



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: C 02 F

11/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



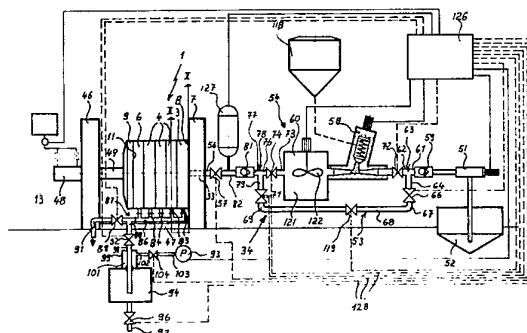
⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

634 538

②① Gesuchsnummer:	11343/78	⑦③ Inhaber:	Firma Hans Kübler, Birkenfeld (DE)
②② Anmeldungsdatum:	03.11.1978		
③⑦ Priorität(en):	09.11.1977 DE 2750028	⑦② Erfinder:	Rolf Flach, Herrenberg-Gültstein (DE)
②④ Patent erteilt:	15.02.1983		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	15.02.1983	⑦④ Vertreter:	Patentanwälte Dr.-Ing. Hans A. Troesch und Dipl.-Ing. Jacques J. Troesch, Zürich

⑤④ **Verfahren zum Auspressen von Klärschlämmen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Die Kammerfilterpresse (1) wird mittels einer Förderpumpe (51) mit dem auszupressenden Nassschlamm beschickt, wobei diesem pro m³ zwischen 2 und 12 kg ungelöschten Kalks bzw. die äquivalente Kalk-Milch-Menge zugesetzt werden. Nach einer einleitenden, ersten Beschickungsphase der Kammerfilterpresse wird der Pressvorgang in mehrere Pressphasen unterteilt, die ihrerseits mehrere Presszyklen umfassen, in denen der Pressdruck erhöht und wieder abgesenkt wird. Innerhalb jeder Pressphase wird zwischen einem für diese Pressphase charakteristischen oberen und einem charakteristischen unteren Grenzwert des Druckes gearbeitet. Eine zur vollautomatischen Durchführung des Verfahrens vorgesehene, programmierbare Steuerungseinrichtung (126) umfasst Druckwächter, die auf die genannten Druckgrenzwerte einstellbar sind, sowie Impulszähler, die auf die erwünschten Presszyklenzahlen einstellbar sind. Man erreicht Feststoffgehalte von über 50 % und weitgehende Hygienisierung des Schlammkuchens.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Auspressen von Klärschlämmen mittels einer Kammerfilterpresse (1) mit einer Anzahl mit wasser-durchlässigen aber für die Feststoffteile des Schlammes im wesentlichen undurchlässigen Filtertüchern (19, 21) ausgekleideten, miteinander kommunizierenden Presskammern (2), die durch je zwei Kammerplatten (3, 4, 6) begrenzt sind, die in einem zwischen einem feststehenden Pressentisch (7) und einem beweglichen Pressenkopf (9) lösbar fest eingespannten Kammerplattenstapel angeordnet sind und mindestens an Bereichen ihrer den Kammerhohlraum begrenzenden Innenflächen mit mit einem Auslasskanal (38) kommunizierenden Rillen (39, 41) versehen sind, durch die das durch die Filtertücher (19, 21), zwischen denen die Feststoffe zurückgehalten werden, unter dem Einfluss des Pressdruckes hindurchtretende Wasser abfließen kann, wobei der Pressvorgang im Anschluss an eine erste Anlauf-Pressphase, in der die Kammern (2) erstmalig mit einer das Kammervolumen homogen erfüllenden Nassschlammmenge beschickt werden, eine Vielzahl von weiteren Presszyklen umfasst, in denen jeweils eine Nachbeschickung der Kammern (2) mit geringeren Schlammengen erfolgt, wobei die den Pressdruck erzeugende Förderpumpe (51) eingeschaltet wird, wenn der Kammerdruck auf einen unteren Grenzwert abgesunken ist und wieder abgeschaltet wird, wenn ein für die Erzielung eines möglichst hohen Feststoffgehalts des ausgepressten Schlammkuchens erforderlicher oberer Grenzwert des Kammerdruckes wieder aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert des Druckes, bei dem die Anlauf-Pressphase zur Erstbeschickung des Kammervolumens mit Nassschlamm beendet wird, höchstens etwa 25% des in der Endphase des Pressvorgangs einzuhaltenden oberen Grenzwertes des Anpressdruckes beträgt, dass in einer sich an die Anlauf-Pressphase anschließenden Nachbeschickungsphase, die mindestens zehn Presszyklen umfasst, in denen jeweils durch Nachförderung von Nassschlamm der Druck in den Kammern (2) wieder auf einen oberen Grenzwert erhöht wird, dieser Grenzwert schrittweise auf den in der End-Pressphase zur Anwendung gelangenden oberen Grenzwert des Druckes erhöht wird, und dass man mindestens im Anschluss an die Anlauf-Pressphase den Kammerdruck auf einen Wert absinken lässt, der nur wenig grösser ist als der Umgebungsdruck.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachbeschickungsphase auf eine Anzahl von mehreren Presszyklen mit gleichem oberem und unterem Grenzwert des Kammerdruckes umfassenden Pressphasen verteilt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zyklenzahl in den einzelnen Pressphasen gleich ist und etwa gleich dem auf eine ganze Zahl abgerundeten Wert des Bruches $50/n$ ist, wenn n die Zahl der Pressphasen mit verschiedenen oberen Grenzwerten des Druckes ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Grenzwert des Druckes in der ersten Pressphase $3 \pm 0,5$ bar beträgt, und dass die Nachbeschickungsphase vier Pressphasen umfasst, in denen der obere Grenzwert des Druckes jeweils sukzessive um $2 \pm 0,5$ bar erhöht ist, dass der obere Grenzwert des Druckes in der End-Pressphase mindestens 12 bar beträgt, und dass der untere Druck-Grenzwert in jeder Phase etwas niedriger ist als der obere Druckgrenzwert der vorhergehenden Pressphase.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Übergang von einer Pressphase auf die nächste den Kammerdruck auf einen Übergangswert absenkt oder absinken lässt, der erheblich niedriger ist als der untere Druckgrenzwert der vorhergehenden Pressphase.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangswert zwischen 0 und 1 bar beträgt und dass der Übergangswert zwischen der Anlauf-Pressphase und

