

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 234 451**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 87102071.5

(51)

Int. Cl.<sup>3</sup>: B 66 D 1/52

(22)

Anmeldetag: 13.02.87

(30)

Priorität: 19.02.86 DE 3605324

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
02.09.87 Patentblatt 87/36

(84)

Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES GB IT LI NL SE

(71)

Anmelder: Liebherr-Werk Nenzing Ges.m.b.H.

A-6710 Nenzing(AT)

(72)

Erfinder: Länge, Walter Dipl.-Ing  
Balzweg 469  
A-6713 Ludesch(AT)

(74)

Vertreter: Gossel, Hans K., Dipl.-Ing.  
Rechtsanwälte E. Lorenz - B. Seidler M. Seidler - Dipl.-Ing.  
H.K. Gossel Dr. I. Philipps - Dr. P.B. Schäuble Dr. S.  
Jackermeier - Dipl.-Ing. A. Zinnecker  
Widenmayerstrasse 23 D-8000 München 22(DE)

(54)

Kran.

(57)

Ein Kran besitzt ein Hubseil und ein eine Hubseilwinde aufweisendes Hubwerk. Damit bei dem trotz erheblicher vertikaler Relativbewegungen zwischen dem Kran und der zu hebenden Last, wie sie beispielsweise bei auf von Wellen bewegten Schiffen liegenden Lasten auftreten, der Hublastbeiwert nicht berücksichtigt werden muß, so daß der Kran im wesentlichen so ausgelegt werden kann, als würde die in vertikaler Richtung schwingende Last von einer relativ zu dem Kran ruhenden Plattform aufgehoben, ist die Hubseilwinde mit einem Antrieb oder einer Rutschkupplung (1) zwischen dieser und dem Antrieb versehen, die derart gesteuert sind, daß die Zugkraft des Hubseils über einen Zeitraum, der vorzugsweise größer als eine Sekunde ist, schrittweise oder kontinuierlich auf die dem Gewicht der Last entsprechende bzw. die zu deren Heben erforderliche Kraft gesteigert wird. Die Winde ist durch die jeweilige Seilkraft übersteigende Gegenkräfte unter Abzug des Hubseils von dieser rückdrehbar (Fig. 1).

EP 0 234 451 A2

./...

