rechnen kann also keinerlei Einwirkung des Radiziergetriebes bzw. des Radizierades auf das Einstellwerk **3** der Rechenmaschine erfolgen.

In der Schaltstellung »R« (automatische Radizierung) steht im Gegensatz zur Schaltstellung »N« das Zahnrad **21** der Schaltvorgelegewelle **22** mit dem rechten Zahnkranz des Doppelzahnades **18** des Antriebsvorgeleges im Eingriff.

Weiterhin stehen im Eingriff Zahnrad **26** der Schaltvorgelegewelle **22** mit Zahnrad **34** der Radiziersprossenscheibe **39** und Zahnrad **24** der Schaltvorgelegewelle **22** mit Zahnrad **33** des Getriebegehäuses **29** und Zahnrad **28** der Schaltvorgelegewelle **22** mit dem auf der Radizierwelle **35** drehbar gelagerten Ausrückzahnrad **30**.

Die Zwischenräder **19a** bis **19g/13a** bis **13g** stehen in dieser wie auch in den übrigen Schaltstellungen »N« und »Q« mit ihrem Zahnkranz **13a** bis **13g** über die Zwischenräder **37a** bis **37g** (Abb. 2) in dauerndem Eingriff mit dem Zahnkranz der Sprosseneinstellräder **2a** bis **2g**.

Das Übersetzungsverhältnis der in dieser Schaltstellung im Eingriff stehenden Zahnräder ist nun so bemessen, daß bei zwei Umdrehungen des Einstellwerkes **3**

1. das Getriebegehäuse **29** (Abb. 1) vier Umdrehungen macht,
2. die Radiziersprossenscheibe **39** und damit ein an ihr befestigter, aus zwei Zähnen bestehender Radiziersprossen **39a** fünf Umdrehungen macht und somit zwischen zweiter und dritter Umdrehung des Getriebegehäuses **29** bzw. erster und zweiter Umdrehung des Einstellwerkes am Planetenzahnrad **40** zum Eingriff kommt und dadurch dieses und das mit ihm in dauerndem Eingriff stehende, auf der Radizierwelle **35** drehfest gelagerte Zahnrad **38** um zwei Zahnteilungen zusätzlich dreht. Die Drehung des Planetenzahnades **40** wird dadurch ermöglicht, daß die Zahnflanke des an der Radiziersprossenscheibe **39** befestigten Radiziersprossens **39a** sich im äußeren Umfang der Radiziersprossenscheibe **39** fortsetzt,
3. das über die Zwischenräder **19a** bis **19g/13a** bis **13g** und **37a** bis **37g** (Abb. 2) mit dem der Schlittenstellung entsprechenden Sprosseneinstellrad **2a** bis **2g** während des größten Teiles der beiden Einstellwerks-umdrehungen im Eingriff stehende Radizierad **31** (Abb. 1) vier Umdrehungen und die durch den Radiziersprosseneingriff am Planetenrad **40** verursachte zusätzliche Drehung um zwei Zahnteilungen des auf der Radizierwelle **35** drehfest gelagerten Zahnades **38** macht.

Die Zahnteilung des Zahnades **38** ist nun so bemessen, daß die durch den Radiziersprosseneingriff am Planetenrad **40** bewirkte Mehrdrehung der Radizierwelle **35** und damit des Radizierades **31** das der Schlittenstellung entsprechende Sprosseneinstellrad **2** so weit verdreht, daß die Einstellung des Einstellwerkes **3** um eine Stelleneinheit vergrößert wird.

Die Eingriffsdauer des Radiziersprossens **39a** am Planetenrad **40** ist so gewählt, daß sie zur Hälfte am Ende der ersten und zur anderen Hälfte am Anfang der zweiten Einstellwerksdrehung und damit zwischen dem ersten und zweiten Sprossendurchgang des Einstellwerkes am Resultatwerk liegt.

Beim automatischen Radizieren muß durch den Radiziersprosseneingriff am Planetenrad **40** deshalb eine zusätzliche Verdrehung des Radizierades **31** erfolgen, weil die für die Einstellungsänderung am Einstellwerk **3** erforderliche Verdrehung des Sprosseneinstellrades **2** in Drehrichtung des Einstellwerkes erfolgt (Subtraktionsdrehungen). Beim nachfolgend beschriebenen automatischen Quadrieren muß die Verdrehung gegen die Drehrichtung des Einstellwerkes erfolgen (Additionsdrehungen).

