



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 291 294 A5

5(51) B 30 B 15/16
B 30 B 1/00
B 21 J 13/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 30 B / 336 774 5

(22) 29.12.89

(44) 27.06.91

(71) siehe (73)

(72) Petter, Wieland, Dipl.-Ing.; Kaatze, Manfred, Dipl.-Ing.; Letsch, Roland, Dipl.-Ing.; Klavehn, Siegfried; Zeidler, Rolf, Dipl.-Ing.; Schneider, Manfred, Dipl.-Ing., DE

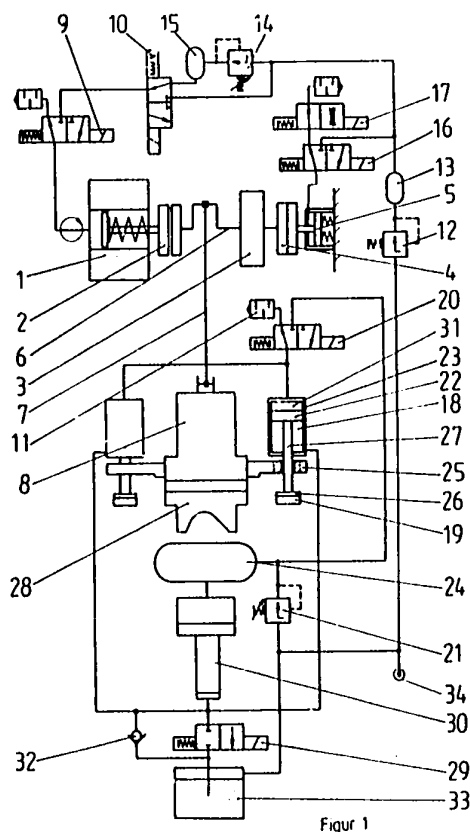
(73) VEB Kombinat Umformtechnik „Herbert Warnke“ Erfurt, Schwerborner Straße 1, O - 5010 Erfurt, DE

(54) Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben in Umformmaschinen

(55) Umformmaschine; Antrieb; Beschleunigungsprozeß; Bremsprozeß; Ausbalancierungseffekt; Massenausgleich; energetisches Verhalten; dynamisches Verhalten; Kurbelwinkel

(57) Die Erfindung wirkt einerseits auf den Anlauf- und Bremsvorgang und andererseits auf die kurbelwinkelabhängigen Massenkräfte, insbesondere bei Gelenkpressen zur Blech- und Massivumformung. Diese funktions- und arbeitssichere Einrichtung soll den Brems- und Beschleunigungsprozeß hochgradig realisieren und die Wirkung der Massenkräfte des Oberwerkzeugträgers deutlich verringern.

Erfindungsgemäß wird die Lösung dadurch erreicht, daß der Ausbalancierungseffekt für den Massenausgleich des Oberwerkzeugträgers und des Oberwerkzeuges im oberen Kurbelwinkelbereich aufgehoben wird, der obere Druckmittelraum des Ausbalancierungszyinders über ein Wegeventil mit Druckmedium beaufschlag- bzw. entlastbar ist, der untere Druckmittelraum des Ausbalancierungszyinders einerseits mit einem Druckübersetzer und andererseits über ein Wegeventil mit einem Druckmittelspeicher in Wirkverbindung steht sowie als Druckmedium vorzugsweise Öl einsetzbar ist und die Kolbenstange am aus dem Ausbalancierungszyinder herausragenden Ende einen Anschlag aufweist und mit einem am Oberwerkzeugträger befestigten Anschlag über eine Anschlagdämpfung in Wirkverbindung steht. Fig. 1