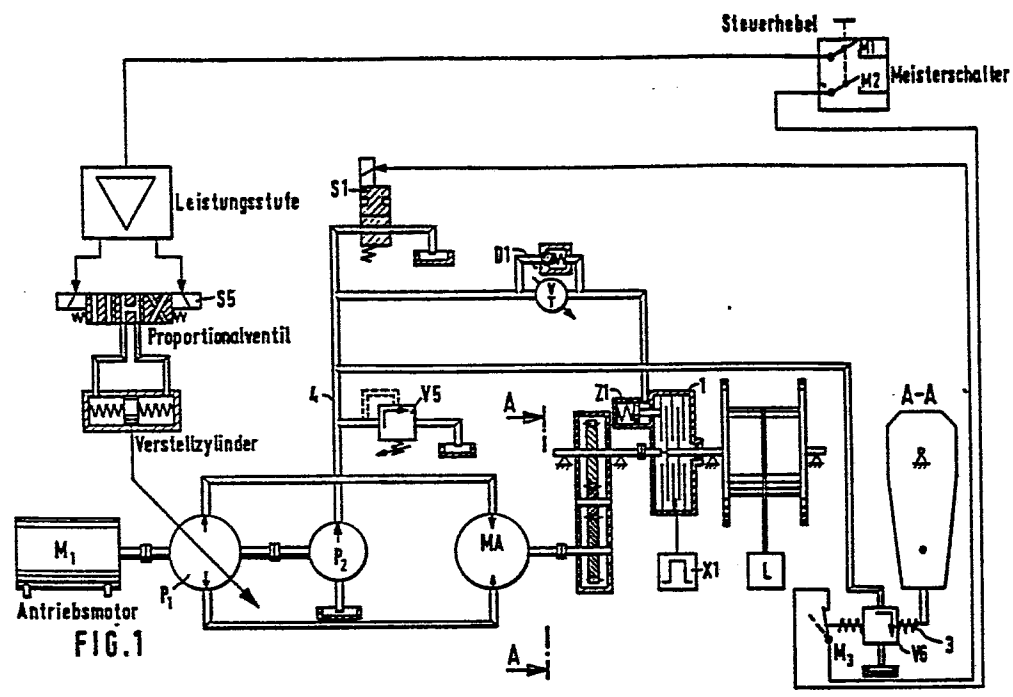


FIG.1

**0234451**

19. Febr. 1986

92 317 G-k1

Liebherr-Werk Nenzing Ges.m.b.H.,  
6710 Nenzing, Österreich

---

K r a n

---

Die Erfindung betrifft einen Kran mit einem ein Hubseil und eine Hubseilwinde aufweisenden Hubwerk.

Besondere Probleme beim Heben einer Last mit einem Kran treten dann auf, wenn die Last relativ zu dem Kran vertikale Bewegungen ausführt. Sollen beispielsweise mit einem auf der Plattform einer Bohrinself stationär angeordneten Kran Lasten von einem Schiff gehoben werden, führen diese entsprechend der Roll- und Stampfbewegungen des Schiffes, die von den Amplituden und den Perioden der Wellen abhängen, mit dem Schiff Vertikalbewegungen relativ zu dem auf der Plattform stehenden Kran aus. Diese Bewegungen können entsprechend den Wind- und Wetterbedingungen

beträchtliche Größen annehmen. Werden von einem derart bewegten Schiff Lasten gehoben, können diese auf das Hubseil und damit die Krankonstruktion beträchtliche dynamische Stoßbeanspruchungen übertragen. Diesen Stoßbeanspruchungen wird durch den Nutzlastbeiwert  $C_b$  Rechnung getragen, der sich aus folgender Gleichung errechnet:

$$C_b = 1 + 0,9 \cdot (v_h + v_w) \cdot (K/(g \cdot L))^{1/2}$$

In der vorstehenden Gleichung bedeuten:

- $C_b$  = Nutzlastbeiwert, also der Faktor, mit dem die Größe der Nennlast bei der Berechnung und Auslegung des Krans zu multiplizieren ist,
- $v_h$  = Hakengeschwindigkeit des Kranes,
- $v_w$  = vertikale Bemessungsgeschwindigkeit des Ladungsdecks eines Versorgungsschiffes,
- $K$  = Federkonstante des Kranes, bezogen auf den Vertikalweg des Lasthakens,
- $g$  = Gravitationskonstante,
- $L$  = Kraftwirkung der Nutzlast.

Der Nutzlastbeiwert, der also von der Hubgeschwindigkeit, der Steifigkeit des Kranes und der Vertikalgeschwindigkeit der zu hebenden Last relativ zu dem Kran abhängt, berücksichtigt die dynamischen Beanspruchungen des Kranes, die durch Stoßwirkungen der relativ zu dem Kran bewegten Last hervorgerufen werden. Je nach der signifikanten Wellenhöhe und der mittleren Periode der Wellen kann dieser Hublastbeiwert zwischen 1,3 und etwa 4,5 liegen. Da ein bewegte Lasten hebender Kran unter Berücksichtigung des größten auftretenden Hublastbeiwertes konstruiert und ausgelegt werden muß, wird die Krankonstruktion beträchtlich verteuert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Kran der eingangs angegebenen Art zu schaffen, bei dem trotz erheblicher vertikaler Relativbewegungen zwischen diesem und der zu hebenden Last, wie sie beispielsweise bei auf von Wellen bewegten Schiffen liegenden Lasten auftreten, der Hublastbeiwert nicht berücksichtigt werden muß, so daß der Kran im wesentlichen so ausgelegt werden kann, als würde die in vertikaler Richtung schwingende Last von einer relativ zu dem Kran ruhenden Plattform aufgehoben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Kran der eingangs angegebenen Art dadurch gelöst, daß die Hubseilwinde mit einem Antrieb der eine Rutschkupplung zwischen dieser und dem Antrieb versehen ist, die derart gesteuert sind, daß die Zugkraft des Hubseils über einen Zeitraum, der größer als eine Sekunde ist, schrittweise oder kontinuierlich auf die dem Gewicht der Last entsprechende bzw. die zu deren Heben erforderliche Kraft gesteigert wird, und daß die Winde durch die jeweilige Seilkraft übersteigende Gegenkräfte unter Abzug des Hubseils von dieser rückdrehbar ist.