der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase niedriger ist als zwischen den nachfolgenden Pressphasen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Pressphasen der Nachbeschickungsphase und die End-Pressphase mit einer, bezogen auf den Zeitpunkt des Unterschreitens des Übergangsdruckwertes, konstanten Zeitverzögerung eingeschaltet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitverzögerung 6 ± 2 Minuten und vorzugsweise 5 Minuten beträgt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kammerdruck mindestens im Anschluss an den letzten Presszyklus der End-Pressphase und vorzugsweise zwischen mehreren der dem letzten Presszyklus vorhergehenden Presszyklen durch Evakuieren der Presskammern auf einen Wert abgesenkt wird, der niedriger ist als der Siededruck des Wassers bei den jeweils herrschenden Umgebungsbedingungen.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der auszupressende Nassschlamm mit ungelöschtem Kalk oder einer äquivalenten Kalk-Milch-Menge versetzt wird, wobei pro m^3 Nassschlamm zwischen 2 und 12, vorzugsweise zwischen 5 und 11 kg CaO bzw. die äquivalente Kalk-Milch-Menge zugesetzt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der ungelöschte Kalk in Pulver- oder feingranulierter Form unter hohem Druck in das sich stromab an die Förderpumpe (51) anschließende Förderleitungssystem (34) eingeblasen oder eingepresst wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalkmilch unter dem im Förderleitungssystem (34) herrschenden Druck in den Nassschlamm eingerührt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugabe des ungelöschten Kalkes in einem Zweig (54) des Förderleitungssystems (34) erfolgt, der zu einem weiteren Zweig (53) parallel schaltbar ist, in dem bei Bedarf die Zuführung von Kalkmilch erfolgt.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Kammerfilterpresse (1), einer Schlammförderpumpe (51) zur Beschickung der Presse (1) mit dem erforderlichen Pressdruck und mit einer die Pumpe steuernden, den Kammerdruck überwachenden Druck-Sensoreinrichtung, die die Pumpe (51) aktiviert, wenn der Kammerdruck auf einen unteren Druckgrenzwert abgefallen ist, oder diesen unterschreitet, und die Pumpe (51) wieder abschaltet, wenn ein oberer Druckgrenzwert erreicht bzw. überschritten wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) es ist ein den Kammerdruck in der Anlauf-Pressphase überwachender erster Druckwächter (b1) vorgesehen, der bei Erreichen des für diese Phase charakteristischen oberen Druckgrenzwertes ein Steuersignal zum Abschalten der Förderpumpe (51) und bei Erreichen eines ersten unteren Grenzwertes (P_{min}) ein Steuersignal zur Aktivierung der Pumpe (51) im ersten Zyklus der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase erzeugt;
- b) es ist ein den Kammerdruck in der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase überwachender, den Presszyklenablauf steuernder zweiter Druckwächter (1b1) vorgesehen, der bei Erreichen des für die erste Pressphase charakteristischen oberen Druckgrenzwertes (G_1) ein Steuersignal zum Abschalten der Förderpumpe (51) und bei Erreichen des für die erste Pressphase charakteristischen unteren Grenzwertes (g_1) ein Steuersignal zum Einschalten der Förderpumpe (51) für den nächsten Presszyklus erzeugt;
- c) ein Zählimpulsgeber (1d3) erzeugt für jeden Presszyklus einen Zählimpuls, der das Zähl-Eingangssignal eines subtrahierenden Zyklenzählers (1u1) mit vorwählbarer Impuls-