Figur 1

Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben in Umformmaschinen während des Beschleunigungs- und Bremsprozesses, wobei der Antrieb aus Schwungrad, Kupplung und Bremse sowie Sekundärgetriebe besteht und die Bewegungsübertragung auf den Oberwerkzeugträger von der Exzenter- bzw. Kurbelwelle aus mittels Pleuel oder Gelenkmechanismus erfolgt und zum Ausgleich der Masse des Oberwerkzeugträgers im unteren Druckmittelraum mehrere mit Druckmedium beaufschlagbare Kolben-Zylinder-Einheiten beiderseits des Oberwerkzeugträgers angeordnet und zusätzlich mit dem Pressengestell verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausbalancierungseffekt für den Massenausgleich des Oberwerkzeugträgers (8) und des Oberwerkzeuges (28) im oberen Kurbelwinkelbereich aufgehoben wird, der obere Druckmittelraum (31) des Ausbalancierungszylinders (23) über ein Wegeventil (20) mit Druckmedium beaufschlag- bzw. entlastbar ist, der untere Druckmittelraum (18) des Ausbalancierungszylinders (23) einerseits mit einem Druckübersetzer (30) und andererseits über ein Wegeventil (29) mit einem Druckmittelspeicher (33) in Wirkverbindung steht sowie als Druckmedium vorzugsweise Öl einsetzbar ist und die Kolbenstange (27) am aus dem Ausbalancierungszylinder (23) herausragenden Ende einen Anschlag (19) aufweist und mit einem am Oberwerkzeugträger (8) befestigten Anschlag (25) über eine Anschlagdämpfung (26) in Wirkverbindung steht.
2. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Wegeventil (20) vorzugsweise ein Pressensicherheitsventil eingesetzt ist.
3. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Druckmedium für den oberen Druckmittelraum (31) vorzugsweise Luft einsetzbar ist.
4. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckmittelspeicher (24) des Druckübersetzers (30) mit dem Kreislauf des Druckmediums vom oberen Druckmittelraum (31) in Wirkverbindung steht.
5. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Wegeventil (29) parallel ein Rückschlagventil (32) zugeschaltet ist.
6. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Druckregler (12; 14; 21) jeweils unabhängig voneinander eine programmierbare Druckregeleinrichtung einsetzbar ist.
7. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anschläge (25) und (19) sich stoß- und ruckfrei angleichen.
8. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur hochgradigen Rückgewinnung der Nennndrehzahl der Kupplungswelle beim Beschleunigungsvorgang und zur Minimierung des restlichen Verschleißes in der Kupplung vor Beginn vom Bremsvorgang des Sekundärgetriebes die Kupplung (2) zeitversetzt erst nach dem Stillstand des Anschlages (19) abschaltbar ist.
9. Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stillstandspunkt der Kolbenstange (27) werkzeugspezifisch vorwählbar ist und die Reibung, die Variabilität der Hubzahl und der Oberwerkzeugmasse und den verfahrensbedingten Drehzahlabfall berücksichtigt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Steuerung des energetischen und dynamischen Verhaltens von Antrieben in Umformmaschinen, die einerseits auf den Anlauf- und Bremsvorgang und andererseits auf die kurbelwinkelabhängigen Massenkräfte, insbesondere bei Gelenkpressen zur Blech- und Massivumformung, wirkt.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Anfahr- und Bremsvorgänge von im aussetzenden Betrieb arbeitenden Umformmaschinen werden bevorzugt mit asynchron schaltbaren Reibungskupplungen und -bremsen realisiert. Dabei entsteht an den Reibflächen des Angleichvorganges in Kupplung und Bremse aufgrund des unelastischen Drehstoßes als physikalisches Wirkprinzip unerwünscht ein irreversibler Energieverlust durch Wärmeentwicklung, begleitet von einem ständigen Verschleißvorgang. Die begrenzte Wärmebelastbarkeit der Reibwerkstoffe einerseits und die ständige Erhöhung ihrer Standzeit bei wesentlich gesteigerten Dauerhub und Schaltzahlen haben u. a. zu erheblichen Material- und Fertigungsaufwendungen beim Hersteller geführt.