4. Das Übersetzungsverhältnis der in dauerndem Eingriff bei allen drei Schaltstellungen, »N«, »R« und »Q« stehenden Zahnräder **28** und **30** ist so bemessen, daß das Ausrückzahnrad **30** während zweier Einstellwerksumdrehungen eine Umdrehung macht.

Das Ausrückzahnrad **40** bewirkt durch das Auflaufen der Laufrolle **41** der Zwischenradachse **20** auf den

Nocken **45** eine axiale Verschiebung der Zwischenradachse **20** und damit aller Zwischenräder **19/13** um eine halbe Schlittenschaltteilung. Hierdurch wird bewirkt, daß die breiteren Zahnkränze **13** zwar mit dem gegenüberstehenden Zwischenrädern **37** (Abb. 2) im Eingriff bleiben, das Radzierrad **31** (Abb. 1) dagegen nicht mit den schmalen Zahnkränzen **19** in Eingriff kommen kann. Die Ausrückung wird kurz nach Beginn der ersten Einstellwerksdrehung aufgehoben und beginnt erst wieder kurz vor Beendigung jeder zweiten Einstellwerksdrehung. Bei Schaltstellung »N« besteht die Ausrückung dauernd, da das Ausrückzahnrad **30**, wie bereits erläutert, bei den Einstellwerksdrehungen keine Drehungen macht.

Die Ausrückung der Zwischenräder **19/13** erfolgt aus zwei Gründen.

1. Würde das Radzierrad **31** über die Zwischenräder **19/13** und **37** (Abb. 2) mit dem der jeweiligen Schlittenstellung entsprechenden Sprosseneinstellrad **2** in dauerndem Eingriff bleiben, dann könnte die betreffende Stelle des Einstellwerkes **3** nicht von Hand eingestellt werden, da das betreffende Sprosseneinstellrad **2** durch das drehfest auf der Radzierwelle **35** angeordnete Radzierrad **31** (Abb. 1) blockiert wäre.
2. Beim versehentlichen Drehen des Einstellwerkes **3** in falscher Richtung bzw. bei Ausführung von mehr als neun mechanischen Einstelländerungen einer Stelle des Einstellwerkes würde eine Blockierung der Rechenmaschine eintreten, da die Einstellungsänderungsmöglichkeit in jeder Stelle des Einstellwerkes bei 0 und 9 begrenzt ist. Dies würde bei grober Maschinenbedienung leicht zu Beschädigungen des Radziergetriebes oder der Rechenmaschine führen. Fast alle Sprossenradrechenmaschinen haben nun aber eine etwa eine Einstellungseinheit große Überdrehmöglichkeit der Sprosseneinstellräder über 0 und 9 hinaus. Versucht man von Hand aus, das Sprosseneinstellrad über 0 oder 9 hinauszudrehen, so stellt man fest, daß das Sprosseneinstellrad (Einstellhebel) durch den Druck einer im Sprossenrad angeordneten Einrastfeder nach dem Loslassen sofort in die Einstellung 0 bzw. 9 zurückschnellt.

Wenn nun bei fehlerhafter Drehrichtung bzw. mehr als neun Einstellungsänderungen in einer Stelle des Einstellwerkes eine Überdrehung des Sprosseneinstellrades über 0 bzw. 9 hinaus erfolgt ist, so wird das Sprosseneinstellrad in seiner überdrehten Stellung durch das Radzierrad **31** nur so lange festgehalten, bis die Ausrückung der Zwischenräder **19/13** durch den Auflaufnocken des Ausrückzahnades **30** erfolgt. Nach erfolgter Ausrückung steht, wie bereits erläutert, das Radzierrad **31** über die Zwischenräder **19/13** und **37** (Abb. 2) nicht mehr mit dem Sprosseneinstellrad **2** im Eingriff, so daß das Sprosseneinstellrad **2** in seine 0- bzw. 9-Stellung wie bei der geschilderten Probe von Hand zurückschnellt.