zahl ist, dessen Null-Zählerstands-Ausgangssignal einen weiteren Druckwächter (2b1) aktiviert, der das Steuersignal zur Aktivierung der nächsten, durch einen höheren Druckgrenzwert (G_2) charakterisierten Pressphase erzeugt, wenn der Druck nach dem Abschalten der Förderpumpe (51) im letzten Zyklus der vorhergehenden Pressphase auf einen einstellbaren unteren Grenzwert (g_1) abgesunken ist;

- d) für jede weitere, auf die erste Pressphase folgende Pressphase sind den Merkmalen b) und c) analoge weitere Druckwächter (2b1, 3b1, 4b1, 5b1) und Zyklenzähler (2u1, 3u1, 4u1, 5u1) mit analoger Funktion vorgesehen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein auf das Ausgangssignal des zweiten Druckwächters (1b1) bzw. der weiteren Druckwächter (2b1 bis 4b1) ansprechendes Verzögerungsglied (1d1 bis 5d1) vorgesehen ist, das das Einschalten der Förderpumpe (51) im ersten Zyklus der jeweils nachfolgenden Pressphase gegenüber dem Ausgangssignal des zweiten bzw. der weiteren, das Ende der vorhergehenden Pressphase signalisierenden Druckwächter (1b1 bzw. 2b1 bis 4b1) um eine zwischen den beiden Pressphasen vorgesehene, einstellbare Pausenzeit (Δ_t) verzögert.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) der die einzelnen miteinander kommunizierenden Presskammern (2) umfassende Pressenhohlraum ist mittels einer Vakuumpumpe (93) evakuierbar, deren Saugleitung (103) an einen als Auffangbehälter ausgebildeten Rezipienten (94) angeschlossen ist, der über das Auslaufrohr (98) eines an die Auslassstutzen (83) der Presskammern (2) angeschlossenen Sammelkopfes (86) vakuumdicht an die Kammerfilterpresse (1) angeschlossen ist;
- b) der Rezipient (94) ist mittels eines Ventils (92) vakuumdicht gegenüber den Presskammern (2) und mittels eines weiteren Ventils (104) gegenüber der Saugseite der Vakuumpumpe (93) absperrbar und mit einem ebenfalls mittels eines Ventils (96) absperrbaren Auslauf (97) versehen;
- c) der an die Saugleitung (103) der Vakuumpumpe (93) angeschlossene Absaugstutzen (102) des Rezipienten (94) ist oberhalb derjenigen Stelle angeordnet, an der das Auslaufrohr (98) in den Rezipienten (94) mündet und oberhalb des höchsten im Rezipienten (94) auftretenden Flüssigkeitsspiegels.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in einem von der Förderpumpe (51) zum Eingang (56) der Filterkammerpresse (1) führenden Zweig (54) des Förderleitungssystems (34) eine Dosiervorrichtung (58) für die Kalkzugabe vorgesehen ist, die einen in einen verengten Rohrabschnitt (109) des Förderleitungszweiges (54) mündenden, zu diesem verengten Abschnitt hin sich konisch erweiternden Kalk-Beschickungskanal (113) aufweist, dessen Längsachse (114), in Förderrichtung gesehen, einen spitzen Winkel mit der Längsachse (116) des verengten Rohrabschnittes (113) einschliesst.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Dosiervorrichtung (58) eine Mischvorrichtung (60) mit einem Rührwerk zur homogenen Verteilung des zugegebenen ungelöschten Kalkes bzw. der Kalkmilch im Nassschlamm nachgeschaltet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auspressen von Klärschlämmen mittels einer Kammerfilterpresse mit einer Anzahl mit wasserdurchlässigen aber für die Feststoffteile des Schlammes im wesentlichen undurchlässigen Filtertüchern ausgekleideten, miteinander kommunizierenden Presskammern, die durch je zwei Kammerplatten begrenzt sind, die in einem zwischen einem feststehenden Pressentisch und einem bewegli-