Zur Reduzierung der Wärmebelastung und des Verschleißes in Kupplung und Bremse wurde eine Vorrichtung nach dem DD-WP 100 063 vorgeschlagen, bei der ein ungesteuerter Arbeitszylinder einerseits am Maschinenkörper und andererseits seine Kolbenstange an der Kurbelwelle exzentrisch so angeordnet ist, daß er im oberen Totpunkt ein Beschleunigungsmoment erzeugen kann. Dieses äußere Moment im oberen Totpunkt wirkt gegen das Haltemoment der Bremse, wodurch bei ihrem Versagen der Stößel ungewollt beschleunigt wird. Darüber hinaus verbleibt Energie in Form von Restwärme in der Bremse und der Kupplung, abhängig vom Überlaufwinkel aus gestreckter Lage des Arbeitszylinders. Je größer der Überlaufwinkel ist, um so geringer ist der Energierückgewinnungsgrad. Schließlich sind zur Realisierung dieser Lösung zusätzliche Material- und Fertigungsaufwendungen erforderlich. Nach diesem DD-WP wird weiter der Einsatz eines separaten hydraulischen Servoantriebes, bestehend aus einer als Pumpe und Motor arbeitenden Verdrängereinheit, einem steuerbaren Wegeventil und einem Hydrospeicher vorgeschlagen. Die hohe Beschleunigungs- bzw. Bremsarbeit einerseits und die kurze Beschleunigungs- bzw. Bremszeit andererseits sowie der zeitvariante Leistungsbedarf mit seinem Maximum erfordern bei der Geräteauswahl (Verdrängereinheit, Ventile und Hydrospeicher) beachtliche Baugrößen und große Nennweiten im Rohrleitungssystem. Auch bei diesem Vorschlag sind erhebliche Material- und Fertigungsaufwendungen beim Hersteller und darüber hinaus Aufwendungen für Werkzeug und Instandhaltung beim Betreiber erforderlich.

Schließlich sind Servoantriebe mit stoßartigem Zuschalten der Hydrospeicher durch ein Wegeventil außerordentlich schwingungserregend, begleitet durch einen hohen Lärmpegel.

Bei einer anderen bekannten Lösung nach der SU-EB 643 683 wird der Einsatz von Federn in einem zwischen Kupplungswelle und Sekundärgetriebe angeordneten Planetenradgetriebe, das mit dem Reibklotzträger der Bremse gekoppelt ist, vorgeschlagen. Auch dieser Vorschlag ist nur mit hohen Aufwendungen, u. a. für das zusätzliche Planetenradgetriebe, realisierbar. Darüber hinaus bestehen bei dieser Lösung auch arbeitsschutztechnische Bedenken wegen des gegen die Bremse wirkenden Vorspannmomentes im Stillstand. Der Energierückgewinnungsgrad ist unbefriedigend. Darüber hinaus verursachen Stoßbelastungen im Anlaufvorgang dynamische Momente und Schwingungen, die zu erhöhtem Lärm und Verschleiß führen. Bei Umformmaschinen und besonders bei Hebel- bzw. Gelenkpressen können die Leerlaufhubzahlen nur begrenzt erhöht werden, weil die dynamischen Kräfte und Momente im Antriebssystem zu gewaltigen Stößen und Rückbewegungen unterschiedlicher Beträge führen, die zerstörerisch wirken und sich als unruhiger Lauf und erhöhter Lärm äußern. Hauptverursacher ist der ausbalancierte Oberwerkzeugträger, dessen Massewirkung sich insbesondere im oberen Kurbelwinkelbereich durch die Kinematik des Gelenksystems mit steigender Hubzahl deutlich darstellt.

Es ist eine Lösung nach dem DD-WP 147 927 bekannt, bei der durch Einsatz von Blenden zwischen Ausbalancierzylinder und Druckmittelspeicher der Druck unterhalb der Ausbalancierungskolben beim Hochgang des Stößels teilweise reduziert wurde, wodurch eine Minderung der dynamischen Belastungen eingetreten ist. Die Wirkung ist jedoch begrenzt, weil ein Mindestquerschnitt der Blende nicht unterschritten werden kann. Darüber hinaus entsteht an der Blende eine erhebliche Wärmeentwicklung durch Energievernichtung.

