



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 264 176 A1

4(51) B 23 Q 3/155

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 23 Q / 307 080 1

(22) 21.09.87

(44) 25.01.89

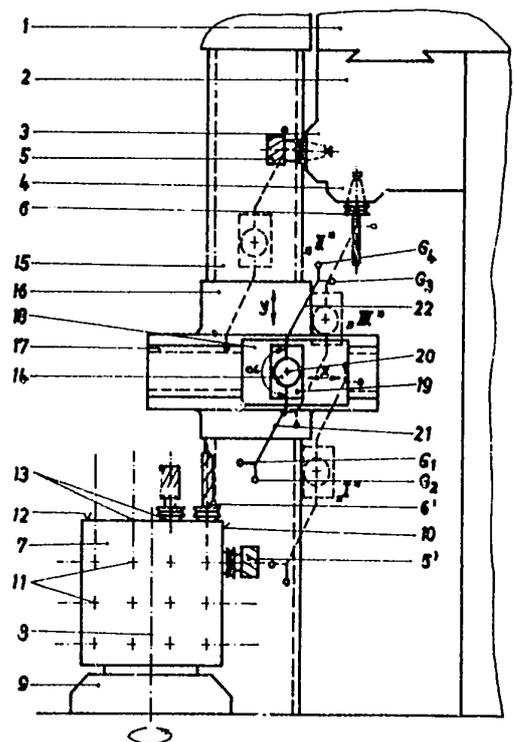
(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Allee 4, Karl-Marx-Stadt, 9010, DD

(72) Junghans, Günter, DD

(54) Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen

(55) Werkzeugwechseleinrichtung, Transportmechanismus, Koordinatenachsen, rechtwinklig. Schwenkwechsler, 180° schwenkbar, Arme mit je zwei Greiferpaaren, gemeinsame Schwenkebene, rechtwinklige Anordnung, diametrale Richtung, Griffzentren, Magazin, Speicherplätze, rechtwinklig

(57) Die Erfindung betrifft eine Werkzeugwechseleinrichtung mit einem in rechtwinkligen Koordinatenachsen bewegbaren Transportmechanismus, der einen 180°-Schwenkwechsler trägt, an dessen beiden Armenden Greifer angeordnet sind, welche in einem Griffzentrum Formelemente an den Schäften der zu wechselnden Werkzeuge umfassen. Es können Werkzeuge im Direktzugriff aus einem Magazin in um 90° versetzt gelagerte Werkzeugaufnahmen der Maschine eingewechselt werden. Erfindungsgemäß sind an jedem Arm zwei Greiferpaare mit in einer gemeinsamen Schwenkebene rechtwinklig zueinander liegenden Griffzentren angeordnet, wobei die Griffzentren des einen Armes zu denen des anderen Armes diametral gerichtet, in gleichem Abstand zur Schwenkachse vorgesehen sind. Die Transportführung verläuft parallel zum Magazin, welches rechtwinklig zueinander Speicherplätze aufweist. Figur



## Patentansprüche:

1. Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen mit einem schaltbaren Magazin, das mehrere Speicherplätze für Werkzeuge aufweist, einer an der Maschine befindlichen Werkzeugaufnahme und einem zwischen Werkzeugaufnahme und Magazin beweglichen Transportmechanismus mit  $180^{\circ}$ -Schwenkwechslern, der als zweiarmiger Hebel mit Greifern ausgebildet ist, die die Werkzeuge in Formelementen ihrer Schäfte erfassen, wobei sich die Mittelebene der Formelemente mit der Schaftachse in einem Griffzentrum schneidet, gekennzeichnet dadurch, daß an jedem Arm (21; 22) des Schwenkwechslers (14) zwei Greiferpaare mit in einer gemeinsamen Schwenkebene rechtwinklig zueinander liegenden Griffzentren ( $G_1; G_2$  bzw.  $G_3; G_4$ ) angeordnet sind, wobei die Griffzentren ( $G_1; G_2$ ) des einen Armes (21) zu den Griffzentren ( $G_3; G_4$ ) des anderen Armes (22) diametral gerichtet, in gleichem Abstand zur Schwenkachse (20) vorgesehen sind, daß der Schwenkwechsler (14) senkrecht zur Schwenkachse (20) querbeweglich auf einem längsverfahrbaren Transportschlitten (16) aufgenommen ist, dessen Führungsbahn (15) parallel zum Magazin (7) verläuft und daß im Magazin (7) Speicherplätze (11; 13) mit im Winkel von  $90^{\circ}$  unterschiedlichen Achsrichtungen vorhanden sind.
2. Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen, insbesondere Drehmaschinen, mit als Werkzeughalter ausgebildeter Werkzeugaufnahme nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Magazin (7) als scheiben- oder zylinderförmiger Grundkörper ausgeführt ist, dessen Mantelfläche (10) mit radial angeordneten Speicherplätzen (11) für Außenbearbeitungswerkzeuge versehen ist, während die Stirnfläche (12)