chen Pressenkopf lösbar fest eingespannten Kammerplattenstapel angeordnet sind und mindestens an Bereichen ihrer den Kammerhohlraum begrenzenden Innenflächen mit einem Auslasskanal kommunizierenden Rillen versehen sind, durch die das durch die Filtertücher, zwischen denen die Feststoffe zurückgehalten werden, unter dem Einfluss des Pressdruckes hindurchtretende Wasser abfließen kann, wobei der Pressvorgang im Anschluss an eine erste Anlaufpressphase, in der die Kammern erstmalig mit einer das Kammervolumen homogen erfüllenden Feststoffmenge beschickt werden, eine Vielzahl von weiteren Presszyklen umfasst, in denen jeweils eine Nachbeschickung der Kammern mit geringeren Schlammmengen erfolgt, wobei die den Pressdruck erzeugende Förderpumpe eingeschaltet wird, wenn der Kammerdruck auf einen unteren Grenzwert abgesunken ist und wieder abgeschaltet wird, wenn ein für die Erzielung eines möglichst hohen Feststoffgehalts des ausgepressten Schlammkuchens erforderlicher oberer Grenzwert des Kammerdruckes wieder aufgebaut ist.

Klärschlämme, die in Kläranlagen in den verschiedensten organisch- und anorganisch-chemischen und/oder biologischen Zusammensetzungen anfallen, werden vielfach unter Verwendung von sogenannten Kammerfilterpressen zu relativ «trockenen» Schlammkuchen ausgepresst, die sich dann einfacher weiter verarbeiten lassen, beispielsweise zu Dünger oder Dünger-Zusatz, falls die chemische und/oder biologische Vorbehandlung der Schlämme dies zulässt, oder sich mit geringerem Raumbedarf auf einer Mülldeponie ablagern lassen oder mit geringerem Aufwand zu einer Müllverbrennungsanlage transportierbar und verbrennbar sind. In jedem Falle ist es dabei erwünscht, wenn der Feststoffgehalt der Schlammkuchen möglichst hoch, bzw. der Restwassergehalt möglichst gering ist.

Das bislang günstigste Verfahren zum Betrieb solcher Kammerfilterpressen besteht darin, dass man die Presskammern in einer Anlaufphase kontinuierlich mit Nassschlamm beschickt, dessen Feststoffanteile zwischen den die Filterkammern auskleidenden Filtertüchern nahezu vollständig zurückgehalten werden, während das Wasser durch die Filtertücher hindurchtreten und durch die Rillen und die mit diesen kommunizierenden Ablaufstutzen der einzelnen Kammerplatten abfließen kann. Je mehr sich dabei die Kammern mit dem Feststoffgehalt des Schlammes auffüllen und eine in dem Sinne «homogene» Befüllung des Kammervolumens erreicht wird, dass dieses mit etwa gleichmäßig dichter Feststoffpackung vollständig ausgefüllt ist, steigt der zum weiteren Einpressen von Nassschlamm und Auspressen seines Wassergehalts erforderliche Druck, der von einer Schlamm-Förderpumpe erzeugt wird an, der in praktischen Fällen auf etwa 12-15 bar gesteigert werden kann. Ist dieser zum weiteren Einpressen von Nassschlamm erforderliche obere Grenzwert des Druckes erreicht, der gleichzeitig anzeigt, dass die im obigen Sinne homogene Befüllung des Kammervolumens erstmalig erreicht ist, so wird die Pumpe abgeschaltet und die Anlauf-Pressphase ist beendet. Man lässt nun das in den Kammern enthaltene Wasser, das anfänglich noch unter einem diesem oberen Grenzwert entsprechenden Druck steht, so lange abfließen, bis der hydrostatische Druck in den Kammern so weit abgenommen hat, dass in nachfolgenden Presszyklen, in denen der Schlammkuchen weiter verfestigt wird, gegen den in den Kammern herrschenden Druck eine Nachbeschickung mit Nassschlamm erfolgen kann. Dabei wird zwischen einem unteren Grenzwert des Druckes von etwa 8 bar, bei dem die Pumpe jeweils wieder eingeschaltet wird, und dem genannten oberen Grenzwert des Druckes von 12-15 bar, bei dem die Pumpe jeweils wieder ausgeschaltet wird, in wiederholten Nachpresszyklen gearbeitet. Im Verlauf dieser wiederholten Presszyklen, die von einer Bedienungsperson, die mittels eines Manometers den Innendruck in den Kammern überwacht, oder auch automatisch gesteuert sein können, wird mit zunehmender Verfestigung des Schlammkuchens immer