Bei einer anderen bekannten Lösung nach dem DD-WP 256 288 wird eine zusätzliche hydraulische Einrichtung vorgeschlagen, die durch Erzeugung eines variablen Gegenmomentes eine Kompensation der hydraulischen Massekräfte in den spielumschlaggefährdeten Drehwinkelphasen bewirken soll. Zur Realisierung dieser Einrichtung sind zusätzlich hydraulische Geräte mit großen Nennweiten und Baugrößen sowie ein hervorragendes Zeitverhalten der Ventile auf Grund der extrem hohen Momentänderungsgeschwindigkeit erforderlich. Darüber hinaus entstehen während der Kompensationsphase erhebliche irreversible Energieverluste, die sich durch die Leerlaufverluste noch erhöhen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, durch eine kostengünstige sowie geräuscharme Einrichtung das energetische und dynamische Verhalten von Antrieben zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung einer funktions- und arbeitsschutzsicheren Einrichtung, die einerseits den Brems- und den Beschleunigungsprozeß hochgradig realisiert und andererseits die Wirkung der Massekräfte des Oberwerkzeugträgers deutlich verringert.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß der Ausbalancierungseffekt für den Massenausgleich des Oberwerkzeugträgers und des Oberwerkzeuges im oberen Kurbelwinkelbereich aufgehoben wird, der obere Druckmittelraum des Ausbalancierzylinders über ein Wege-Ventil mit Druckmedium beaufschlag- bzw. entlastbar ist, der untere Druckmittelraum des Ausbalancierzylinders einerseits mit einem Druckübersetzer und andererseits über ein Wegeventil mit einem Druckmittelspeicher in Wirkverbindung steht sowie als Druckmedium vorzugsweise Öl einsetzbar ist und die Kolbenstange am aus dem Ausbalancierzylinder herausragenden Ende einen Anschlag aufweist und mit einem am Oberwerkzeugträger befestigten Anschlag über eine Anschlagdämpfung in Wirkverbindung steht. Als Wegeventil am oberen Druckmittelraum ist vorzugsweise ein Pressensicherheitsventil eingesetzt. Weiterhin ist als Druckmedium für den oberen Druckmittelraum vorzugsweise Luft einsetzbar. Der Druckmittelspeicher des Druckübersetzers steht mit dem Kreislauf des

Druckmediums vom oberen Druckmittelraum in Wirkverbindung. Dem Wegeventil am unteren Druckmittelraum ist parallel ein Rückschlagventil zugeschaltet. Für die Druckregler ist jeweils unabhängig voneinander eine programmierbare Druckregleinrichtung einsetzbar. Die Anschläge gleichen sich stoß- und ruckfrei an. Zur hochgradigen Rückgewinnung der Nenndrehzahl der Kupplungswelle beim Beschleunigungsvorgang und zur Minimierung des restlichen Verschleißes in der Kupplung ist vor Beginn vom Bremsvorgang des Sekundärgetriebes die Kupplung zeitversetzt erst nach dem Stillstand des Anschlages abschaltbar. Der Stillstandspunkt der Kolbenstange ist werkzeugspezifisch vorwählbar und berücksichtigt die Reibung, die Variabilität der Hubzahl und der Oberwerkzeugmasse und den verfahrensbedingten Drehzahlabfall. Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, den oberen und unteren Raum des Ausbalancierungszyinders mit gleichem und unterschiedlichem Druckmedium zu beaufschlagen. Um die Lage der Kolbenstange zu beeinflussen, ist nur die Steuerung derselben der Druckmedienart anzupassen.