Der erfindungsgemäße Kran gestattet es, eine relativ zu dem Kran in vertikaler Richtung bewegte Last im wesentlichen ebenso zu heben, wie eine Last, die sich in relativer Ruhelage zu dem Kran befindet. Denn wenn das zunächst schlaffe Seil über den Kranhaken oder dergleichen an die Last angehängt wird, erfolgt zunächst eine Straffung des Seils, das dann zunehmend an Zugkraft zunimmt und dadurch zunehmend einen größeren Teil des Gewichts der Last trägt. Die Last führt aber dennoch ihre Relativbewegungen in Bezug auf den Kran aus, wobei sich aber die von dem Hubseil auf die Last übertragene Hebekraft ständig steigert. Das an die Last angehängte Hubseil befindet sich somit in relativer Ruhelage zu der Last, weil die Relativbewegungen der Last relativ zu dem Kran durch Vorwärts- und Rückwärtsdrehen der mit

einem bestimmten Drehmoment angetriebenen Seiltrommel ausgeglichen werden. Durch den erfindungsgemäßen Kran wird somit eine bewegte Last grundsätzlich in der gleichen Weise gehoben wie eine unbewegte Last.

Gegenüber einer unbewegten Last wirken jedoch auf die in vertikaler Richtung bewegte Last negative und positive Beschleunigungen, die je nach Bewegungsrichtung der Last miteinander abwechseln. Wird also bei dem erfindungsgemäßen Kran die Seilzugkraft in vorbestimmter Zeit gesteigert, erreicht diese einen Wert, der dem Gewicht der zu hebenden Last entspricht. Dabei kann sich natürlich die benötigte Kraft zum Heben der Last kurzfristig erhöhen, wenn auf die Last eine negative Beschleunigung wirkt.

Durch den erfindungsgemäßen Kran wird also die Last stoßfrei in einem Zeitpunkt abgehoben, in dem die Seilzugkraft das Gewicht der Last zuzüglich einer etwaigen gerade wirkenden Beschleunigungskraft erreicht hat.

Bei dem erfindungsgemäßen Kran braucht ein Hublastbeiwert nicht berücksichtigt zu werden, weil während des Hebens kein schlaffes Seil vorhanden ist, auf das die bewegte Last Stöße ausüben könnte.

Bei dem erfindungsgemäßen Kran ist lediglich ein Sicherheitsbeiwert zu berücksichtigen, der aber nur einen Bruchteil der Nennlast zu betragen braucht, weil Stoßbelastungen nicht auftreten können. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß die Rutschkupplung oder der Antrieb die höchste Seilkraft auf eine Kraft begrenzen, die um einen bestimmten Sicherheitsfaktor, vorzugsweise einen Sicherheitsfaktor im Bereich von 1,5, über der Nennlast liegt. Mit höheren Beanspruchungen kann die Krankonstruktion nicht belastet werden, weil

dann der Antrieb oder die Rutschkupplung durchrutscht und die benötigte Länge Hubseil von der Hubseilwinde abgezogen wird.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Steuerung das Hubseil über den Antrieb der Winde oder die Rutschkupplung zunächst auf einen vorgegebenen Bruchteil, vorzugsweise im Bereich von 5%, der Nennlast vorspannt und anschließend die Zugkraft kontinuierlich auf den der Nennlast entsprechenden bzw. den zum Heben der Last erforderlichen Wert steigert. Nach dieser Ausgestaltung wird also das Hubseil zunächst verhältnismäßig gering vorgespannt, bis alles lose Seil aufgetrommelt ist und dadurch Schlappseil vermieden wird, bevor dann durch eine Zwangsschaltung, also automatisch, ein Schaltimpuls ausgelöst wird, der die Seilkraft bis zum Anheben der Last kontinuierlich ansteigen läßt.