weniger Feststoff eingespeist, was sich darin äussert, dass das vom Anschalten der Pumpe beim unteren Grenzwert des Druckes bis zum Erreichen des oberen Grenzwertes des Druckes verstreichende Zeitintervall immer kürzer wird. Der Pressvorgang wird dann beendet, wenn dieses Zeitintervall nur noch im Bereich einiger weniger Zehntelsekunden liegt.

Angaben des Kammerdruckes (in bar) bezeichnen im folgenden stets die Grösse der Druckdifferenz zum Aussendruck, d.h. also den Kammerüberdruck.

Mit diesem üblichen Betriebsverfahren bekannter Filterpressen erzielt man zwar Schlammkuchen mit einer im Vergleich zu anderen Schlammpressen wie beispielsweise Siebandpressen erheblich höheren Feststoffgehalt des Schlammkuchens von bis zu 35%, jedoch ist das Verfahrensergebnis in vielen Fällen insofern unbefriedigend, als stark öhlartige Schlämme oder Schlämme, die mit viskosen Substanzen verunreinigt sind vielfach zu Schlammkuchen mit weicher oder schmieriger Konsistenz führen, die beim Öffnen der Filterkammern zerfliessen oder auseinanderfallen und damit eine für die Weiterverarbeitung, den Weitertransport und die Ablagerung ungünstige Beschaffenheit aufweisen und auch umfangreiche Reinigungsarbeiten an der Presse erfordern. Insbesondere die Filtertücher verschmutzen sehr rasch, da an diesen leicht Teile des relativ weichen Schlammkuchens haftenbleiben können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einmal, ein Verfahren zum Betrieb einer Kammerfilterpresse anzugeben, das zu einem wesentlich besseren Arbeitsergebnis, d.h. insbesondere zu Schlammkuchen mit einem erheblich erhöhten Feststoffgehalt und grösserer Festigkeit führt, und dessen Durchführung zumindest keine höheren Betriebskosten verursacht als das bekannte Verfahren und insgesamt sogar billiger ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Grenzwert des Druckes, bei dem die Anlauf-Pressphase zur Erstbeschickung des Kammervolumens mit Nassschlamm beendet wird, höchstens etwa 25% des in der Endphase des Pressvorgangs einzuhaltenen oberen Grenzwertes des Aussendruckes beträgt, dass in einer sich an die Anlauf-Pressphase anschliessenden Nachbeschickungsphase, die mindestens zehn Presszyklen umfasst, in denen jeweils durch Nachförderung von Nassschlamm der Druck in den Kammern wieder auf einen oberen Grenzwert erhöht wird, dieser Grenzwert schrittweise auf den in der Endpressphase zur Anwendung gelangenden oberen Grenzwert des Druckes erhöht wird, und dass man mindestens im Anschluss an die Anlauf-Pressphase den Kammerdruck auf einen Wert absinken lässt, der nur wenig grösser ist als der Umgebungsdruck.