Nach dem überschneidungsfreien Öffnen der Bremse und Schließen der Kupplung wirkt durch das zugehörige Druckminderventil ein deutlich reduziertes Beschleunigungsmoment. Dieses Beschleunigungsmoment leitet den Anlaufvorgang ein. Abhängig vom erreichten Kurbelwinkel entsteht durch den Niedergang des Oberwerkzeugträgers und des Oberwerkzeuges eine unterstützende Wirkung des Beschleunigungsvorganges über das Pleuel auf die Exzenterwelle und die rotierenden Drehmassen des Sekundärgetriebes. Bei Synchronlauf in der Kupplung erreicht der Anschlag des Oberwerkzeugträgers die Anschlagdämpfung des Anschlages der Kolbenstange. Anschließend wird das erforderliche Drehmoment der Kupplung zur Realisierung des Umformverfahrens durch Zuschalten des vorgeschalteten Wegeventils erreicht. Im Hochgang des Oberwerkzeugträgers bleibt entsprechend der Einstellung der Kolben stehen. Zeitlich versetzt wird die Kupplung vom Sekundärgetriebe getrennt, so daß die Drehmassen des Sekundärgetriebes durch die bremsende Wirkung des Oberwerkzeugträgers mit Oberwerkzeug im oberen Totpunkt zum Stillstand kommen und hier die Bremse eine Haltefunktion übernimmt.

Die Lage des Anschlages kann durch das Ein- und Abschalten der Wegeventile werkzeugspezifisch verändert werden zur Berücksichtigung der variablen Beschleunigungs- und Bremsenergie und des verfahrensbedingten Drehzahlabfalls sowie der Reibung.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt

Fig. 1: Prinzipdarstellung der Einrichtung.

Der Antrieb, dessen energetisches und dynamisches Verhalten gesteuert werden soll, besteht aus dem Schwungrad 1, der Kupplung 2, der Bremse 4 mit dem Betätigungselement 5 und den als Drehmasse 3 dargestellten, zu beschleunigenden und zu bremsenden Teilen des Sekundärgetriebes. Die Exzenter- bzw. Kurbelwelle 6 ist über das Pleuel 7 in bekannter Weise mit dem Oberwerkzeugträger 8 und dem daran angeordneten Oberwerkzeug 28 verbunden. Beiderseits des Oberwerkzeugträgers 8 sind die Ausbalancierungszyinder 23 angeordnet, die zusätzlich mit dem Pressengestell verbunden sind. Die Kolbenstange 27 des Kolbens 22 ist am aus dem Ausbalancierungszyinder 23 herausragenden Ende mit einem Anschlag 19 und einer Anschlagdämpfung 26 versehen. Dieser Anschlag 19 steht mit einem am Oberwerkzeugträger 8 befestigten Anschlag 25 in Wirkverbindung. Die oberen Druckmittlräume 31 der Ausbalancierungszyinder 23 sind über Leitungen mit dem Wegeventil 20 verbunden, von dem ein Ventilausgang an einen Schalldämpfer 11 und der andere Ventilausgang an den Druckmittelspeicher 24 angeschlossen ist.

Zur Steuerung der Kupplung 2 und Bremse 4 sind mindestens der Druckregler 12, der Druckmittelspeicher 13 und die Pressensicherheitsventile 9 und 16 erforderlich.

An dem Ausgang des Pressensicherheitsventils 16 ist das lagekontrollierte Wegeventil 17 mit einem Schalldämpfer angeschlossen. Der Druckmittelspeicher 13 steht durch eine Leitung über einen Druckregler 14 und einen Druckmittelspeicher 15 sowie einem Wegeventil 10 und einem Pressensicherheitsventil 9 mit dem Betätigungselement der Kupplung 2 in Wirkverbindung. Vom zweiten Zugang des Wegeventils 10 aus ist zu dem Druckregler 14 und dem Druckmittelspeicher 15 zusätzlich eine Leitung parallel angeordnet.

Der Druckmittelspeicher 24 ist durch eine Leitung mit dem Druckübersetzer 30 verbunden. Der Druck des Druckmittelspeichers 24 wird über den Druckregler 21 nach Erfordernis variiert.