In weiterer Ausgestaltung kann die Schaltung so ausgeführt werden, daß der Zeitpunkt des Schaltimpulses zum Ansteigen der Zugkraft durch den Kranführer gewählt wird, daß aber auf jeden Fall das Seil vorher vorgespannt wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Hubwinde bzw. deren Antrieb mit einem eine Drehmomentabstützung bildenden Arm versehen ist, der bei Erreichen einer vorbestimmten, unter der Nennlast liegenden Seilkraft einen Schalter oder ein Ventil betätigt, die zwangsweise das Antriebsdrehmoment der Winde bis zu der höchsten Seilkraft steigern. Eine derartige Drehmomentabstützung schafft eine zusätzliche Sicherheit, daß die Seilzugkraft nicht absinkt, wenn einmal der Hebevorgang eingeleitet worden ist. Der Schalter oder das Ventil der Drehmomentabstützung werden zweckmäßigerweise bei Erreichen der Vorspannkraft des Hubseils betätigt.

Wird die Winde nur über einen Motor angetrieben, wird zweckmäßi-

gerweise ein Hydromotor vorgesehen, dessen Antriebsmoment durch den Druckmitteldruck gesteuert werden kann.

Die Rutschkupplung besteht zweckmäßigerweise aus einer Lamellenkupplung. Die Lamellenkupplung kann durch von Federn vorgespannte Kolben belastet sein, die zur Verringerung des Rutschmoments mit einer hydraulischen Flüssigkeit beaufschlagbar sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Kran kann es sich vorzugsweise um einen auf der Plattform einer Bohrinself montierten Kran mit wippbarem Ausleger handeln. Die Erfindung läßt sich auch bei Kränen mit starrem Ausleger oder ohne Ausleger verwirklichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt

- Fig. 1 eine schematische Darstellung des Hubwerks mit Winde und den zugehörigen Antriebs- und Steuerungseinrichtungen,
- Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung mit zusätzlichem Inkrementalgeber, der die Stromzuführung zum Magnetventil S1 unterbricht, sobald die Kupplung schleift, und
- Fig. 3 eine den Fig. 1 und 2 entsprechende Darstellung, jedoch mit einem die Kupplung beaufschlagenden Hydraulikzylinder in abweichender Ausführungsform.

Zum Heben wird der dargestellte Steuerhebel betätigt. Dabei werden die Schalter M1 und M2 geschaltet. Über die Leistungsstufe wird das Proportionalventil S5 erregt und die Hubwerkspumpe P1

ausgeschwenkt und dadurch der Hydraulikmotor MA angetrieben. Gleichzeitig wird, wenn keine Last L vorhanden ist, über den dann geschlossenen Schalter M3 das Magnetventil S1 geschaltet. Jetzt kann sich in der Leitung 4 ein Druck aufbauen, der dem am Überdruckventil V5 eingestellten Druck entspricht. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, ist zwischen dem Getriebe und der Welle der Winde eine Lamellenkupplung 1 eingebaut. Das Rutschmoment der Rutschkupplung 1 wird durch die Kolbenstange des Zylinders Z1 eingestellt, wobei auf den Kolben eine Druckfeder wirkt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Druckfeder wird der Kolbenring von der Hydraulikflüssigkeit aus der Leitung 4 beaufschlagt, so daß die Feder zusammengedrückt und damit die Lamellenkupplung durch den Druck in der Hydraulikleitung 4 entlastet (geöffnet) wird.

Das Überdruckventil V5 ist so eingestellt, daß sich an der Lamellenkupplung 1 ein Rutschmoment einstellt, das etwa 5% des Nennseilzuges entspricht.

Das Getriebe ist auf der Welle drehbar gelagert und stützt sich auf der Feder 3 ab. Die Feder 3 wird so gewählt, daß beim Erreichen von ca. 5% des Nennseilzuges, das Ventil V6 geschaltet und gleichzeitig der Schalter M3 abfällt. Hierdurch fällt einerseits das Magnetventil S1 ab und es wird andererseits die Druckleitung 4 über das Ventil V6 entlastet.

Der vorhandene Hydraulikdruck im Zylinder Z1 baut sich über die Düse D1 langsam ab. Die Zeit bis zum vollständigen Druckabfall wird über die Düse D1 reguliert und wird ca. 1 Sec. und länger sein. Durch den langsamen Druckabfall steigt das Rutschmoment in der Kupplung kontinuierlich an, bis das maximale, über die Feder im Zylinder Z1, eingestellte Moment erreicht wird.