mit auf konzentrischen Teilkreisen liegenden axialen Speicherplätzen (13) für Innenbearbeitungswerkzeuge ausgestattet ist, wobei die Acherichtung jedes Werkzeuges in der Übernahme-/Übergabeposition des Schwenkwechslers (14) mit derjenigen des Werkzeughalters identisch ist.

Hierzu <sup>1</sup> ~~Seiten~~ Zeichnungen

## Titel der Erfindung

Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen mit einem schaltbaren Magazin, das mehrere Speicherplätze für Werkzeuge aufweist, einer an der Maschine befindlichen Werkzeugaufnahme und einem zwischen Werkzeugaufnahme und Magazin beweglichen Transportmechanismus mit  $180^{\circ}$ -Schwenkwechsler, der als zweiarmiger Hebel mit Greifern ausgebildet ist, die die Werkzeuge in Formelementen ihrer Schäfte erfassen, wobei sich die Mittelebene der Formelemente mit der Schaftachse in einem Griffzentrum schneidet.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind verschiedenartige technische Lösungen von Werkzeugwechseleinrichtungen bekannt, bei denen mittels schwenkbar gelagerter Werkzeugwechselgreifer die in einem Werkzeugmagazin gespeicherten Werkzeuge erfaßt, zum Transport übernommen und in die Werkzeugaufnahme der Maschine eingeführt werden und das vorher in der Werkzeugaufnahme befindliche Werkzeug wieder zum Magazin zurückbefördert wird. Die Werkzeugaufnahme befindet sich entweder in der Arbeitsspindel oder in einem Werkzeughalter, der im speziellen Fall als Mehrfachhalter ausgebildet sein kann. Eine solche Ausführung ist unter anderen in der DE-AS 1 752 271; 49 a, 3/16 offenbart. Ein seitlich eines Drehmaschinengestells befestigtes schaltbares Rundmagazin weist stirnseitig eingearbeitete Magazintaschen zur Speicherung von in Werkzeugträgern gelagerten Werkzeugen auf. Ein Werkzeugwechselarm mit zwei Greifern, der eine Drehbewegung um  $180^{\circ}$  zu seiner Mittelachse ausführt, ist so ausgebildet, daß er von einer parallel zur Arbeitsspindel vorgesehenen Ruhelage um  $90^{\circ}$  geschwenkt werden kann, so daß er senkrecht zur Arbeitsspindel und parallel zur Achse des Rundmagazins gerichtet ist.

Die beiden Greifer sind zwecks Übernahme bzw. Übergabe der zu wechselnden Werkzeuge parallel zur Mittelachse axial verschiebbar im Werkzeugwechelarm geführt. Da der Werkzeugwechelarm nur zwei festgelegte Schwenkstellungen um  $90^\circ$  einnimmt, ist es erforderlich, daß der Werkzeugschlitten mit darauf angeordnetem Werkzeugrevolver in Richtung des Rundmagazins bis zur Fluchtung von Werkzeugrevolver mit dem Werkzeugwechelarm in dessen Ruhelage verschoben wird, um den Wechselvorgang durchführen zu können. Die Aufnahmefähigkeit des Rundmagazins ist gering.

Einer häufig erhobenen Forderung nach Unterbringung einer Vielzahl von Werkzeugen im Magazin bei relativ geringem Raumbedarf entsprechend, ist nach der DE-OS 2 629 835; B 23 Q, 3/155 eine Werkzeugwechseleinrichtung für automatische Werkzeugmaschinen bekannt, bei der das Magazin aus koaxialen, drehbaren Trommeln besteht, in denen die Werkzeuge radial, um Winkelteilungen versetzt, gehalten sind. Die Werkzeugwechseleinrichtung ist für das Einwechseln von Werkzeugen mit Steilkegelschaft aus dem horizontal gelagerten Trommelmagazin in eine um  $90^\circ$  dazu angeordnete horizontale Arbeitsspindel ausgelegt. Hierfür ist parallel zur Trommelachse ein verfahrbarer Schlitten vorgesehen, der auf einem Tragarm eine Greifzange trägt.