Auf Grund des vorstehend beschriebenen Zusammenwirkens der Teile der Radziervorrichtung mit den Teilen der Rechenmaschine erfolgt in der Schaltstellung »R« die bereits durch Rechenschema erläuterte Einstellungsänderung des Einstellwerkes vollkommen automatisch.

In der Schaltstellung »Q« (automatische Quadrierung) steht das Zahnrad **21** (Abb. 1) der Schaltvorgelegewelle **22** mit dem linken Zahnkranz des Doppelzahnades **18** des Antriebsvorgeleges im Eingriff.

An Stelle der beim Radizieren vorhandenen Eingriffstellung des Zahnades **26** der Schaltvorgelegewelle **22** mit dem Zahnrad **34** der Radziersproussenscheibe **39** steht beim automatischen Quadrieren Zahnrad **23** der Schaltvorgelegewelle **22** mit dem Zahnrad **32** der Radziersproussenscheibe **39** im Eingriff. Alle übrigen Zahnrad-

eingriffe sind die gleichen wie beim automatischen Radizieren, so daß mit Ausnahme der Umdrehungsverhältnisse Einstellwerk zu Radziersproussenscheibe **39** und Radzierrad **31** zu Sprosseneinstellrad **2** auch die gleichen Umdrehungsverhältnisse bestehen.

Das Umdrehungsverhältnis Einstellwerk zu Radziersproussenscheibe **39** ist beim automatischen Quadrieren 2 : 3. Bei dem bestehengebliebenen Umdrehungsverhältnis Einstellwerk zu Getriebegehäuse **29** von 2 : 4 wird der Radziersproussen **39a** der Radziersproussenscheibe **39** daher zwischen jeder ersten und zweiten Einstellwerksdrehung durch das Planetenzahnrad **40** einmal überholt. Durch den hierdurch erfolgten Eingriff des Radziersproussens **39a** am Planetenzahnrad **40** macht dieses die beim Radizieren bereits erläuterte Teildrehung, aber in entgegengesetzter Richtung. Hierdurch wird auch das Zahnrad **38** der Radzierwelle **35**, diese selbst und damit das Radzierrad **31** in entgegengesetzter Richtung als beim Radizieren verdreht. Durch diese Einwirkung des über die Zwischenräder **19/13** und **37** (Abb. 2) mit dem der Schlittenstellung entsprechenden Sprosseneinstellrad **2** im Eingriff stehenden Radzierrades **31** wird die Zahleneinstellung dieser Stelle des Einstellwerkes wieder um eine Stelleneinheit vergrößert, allerdings im Gegensatz zum Radizieren gegen die Drehrichtung des Einstellwerkes (Additionsdrehungen).

Das automatische Quadrieren auf derartigen Rechenmaschinen schafft aber noch eine weitere Rechenmöglichkeit des Multiplizierens, die sich vom bisher üblichen Multiplizieren dadurch unterscheidet, daß die Einstellung eines der beiden Faktoren $a \cdot b$ im Einstellwerk von Hand entfällt.

Beim bisher üblichen Multiplizieren wird bekanntlich ein Faktor vor Beginn der Kurbeldrehungen durch Bedienung der Einstellhebel bzw. der Einstelltasten im Einstellwerk eingestellt. Der andere Faktor wird dann anschließend im Zählwerk eingekurbelt.

Bei einer Rechenmaschine mit der vorbeschriebenen Radziervorrichtung kann die Multiplikation wahlweise in der bisher üblichen Form erfolgen oder aber, wie nachstehend beschrieben, durch Zuhilfenahme des automatischen Quadrierens. Beim Multiplizieren in bisher üblicher Form steht der Schalthebel **27** der Radziervorrichtung auf Schaltstellung »N« (normale Arbeitsweise der Maschine).

Die Multiplizierung unter Zuhilfenahme des automatischen Quadrierens soll an Hand folgenden Zahlenbeispiels erläutert werden: $23,1 \cdot 31,13$.