Das Wegeventil 29 ist mit dem Druckübersetzer 30 sowie den unteren Druckmittlräumen 18 verbunden. Dem Wegeventil 29 ist ein Rückschlagventil 32 parallel zugeschaltet. Der Druckmittelspeicher 33 ist mit Öl gefüllt und durch Druckluft über die Drucklufternspeisung 34 beaufschlagt.

Nach dem Einschalten des Pressensicherheitsventils 16 wird das Betätigungselement 5 der Bremse 4 zügig gelüftet und die Kupplung 2 durch das Pressensicherheitsventil 9 und dem Druckmittelspeicher 15 überschneidungsfrei, wie bekannt, in Schließstellung gebracht. In der Kupplung 2 wirkt ein durch den Druckregler 14 deutlich reduziertes Beschleunigungsmoment, das maximal den doppelten Betrag des im Sekundärgetriebe wirkenden Reihmomentes, z. B. in den Lagerungen, annimmt. Dieses niedrige Beschleunigungsmoment leitet den Anlaufvorgang ein. Abhängig vom erreichten Kurbelwinkel entsteht durch den Niedergang des Oberwerkzeugträgers 8 und des Oberwerkzeuges 28 aus dem Bereich des oberen Totpunktes eine unterstützende Wirkung des Beschleunigungsvorganges über das Pleuel 7 auf die Exzenter- bzw. Kurbelwelle 6 und die rotierenden Drehmassen des Sekundärgetriebes, dargestellt als reduzierte Drehmasse 3. Die untere Seite des Kolbens 22 im Ausbalancierungszyinder 23 ist mit Öl beaufschlagt, die obere Seite dagegen mit Druckluft. Die Lage des Anschlages 19 mit Anschlagdämpfung 26 kann durch das Ein- und Abschalten der Wegeventile 20 und 29 werkzeugspezifisch verändert werden zur Berücksichtigung der drehzahlabhängigen Beschleunigungs- und Bremsenergie und des verfahrensbedingten Drehzahlabfalls. Das Wegeventil 20 ist als pneumatisches Pressensicherheitsventil ausgebildet. Durch Variation des Druckes im Druckmittelspeicher 24 mittels Druckregler 21 erfolgt der werkzeugspezifische Massenausgleich des Oberwerkzeugträgers 8. Der Druck wirkt auf den Druckübersetzer 30, der bewegt wird, wenn der Anschlag 25 des Oberwerkzeugträgers 8 den Anschlag 19 der Kolbenstange 27 mit der Anschlagdämpfung 26 erreicht hat.

Der Kolben 22 ist nun so eingestellt, daß bei Synchronlauf in der Kupplung 2 der Anschlag 25 am Oberwerkzeugträger 8 die Anschlagdämpfung 26 des Anschlages 19 erreicht. Anschließend wird das erforderliche Drehmoment der Kupplung 2 durch Zuschalten des Wegeventils 10 erreicht. Im Hochgang des Oberwerkzeugträgers 8 bleibt entsprechend der Einstellung der Kolben 22 mit der Kolbenstange 27 stehen, wenn der Druckübersetzer 30 seine Endlage erreicht hat. Zeitlich versetzt wird die Kupplung 2 vom Sekundärgetriebe getrennt, so daß die Drehmassen des Sekundärgetriebes durch die bremsende Wirkung des Oberwerkzeugträgers 8 und des Oberwerkzeuges 28 im oberen Totpunkt zum Stillstand kommen und hier die Bremse nur noch die Haltefunktion übernimmt. Bei Erfordernis wird durch Notstopp das Wegeventil 20 betätigt, so daß sich die Kolbenstange 27 mit dem Anschlag 19 nach oben bewegt und den Anschlag 25 am Oberwerkzeugträger 8 wesentlich früher erreicht als im Normalbetrieb. Der Notstopp durch die Bremse 4 wird durch das Entlüften des oberen Druckmittelraumes 31 zusätzlich unterstützt.