Durch diese Schaltungsweise wird einerseits sichergestellt, daß bei jedem Hub die Lamellenkupplung geöffnet und anschließend

wieder langsam geschlossen wird. Andererseits wird über redundante Schaltung sichergestellt, daß bei schwebender Last die Kupplung nicht geöffnet wird.

Eine Verfeinerung der Steuerung kann dadurch erreicht werden, daß wie in Figur 2 dargestellt, zusätzlich ein Inkrementalgeber X1 eingebaut wird, welcher die Stromzuführung zum Magnetventil S1 unterbricht, sobald die Kupplung schleift. Dieses wiederum hat zur Folge, daß der oben beschriebene Schließvorgang der Kupplung eingeleitet wird. Dieses bedeutet, daß wenn eventuelles Schlappseil aufgetrommelt ist, die Kupplung durchrutscht und dann die Zugkraft kontinuierlich gesteigert wird.

Weitere Verfeinerungen sind dadurch denkbar, daß der Druckabbau im Zylinder Z1 nicht primär über Düse D1 erreicht wird, sondern daß der Druckabbau elektronisch gesteuert wird und die Düse D1 die Funktion als redundantes System übernimmt.

Als zusätzliche Ausrüstung kann eine elektrische Überwachungslogik eingebaut werden, die einmal alle Systeme überwacht und gleichzeitig bei etwaigen Ausfällen anzeigt, wo die Störung liegt.

Selbstverständlich kann anstelle des im Beispiel angeführten Windenantriebes auch eine andere Art des Antriebs eingesetzt werden.

Das maximal zu übertragende Moment und damit die Zugkraft wird über die Feder im Zylinder Z1 so eingestellt, daß die maximale Zugkraft z.B. das 1,5-fache der Nennlast nicht übersteigt. Damit wird der Kran vor Überlastung wirkungsvoll geschützt. Hat nun ein Kran eine mit der Ausladung veränderliche zulässige Hublast, kann das Rutschmoment, und damit die maximale Zugkraft dadurch verändert werden, daß die Kammer 1 des Zylinders Z2 wie in Fig.

3 dargestellt durch hydraulischen Druck beaufschlagt wird.  
Dieser Zylinder wird anstelle von Z1 in Fig. 1 und 2 eingebaut.

Der entstehende Druck in der Druckleitung 5 wird über das Magnetventil V3 oder durch ein mechanisch verstellbares Überdruckventil V4 oder beide eingestellt. Dabei kann die mechanische Verstellung des Ventils V4 über den Hebel 6 geschehen, welcher beispielsweise bei Wippkranen direkt vom Ausleger angetrieben wird.

19. Febr. 1986

92 317 G-k1

Liebherr-Werk Nenzing Ges.m.b.H.,  
6710 Nenzing, Österreich

---

K r a n

---

Patentansprüche:

1. Kran mit einem ein Hubseil und eine Hubseilwinde aufweisenden Hubwerk,

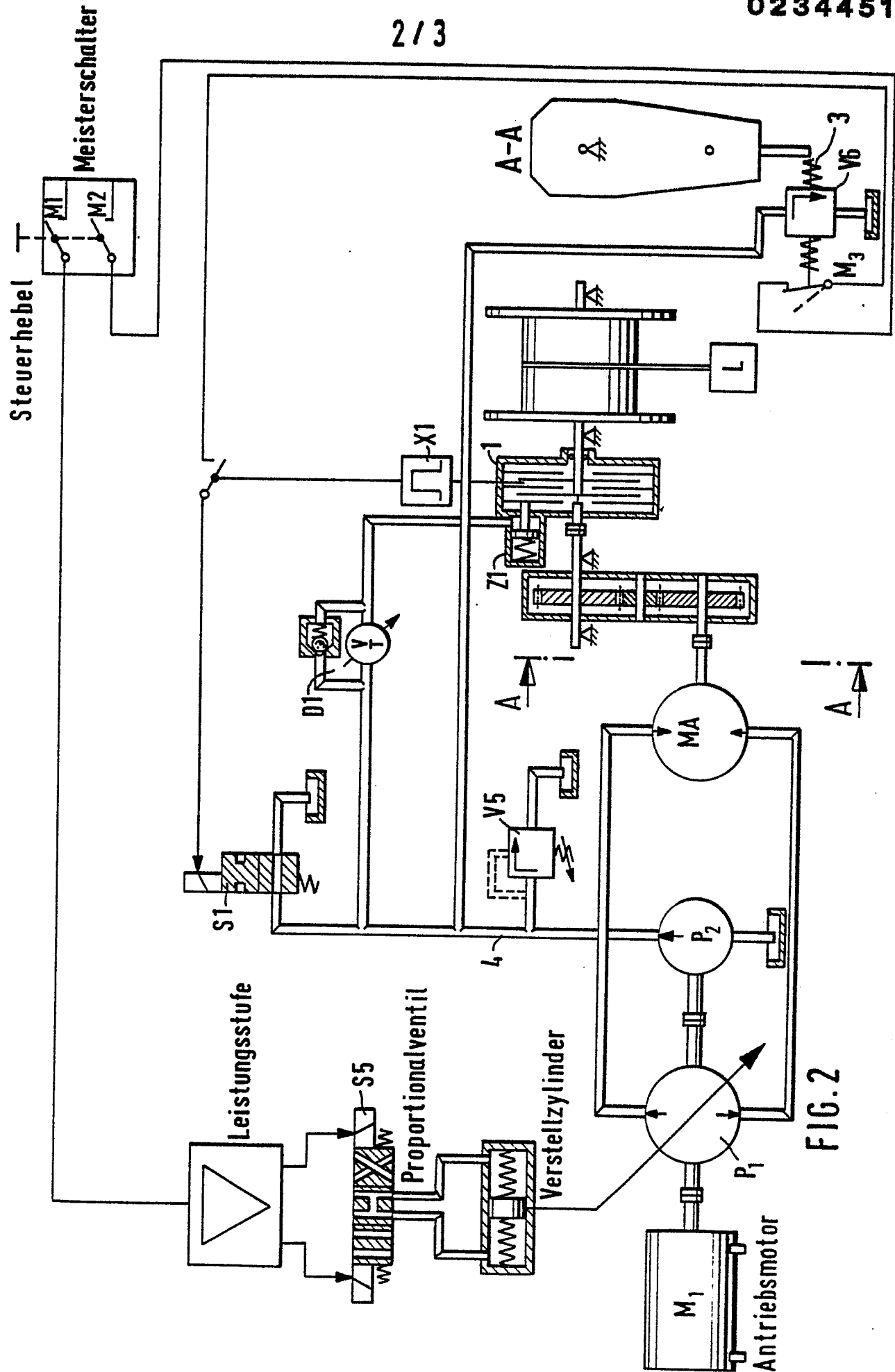
dadurch gekennzeichnet,

daß die Hubseilwinde mit einem Antrieb oder einer Rutschkupplung zwischen dieser und dem Antrieb versehen ist, die derart gesteuert sind, daß die Zugkraft des Hubseils über einen Zeitraum, der vorzugsweise größer als eine Sekunde ist, schrittweise oder kontinuierlich auf die dem Gewicht der Last entsprechende bzw. die zu deren Heben erforderliche Kraft gesteigert wird, und daß die Winde durch die jeweilige Seilkraft übersteigende Gegenkräfte unter Abzug des Hubseils von dieser rückdrehbar ist.

2. Kran nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rutschkupplung oder der Antrieb die höchste Seilkraft auf eine Kraft begrenzen, die um einen bestimmten Sicherheitsfaktor, vorzugsweise einen Sicherheitsfaktor im Bereich von 1,5, über der Nennlast liegt.
3. Kran nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung des Hubseil über den Antrieb der Winde oder die Rutschkupplung zunächst auf einen vorgegebenen Bruchteil, vorzugsweise im Bereich von 5%, der Nennlast vorspannt und anschließend die Zugkraft kontinuierlich auf den der Nennlast entsprechenden bzw. den zum Heben der Last erforderlichen Wert steigert.
4. Kran nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubwinde bzw. deren Antrieb mit einem eine Drehmomentabstützung bildenden Arm versehen ist, der bei Erreichen einer vorbestimmten unter der Nennlast liegenden Seilkraft einen Schalter oder ein Ventil betätigt, die zwangsweise das Antriebsdrehmoment der Winde bis zur höchsten Seilkraft steigern.
5. Kran nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter oder das Ventil durch den Arm bei Erreichen der Vorspannkraft des Hubseils betätigt werden.
6. Kran nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rutschkupplung aus einer Lamellenkupplung besteht.