Bedienung der Maschine

1. Kommaeinstellung:

Nach der bereits für das automatische Radizieren und automatische Quadrieren erläuterten Kommaegel müssen im Einstell- und Umdrehungszählwerk stets eine gleiche Anzahl Stellen hinter dem Komma abgetrennt werden. Da der eine Faktor $23,1$ eine und der Faktor $31,13$ zwei Stellen hinter dem Komma hat, müssen im Umdrehungszähl- und Einstellwerk je zwei Stellen hinter dem Komma abgetrennt werden.

2. Schalthebelstellung:

Der Schalthebel **27** der Radziervorrichtung ist vor Beginn der Kurbeldrehungen auf Schaltstellung »Q« (automatisches Quadrieren) einzustellen.

3. Durchführung der für die Multiplikation erforderlichen Kurbeldrehungen:

a) Bei Schalthebelstellung »Q« wird ohne Inanspruchnahme der Zehnerübertragung des Umdrehungszählwerkes einer der beiden Faktoren, am zweckmäßigsten derjenige mit kleinster Quersumme ($23,1$), ins Umdrehungszählwerk eingekurbelt.

- b) Nachdem einer der beiden Faktoren ins Umdrehungszählwerk eingekurbelt ist, steht der gleiche Faktor automatisch auch im Einstellwerk, und zwar auf Grund der bereits beschriebenen automatischen Quadrierung. Im Resultatwerk steht die Quadratzahl des eingekurbelten Faktors 23,1, nämlich 533,61. Nunmehr wird der Schalthebel der Radizierautomatik von Stellung »Q« auf Stellung »N« umgeschaltet und anschließend der im Umdrehungszählwerk stehende Faktor 23,1 auf den anderen Faktor 31,13 umgekurbelt. Nach erfolgter Umkurbelung des Wertes im Umdrehungszählwerk von 23,1 auf 31,13 steht dann im Resultatwerk $23,1 \cdot 31,13 = 719,1030$.

Abschließend soll besonders darauf hingewiesen werden, daß beim automatischen Radizieren oder Quadrieren die Zahlenwerte im Zählwerk nicht im sogenannten abgekürzten Verfahren (Ausnutzung der Zehnerübertragung) eingekurbelt werden können. Dies würde zu Fehlrechnungen führen, die allerdings dadurch sofort auffallen, daß keine gleichen Zahlenwerte im Einstell- und Umdrehungszählwerk stehen. Die Zahl 99 kann demnach nicht z. B. durch eine Plus-Kurbeldrehung in Schlittenstellung III und eine Minus-Kurbeldrehung in Schlittenstellung I eingekurbelt werden, sondern es müssen 9 Plus-Kurbeldrehungen in Schlittenstellung II und 9 Plus-Kurbeldrehungen in Schlittenstellung I ausgeführt werden. Für die Ermittlung einer Wurzel n aus n^2 oder die Bildung von n^2 aus n sind also stets so viel Kurbeldrehungen erforderlich, wie die Quersumme von n ergibt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Radizier-Quadrier-Vorrichtung für Vierspezies-rechenmaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß beim

automatischen Radizieren und Quadrieren durch ein Radiziergetriebe (29 bis 40) jeweils die Zahleneinstellung des Einstellwerkes (3) in der der jeweiligen Rechenschlittenstellung entsprechenden Stelle zwischen jedem ersten und zweiten, dritten und vierten usw. Wirksamwerden des Einstellwerkes (3) am Resultatwerk selbsttätig um den Wert »1« verändert wird.

2. Radizier-Quadriervorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch zwei Schaltvorgelege, mit deren Hilfe beim automatischen Radizieren und Quadrieren die Umdrehungszahl der Handkurbel gegenüber der des Einstellwerkes halbiert und die Umdrehungszahl des Einstellwerkes gegenüber der des Umdrehungszählwerksprossens verdoppelt wird.