Bei der Vorwärtsbewegung erfaßt diese ein in ihrer Bewegungsbahn befindliches Werkzeug einer bestimmten Trommel in Formelementen, die am Werkzeugschaft angearbeitet sind, und nimmt es mit. Alle anderen Trommeln sind dabei so gedreht, daß sie mit Aussparungen, die einen freien Durchgang des Werkzeuges gewährleisten, der Greifzange gegenüberstehen. Ein am Ende der Schlittenführung in Bereitschaftsposition befindlicher Einlege- bzw. Entnahmemechanismus übernimmt das Werkzeug und befördert es in die Aufnahme der Arbeitsspindel. Er besteht aus einem auf einer senkrechten Führungsbahn bewegbaren Schlitten, der eine horizontale Stange trägt, die in Längsrichtung verschiebbar gelagert ist. Ein am Stangenende angelenkter Arm kann eine

90°-Schwenkbewegung von der vertikalen Bereitschaftsposition in eine horizontale Stellung parallel zur Achse der Arbeitsspindel ausführen. Er trägt einen mittig gelagerten 180°-Schwenkwechsler mit Greiferzangen an beiden Enden, womit in Verbindung mit der Aushubbewegung der horizontalen Stange das bisher in der Arbeitsspindel aufgenommene Werkzeug gegen das neu einzuwechselnde Werkzeug in bekannter Weise ausgetauscht wird. Diese Einrichtung erfordert einen erheblichen technischen Aufwand, der durch den Einsatz von drei Schlitten mit ihren Antrieben und den entsprechenden Führungen bedingt ist. Hinzu kommt die Antriebsbaugruppe für eine zusätzliche Schwenkbewegung des Armes für den Einlege- bzw. Entnahmemechanismus um 90°, sowie zwei separate Öffnungs- und Schließmechanismen für die Betätigung der zusammenwirkenden Greiferzangen.

Da zwischen der Greifzange des parallel zur Trommelachse verfahrbaren Schlittens und den Greiferzangen für den Einlege- bzw. Entnahmemechanismus eine Zwischenübergabe notwendig ist, erhöht sich der Zeitanteil für den Werkzeugwechsellvorgang. Die heranfördernde Greifzange kann erst dann geöffnet und zurückbewegt werden, wenn die Obernahmezange voll geschlossen ist, wodurch der Bewegungszyklus kurzzeitig unterbrochen wird. Alle Werkzeuge müssen mit in Achsrichtung hintereinander liegenden doppelten Formelementen versehen sein, um eine lagerichtige Übergabe bzw. Übernahme zu gewährleisten.

Bei der Vielzahl von Werkzeugen bedeutet das beträchtlichen Fertigungsaufwand und zusätzlichen Kostenanfall.

Mit den beschriebenen Werkzeugwechsellösungen erfolgt das Einsetzen der Werkzeuge in eine Werkzeugaufnahme, deren Lagerichtung konstant festliegt. Wenngleich bei der Einrichtung nach der DE-OS 2 629 835 der Einlege- bzw. Entnahmemechanismus durch Senkrechtverschiebung des Schlittens einer Höhenverstellung der horizontalen Arbeitsspindelaufnahme folgen kann, ist mit beiden Wechseleinrichtungen ein Einbringen von Werkzeugen in rechtwinklig zueinander gelagerten Aufnahmen, wie das z. B. in Revolverköpfen oder in Werkzeugmaschinenspindeln mit senkrecht angeordneter Zusatzspindel für die Mehrseitenbearbeitung von Werkstücken der Fall sein kann, nicht realisierbar. Hierzu müßten weitere Transport- bzw. Übergabemechanismen und zusätzliche 90°-Schwenkeinrichtungen eingesetzt werden, was komplizierte

Bewegungsabläufe, verlängerte Greiferwege und wesentlich erhöhte Werkzeugwechselzeiten, abgesehen vom weiteren Kostenaufwand, zur Folge hätte.