7. Kran nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lamellenkupplung durch von Federn vorgespannten Kolben belastet ist, die zur Verringerung des Rutschmoments mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar sind.





3 / 3

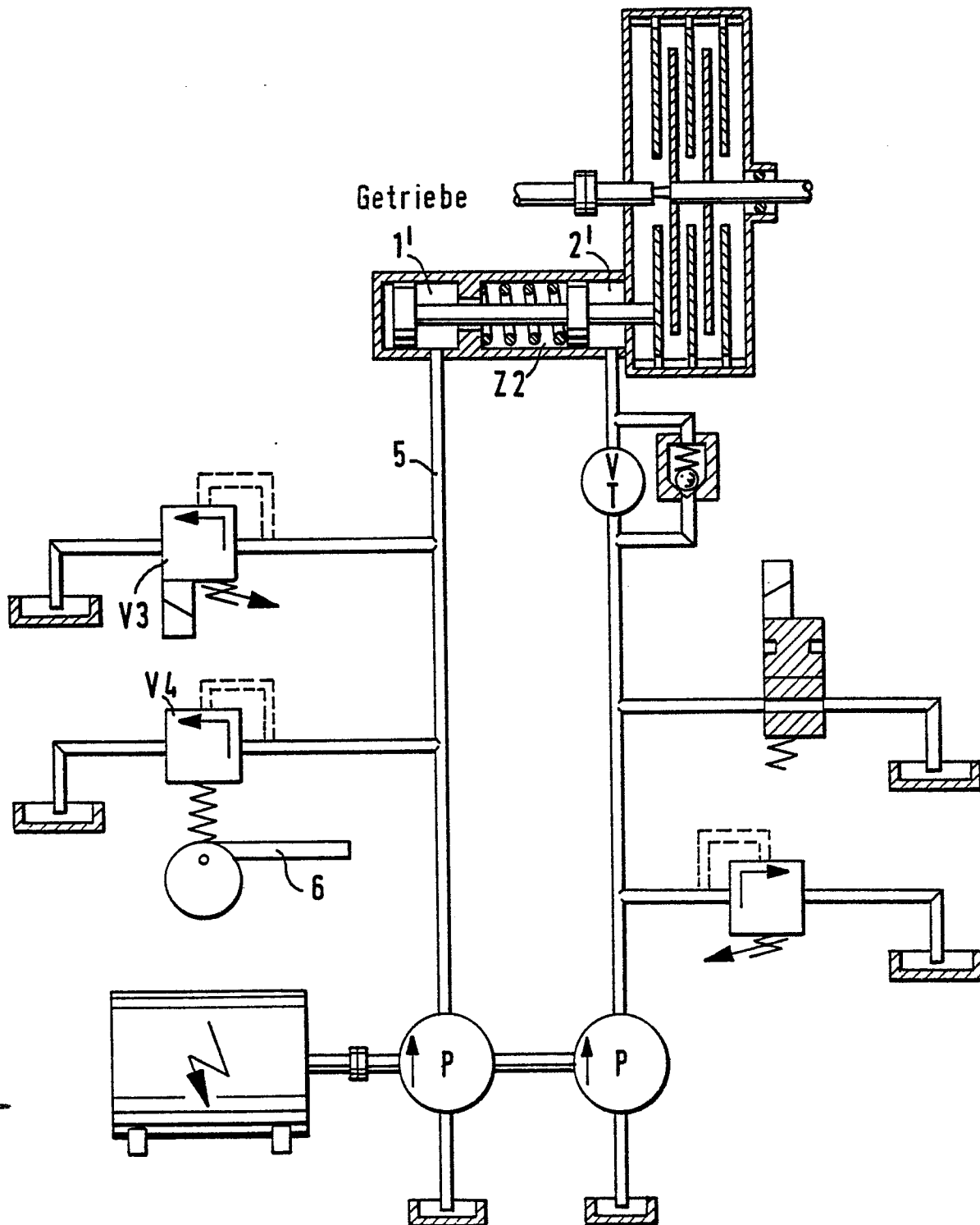


FIG. 3