3. Radizier-Quadrier-Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Radiziergetriebe (29 bis 40) beim automatischen Radizieren und Quadrieren die gleichmäßige Umlaufgeschwindigkeit der Radizierwelle (35) und damit des Radizierrades (31) durch den Eingriff des Radiziersprossens (39a) der Radiziersprossenscheibe (39) am im Getriebegehäuse (29) drehbar gelagerten und mit dem auf der Radizierwelle (35) drehfest angeordneten Zahnrad (38) im Eingriff stehenden Planetenzahnrad (40) in periodisch gleichbleibenden Abständen derart vermindert oder vergrößert, daß dadurch über die in Eingriff miteinander stehenden Zahnräder (31, 13/19, 37, 2) eine Einstellungsänderung des Einstellwertes in der der Schlittenstellung entsprechenden Stelle des Einstellwerkes (3) um den Wert »1« erfolgt.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Schweizerische Patentschrift Nr. 311 849.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

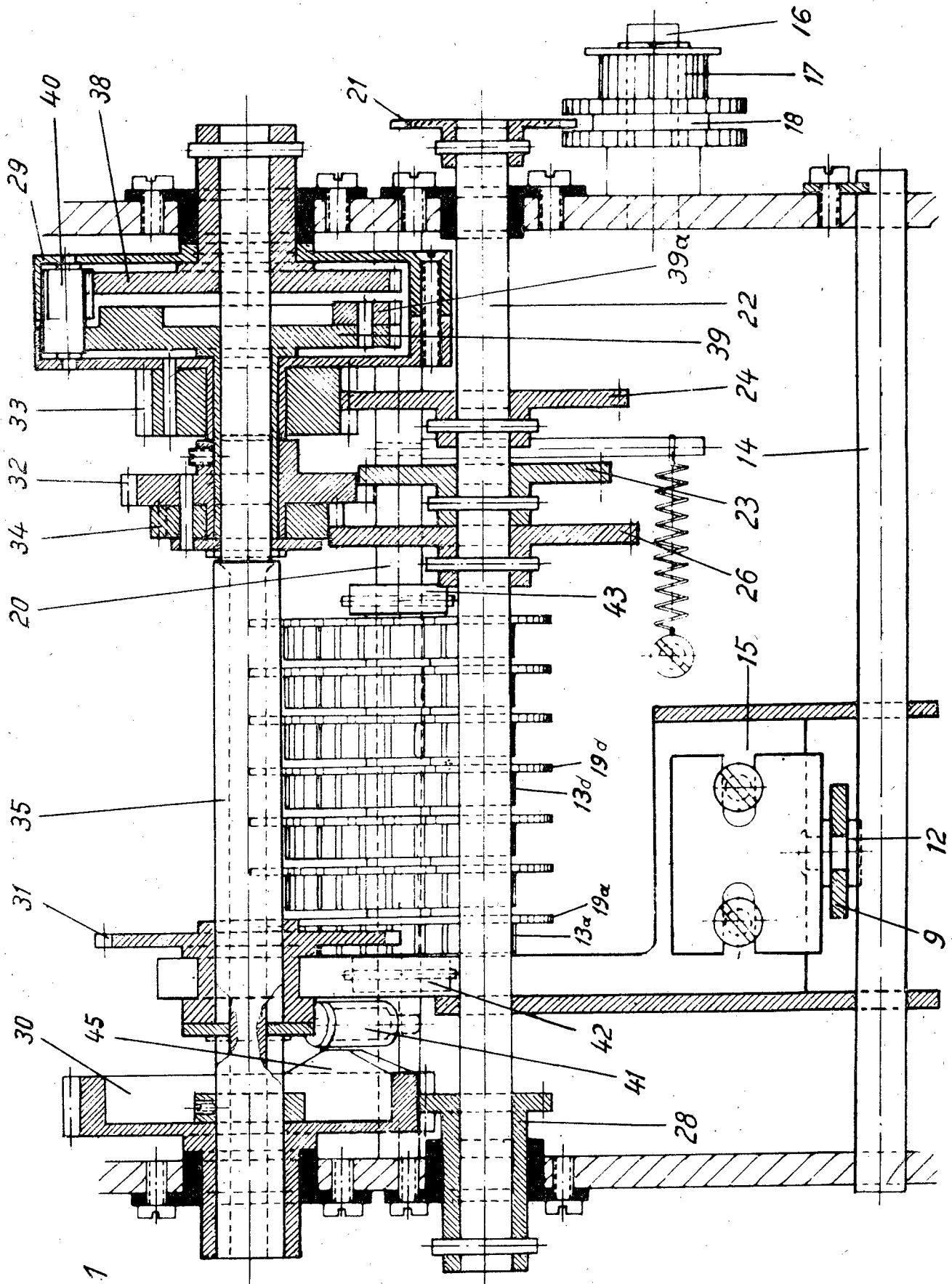


Abb. 1

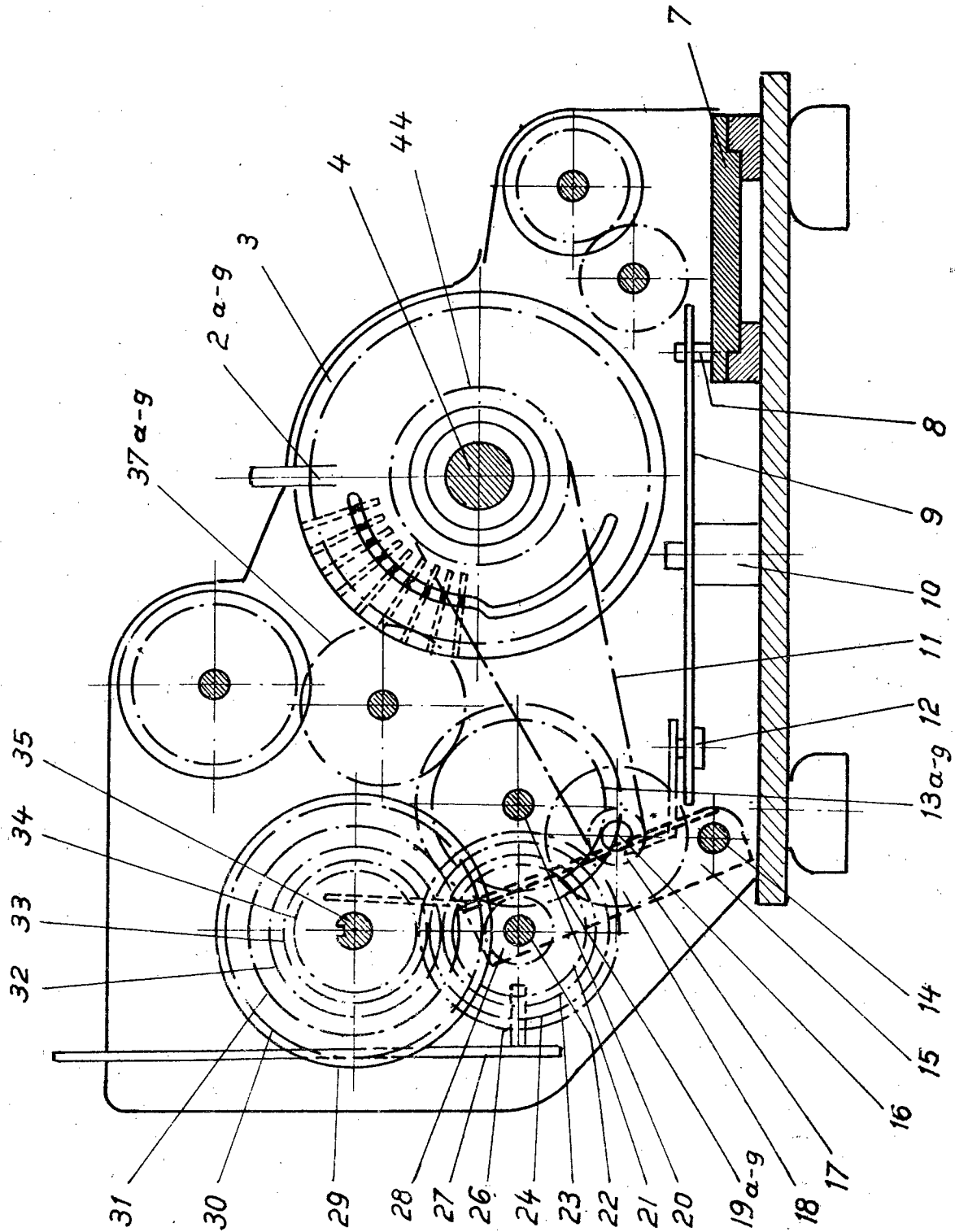


Abb. 2