Wie bereits dargelegt, werden die Werkzeuge von den Werkzeugwechselgreifern zur Handhabung in Formelementen ergriffen, die am Spannschaft oder einem Teil davon angearbeitet sind. Die Mittelebene der Formelemente schneidet die Schaftachse in einem Punkt, der als Griffzentrum angesehen werden soll. Denkt man sich in die Greiferzange des Schwenkwechslers ein äquivalentes Griffzentrum hinein, so ist das Werkzeug erfaßt, wenn beide Griffzentren zusammengeführt sind.

#### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in einer universellen Bedienbarkeit von winkelabweichend gelagerten Werkzeugaufnahmen. Es soll der technische Aufwand der Werkzeugwechseleinrichtung reduziert und eine optimale Auslastung der möglichen Werkzeugmagazinspeicherplätze erreicht werden. Gleichzeitig wird eine Verringerung der Werkzeugwechselzeit angestrebt.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Werkzeugwechseleinrichtung für Werkzeugmaschinen mit einem schaltbaren Magazin, das mehrere Speicherplätze für Werkzeuge aufweist, sowie an der Maschine befindlichen Werkzeugaufnahmen und einem zwischen Werkzeugaufnahmen und Magazin beweglichen Transportmechanismus mit  $180^{\circ}$ -Schwenkwechslern, der als zweiarmiger Hebel mit Greifern ausgebildet ist, die die Werkzeuge in Formelementen ihrer Schäfte erfassen, wobei sich die Mittelebene der Formelemente mit der Schaftachse in einem Griffzentrum schneidet, erfinderisch so auszubilden, daß ohne zusätzliche Schwenk- und/oder Zwischenübergabemechanismen der  $180^{\circ}$ -Schwenkwechslern durch translatorische Bewegungen in rechtwinkligen Koordinatenachsen im Direktzugriff Werkzeuge aus dem Magazin in um  $90^{\circ}$  versetzt gelagerte Werkzeugaufnahmen einwechseln kann.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß an jedem Arm des  $180^{\circ}$ -Schwenkwechslers zwei Greiferpaare mit in einer gemeinsamen Schwenkebene rechtwinklig zueinander liegenden Griffzentren angeordnet sind, wobei die Griffzentren des einen Armes zu den Griffzentren des anderen Armes diametral gerichtet, in gleichem Abstand zur Schwenkachse vorgesehen sind. Der Schwenkwechsler ist senkrecht zur Schwenkachse querbeweglich auf einem längeverfahrbaren Transportschlitten aufgenommen, dessen Führungsbahn parallel zum Magazin verläuft, welches Speicherplätze mit im Winkel von  $90^{\circ}$  unterschiedlichen Achsrichtungen aufweist.

Bei einer anwendungsorientierten Ausgestaltung der Erfindung an Drehmaschinen mit Werkzeugmehrfachhaltern zur Werkzeugaufnahme ist das Magazin zweckmäßigerweise als scheiben- oder zylinderförmiger Grundkörper ausgeführt, dessen Mantelfläche mit radial angeordneten Speicherplätzen für Außenbearbeitungswerkzeuge versehen ist, während die Stirnfläche mit auf konzentrischen Teilkreisen liegenden axialen Speicherplätzen für Innenbearbeitungswerkzeuge ausgestattet ist, wobei die Achsrichtung jedes Werkzeuges in der Übernahme-/Übergabeposition des Schwenkwechslers mit derjenigen des Werkzeughalters identisch ist.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden relativ einfache Bewegungsabläufe für den Werkzeugwechsel ermöglicht. Die Ausgestaltung des  $180^{\circ}$ -Schwenkwechslers gewährleistet bei Ausnutzung seines ohnehin erforderlichen Schwenkantriebes, daß nur mit translatorischen Antrieben in rechtwinkligen Koordinatenachsen ein Werkzeugwechsel ohne Zwischenschaltung von Übergabemechanismen oder weiteren Schwenkantrieben direkt realisierbar ist. Damit sind Störquellen im Bewegungszyklus, die bei Zwischenübergaben durch Verkanten von Werkzeugen oder Achsschräglagen infolge verschlissener Führungselemente auftreten können, vermieden.

Außerdem ergeben sich kürzere Greiferwege und damit günstigere Wechselzeiten. Es ist möglich, sowohl linear bewegliche Magazine, als auch drehwinkelschaltbare Magazine zum Einsatz zu bringen, wenn entsprechende Speicherplätze im Winkel von  $90^\circ$  vorgesehen werden.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörige Zeichnung enthält die Werkzeugwechsleinrichtung in schematischer Darstellung. Eine nur andeutungsweise gezeigte Werkzeugmaschine 1, die z. B. eine numerisch gesteuerte Horizontalbohr- und Fräsmaschine oder ein Bearbeitungszentrum zur Mehrseitenbearbeitung von Werkstücken sein kann, besitzt einen Spindelstock 2 mit angetriebener horizontaler und vertikaler Arbeitsspindel 3; 4, in deren Spindelaufnahmen Werkzeuge 5; 5'; 6; 6' aus einem Magazin 7 eingewechselt werden. Das als Trommel ausgebildete Magazin 7 ist um eine senkrechte Achse 8 drehbeweglich auf einem Sockel 9 gelagert. In die Mantelfläche 10 sind in mehreren Etagen radial, unter gleicher Winkelteilung, Aufnahmebohrungen eingearbeitet, welche Speicherplätze 11 für die Werkzeuge 5; 5' bilden. Auf konzentrischen Teilkreisen liegende Aufnahmebohrungen, die axialgerichtet in die Stirnfläche 12 eingebracht sind, dienen als Speicherplätze 13 für die Werkzeuge 6; 6'. Die Anzahl der möglichen Speicherplätze 11; 13 im Magazin 7 ist abhängig von der Größe der einzusetzenden Werkzeuge 5; 5'; 6; 6' und richtet sich nach dem Trommeldurchmesser, der Etagenanzahl sowie dem erforderlichen Zugriffsraum. Das Magazin 7 kann eine taktweise oder kontinuierliche Drehung um seine Achse 8 ausführen, wodurch es das jeweils für die Bearbeitung nachfolgend benötigte Werkzeug 5; 6' oder einen leeren Speicherplatz 11; 13 in eine Übergabe-/Übernahmeposition zu einem Schwenkwechsler 14 bringt. Das Magazin 7 kann auch aus einzelnen Ringen bestehen, so daß jede Etage für sich gedreht werden kann. Parallel zur Achse 8 des Magazins 7 ist eine Füh-

rung 15 für einen Transportschlitten 16 am Gestell der Werkzeugmaschine 1 befestigt. Der Transportschlitten 16 ist längsverfahrbar entsprechend Pfeilrichtung "y" und trägt eine Querführung 17 für einen in Pfeilrichtung "x" verschiebbaren Schlitten 18. Die Bewegung der Schlitten 16; 18 erfolgt durch an sich bekannte, numerisch gesteuerte Antriebe. Auf dem Schlitten 18 ist ein Gehäuse 19 aufgenommen, in welchem der um eine Mittelachse 20 jeweils um  $180^{\circ}$  taktweise drehbare Schwenkwechsler 14 gelagert und der Schwenkantrieb untergebracht ist. Jeder Arm 21; 22 des Schwenkwechslers 14 trägt zwei nicht dargestellte Greiferpaare, mit in einer gemeinsamen Schwenkebene rechtwinklig zueinander liegenden Griffzentren  $G_1$ ;  $G_2$  bzw.  $G_3$ ;  $G_4$ . Die Griffzentren  $G_1$ ;  $G_2$  des Armes 21 sind zu den Griffzentren  $G_3$ ;  $G_4$  des Armes 22 diametral ausgerichtet in jeweils gleichem Abstand zur Mittelachse 20 vorgesehen. Die Betätigung der Greiferpaare kann durch Federkraft erfolgen, während das Öffnen beispielsweise hydraulisch vorgenommen wird. Die Werkzeuge 5; 5', 6; 6' besitzen einheitliche Spansschäfte und weisen eine Ringnut auf, in die die formadäquaten Greifer einfassen.

Die Wirkungsweise ist folgende:

Die Werkzeugwechsellaufgabe soll darin bestehen, ein Werkzeug 5' aus dem Magazin 7 zu entnehmen und in die Spindelaufnahme der horizontalen Arbeitsspindel 3 einzusetzen, sowie das bisherige Werkzeug 5 zu entfernen und in einen leeren Speicherplatz 11 des Magazines 7 zurückzuführen.

Der Schwenkwechsler 14 steht in Position "I". Das Magazin 7 wird gedreht, bis im Suchlauf das vorbestimmte Werkzeug 5' der angewählten Etage in einer senkrechten Ebene mit dem Schwenkwechsler 14 in Übergabeposition zu stehen kommt. Danach wird der Schlitten 18 nach links verschoben, bis der Arm 21 mit geöffneten Greifern des Griffzentrums  $G_1$  mit der Ringnut des Werkzeuges 5' eine übereinstimmende Lage erreicht hat. Durch Schließen der Greifer wird das Werkzeug 5' erfaßt und beim Zurückbewegen des Schlittens 18 in die Position "I" aus

der Aufnahmebohrung des Speicherplatzes 11 ausgezogen, so daß sich das Spannschaftende freistehend vor dem Magazin 7 befindet. Mit geöffneten Greifern im Griffzentrum  $G_3$  verfährt der Schwenkwechsler 14 durch Antriebsbewegung beider Schlitten 16; 18 in die Position "II", wo die Greifer des Griffzentrums  $G_3$  mit der Ringnut des in der Arbeitsspindel 3 befindlichen Werkzeuges 5 eine deckungsgleiche Lage einnehmen. Nun werden auch diese Greifer geschlossen, wodurch das in der Arbeitsspindel 3 noch festgespannte Werkzeug 5 erfaßt ist. Die interne Spanneinrichtung der Arbeitsspindel 3 wird danach gelöst und der Antrieb des Schlittens 18 eingeschaltet, wobei mit der Verfahrbewegung nach links das Werkzeug 5 aus der Spindelaufnahme entfernt wird. Der Schwenkwechsler 14 wird so weit verfahren, bis eine kollisionsfreie Schwenkbewegung von  $180^\circ$  um seine Mittelachse 20 gewährleistet ist. Nach erfolgter Schwenkbewegung (Schwenkwinkel  $\alpha$ ) fluchtet die Achse des neuen Werkzeuges 5' mit der Achse der horizontalen Arbeitsspindel 3. Der Schwenkwechsler 14 fährt erneut die Position "II" an, wobei das Werkzeug 5' in die Spindelaufnahme eingeführt wird. Ist diese Position "II" erreicht, so tritt die interne Spanneinrichtung der Arbeitsspindel 3 in Funktion, die Greifer des Griffzentrums  $G_1$  öffnen sich und der Schwenkwechsler 14 bewegt sich in die Position "I" zurück. Dort angekommen, wird nur der Schlitten 18 angetrieben, der bei seiner Bewegung nach links das ausgewechselte Werkzeug 5 in die Aufnahmebohrung des leeren Speicherplatzes 11 einführt. Dabei wird ein gefederter Schnapper überdrückt, der anschließend in das Werkzeug 5 einrastet und es im Magazin 7 gegen Lösen sichert. Die Greifer des Griffzentrums  $G_3$  öffnen sich und der Schwenkwechsler 14 fährt in seine Ausgangsstellung nach Position "I" zurück. Selbstverständlich sind alle anderen Speicherplätze 11; 13 ebenfalls mit gefederten Schnappern ausgerüstet. Es versteht sich, daß bei entsprechender Steuerungsauslegung das ausgewechselte Werkzeug 5 auch an einen anderen leeren Speicherplatz 11 übergeben werden kann, wofür in der Mehrzahl aller Fälle eine zusätzliche Drehung des Magazins 7 erforderlich wird.

Je nach angewählter Etage nimmt dabei der Schwenkwechsler 14 eine zur Position "I" analoge Ausgangsstellung vor der jeweiligen Etage ein.

Sollen Werkzeuge 6 in die senkrechte Arbeitsspindel 4 gewechselt werden, so sind ähnliche Bewegungsabläufe des Schwenkwechslers 14 erforderlich, jedoch mit dem Unterschied, daß hierfür ausschließlich Werkzeuge 6' aus den axialen Speicherplätzen 13 auf der Stirnfläche 12 des Magazins 7 zum Einsatz gelangen. Am Schwenkwechsler 14 tretendabei die Greiferpaare mit den Griffzentren  $G_2$ ;  $G_4$  in Tätigkeit. Die Wechselstellung, in der das Werkzeug 6 von den Greifern im Griffzentrum  $G_4$  erfaßt ist, ist durch die Position "III" veranschaulicht.