Im Gegensatz zu dem bekannten Verfahren, bei dem von Anfang an mit dem höchstmöglichen oberen Grenzwert des Pressdruckes gearbeitet wird, und bei dem in den nachfolgenden Presszyklen stets zwischen einem unteren Grenzwert des Druckes von etwa 70% des oberen Grenzwertes gearbeitet wird, was im Hinblick auf eine schnelle Ausbildung eines festen Schlammkuchens auch einleuchtend erscheint, wird also erfindungsgemäss so verfahren, dass man die Anlauf-Pressphase schon dann beendet, wenn sich, bedingt durch den steigenden Feststoffgehalt in den Presskammern, der Strömungswiderstand für das abströmende Wasser so weit erhöht hat, dass der sich dabei aufbauende Gegendruck etwa $\frac{1}{4}$, d.h. also einen kleinen Bruchteil desjenigen Druckes beträgt, der in nachfolgenden Presszyklen und in der Endphase des Pressvorgangs maximal zur Anwendung gelangt. Dies hat natürlich zur Folge, dass zumindest in der Anlauf-Pressphase zunächst einmal weniger Feststoff in die Kammern eingespeist wird als nach dem bekannten Verfahren. Im weiteren Unterschied zu diesem wird nun der erste Presszyklus der Nachbeschickungsphase nicht schon dann eingeleitet, wenn ein für die Nachbeschickungs-Presszyklen charakteristischer unterer Grenzwert des Druckes unterschritten wird, sondern erst dann,

wenn der Kammerdruck auf einen mindestens in der Nähe des Umgebungsdruckes, in praktischen Fällen auf einen Druck von grössenordnungsmässig 0,2-0,5 bar abgesunken ist, also auf einen Druck, der wiederum sehr viel kleiner ist als der in der Anlauf-Pressphase maximal zur Anwendung gelangende Kammerdruck. Erst wenn dieser relativ niedrige Kammerdruck unterschritten wird, wird der erste Presszyklus der Nachbeschickungsphase eingeleitet, für die eine Folge schrittweise erhöhter oberer und gegebenenfalls auch unterer Grenzwerte des Kammerdruckes gewählt werden kann. Man kann die für die Nachbeschickungsphase geltenden oberen und unteren Grenzwerte des Kammerdruckes so wählen, dass in jedem Presszyklus, der sich zwischen einem unteren und einem oberen Grenzwert des Kammerdruckes vollzieht, praktisch dieselbe Feststoffmenge von den Presskammern aufgenommen wird, das daran erkennbar ist, dass zwischen den einzelnen Presszyklen jeweils etwa dieselbe Wassermenge aus den Presskammern ausströmt. Nach einer begrenzten Anzahl von Presszyklen der Nachbeschickungsphase kann dann jeweils mit demselben, höchsten Grenzwert des Kammerdruckes gearbeitet werden, wobei von Presszyklus zu Presszyklus immer weniger Feststoffgehalt in die Kammern eingespeist wird. Dies äussert sich dadurch, dass die Zeit, die die Nassschlamm-Förderpumpe benötigt, um so viel Nassschlamm in die Kammern einzuspeisen, bis sich in diesen der Gegendruck wieder auf den oberen Grenzwert erhöht, immer kürzer wird, bzw. dadurch, dass die nach Abschalten der Förderpumpe abfliessende, ausgepresste Wassermenge immer kleiner wird. Je nachdem, welche Zusammensetzung die auszupressenden Nassschlämme haben, wie gross ihr Feststoffgehalt ist, wie gross die Förderleistung der Förderpumpe und wie gross insgesamt das Kammervolumen der Kammerfilterpresse ist, dauert der Pressvorgang insgesamt etwa 4 bis 8 Stunden, wobei auf die Anlauf-Pressphase und die Nachbeschickungsphase zusammen etwa die Hälfte bis $\frac{2}{3}$ dieses Zeitraumes entfallen.

Die im Rahmen umfangreicher Versuche festgestellten Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens sind zumindest die folgenden:

1. Man erreicht im ausgepressten Schlammkuchen ohne Schwierigkeit einen Feststoffanteil von über 50%. Der Feststoffgehalt des Schlammkuchens ist also etwa um 50% höher als der nach dem bekannten Verfahren erzielbare Feststoffgehalt, was zweifellos einen sprunghaften Fortschritt bedeutet.
2. Während man, wenn man nach dem bekannten Verfahren vorgeht, vielfach Schlammkuchen erzielt, die zwar eine relativ feste Aussenhaut haben, im Inneren aber noch fast flüssiges Schlammmaterial mit relativ geringer Feststoff-Packungsdichte enthalten, ergibt das erfindungsgemässe Verfahren Schlammkuchen mit einer praktisch vollkommen homogenen Feststoff-Packungsdichte und homogener Festigkeit und einem erheblich festeren Zusammenhang zwischen äusseren und inneren Schichten des Schlammkuchens. Beim Öffnen der Presskammern löst sich der Schlammkuchen in der Regel als eine einstückige Platte von den Filtertüchern ab, die nahezu völlig sauber bleiben. Im Gegensatz dazu kam es, wenn nach dem bekannten Verfahren vorgegangen wurde, häufig vor, dass die dünne Aussenhaut des Schlammkuchens beim Öffnen der Filterkammer riss und der nahezu flüssige innere Teil des Schlammkuchens auslief und/oder Teile der festen Aussenhaut an den Filtertüchern haftenblieben, was in jedem Falle umfangreiche Reinigungsarbeiten erforderte.
3. Obwohl nach dem erfindungsgemässen Verfahren am Beginn des Pressvorgangs deutlich weniger Schlamm in die Presskammern eingespeist wird, als beim bekannten Verfahren, dauert der Pressvorgang insgesamt nicht länger, vielmehr ist wegen der erhöhten Effizienz des erfindungsgemässen Verfahrens die Zeit, die benötigt wird, um eine vorgegebene Fest-

stoffmenge aus einem Nassschlamm abzapressen um etwa ein Drittel niedriger.

Man kann in der sich an die Anlauf-Pressphase anschließenden Nachbeschickungsphase so vorgehen, dass der obere und der untere Grenzwert des für einen Presszyklus charakteristischen Druckes jeweils von Presszyklus zu Presszyklus schrittweise erhöht wird. Dies ist im sogenannten Handbetrieb, d.h., wenn der Pressvorgang ständig von einer Bedienungsperson überwacht und gesteuert wird, ohne weiteres möglich. Für einen automatisch gesteuerten Pressvorgang ist es jedoch günstiger, wenn die Nachbeschickungsphase auf eine Anzahl von mehreren Presszyklen mit gleichem oberen und unteren Grenzwert des Kammerdruckes umfassenden Pressphasen verteilt ist, und dann dementsprechend grössere Änderungsschritte von Pressphase zu Pressphase vorgewählt sind. Der steuerungstechnische Aufwand wird dadurch erheblich vermindert.

Durch die Ausführungsformen gemäss den Ansprüchen 3 und 4 sind Werte der Zyklenzahl in diesen einzelnen Pressphasen und obere und untere Grenzwerte des Druckes in den einzelnen Pressphasen angegeben, die sich bei Versuchen als besonders günstig erwiesen haben.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn man im Verlauf der Nachbeschickungsphase beim Übergang von einer Pressphase auf die nächste den Kammerdruck auf einen Übergangswert absenkt oder absinken lässt, der erheblich niedriger ist als der untere Druckgrenzwert der vorhergehenden Pressphase und in dem durch die Merkmale des Anspruchs 6 angegebenen Druckbereich liegt. Dies führt dann zu einer «Entspannung» des bislang erzeugten Schlammkuchens, der sich dadurch wieder etwas «lockert» und dadurch in der nächsten Pressphase, in der ein höherer Grenzwert des Kammerdruckes angewandt wird, relativ mehr Feststoff aus dem eingespeisten Nassschlamm aufnehmen kann.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn man gemäss den Ausführungsformen nach den Ansprüchen 7 und 8 mit dem Einschalten der nächsten Pressphase eine bestimmte Pausenzeit wartet, nachdem der Druck nach Abschluss der vorhergehenden Pressphase auf den niedrigen Übergangswert abgesunken ist. Man lässt dadurch dem Schlammkuchen genügend Zeit für die für die nachfolgende Feststoffaufnahme günstige Entspannung und «Selbstlockerung».

Durch die in dem Anspruch 9 umschriebene Ausführungsform ist eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens angegeben, die eine Steigerung des Feststoffgehalts auf optimale Werte ermöglicht. Das Abpumpen von Festfeuchtigkeit aus dem Schlammkuchen ist insbesondere während der letzten Presszyklen der Endphase sinnvoll, in denen im Normalfall nur noch sehr wenig Wasser aus dem Schlammkuchen herauszickern würde. Man kommt dann auch mit Saugpumpen relativ geringer Leistung zu dem gewünschten Ergebnis.

Als besonders vorteilhaft hat sich weiter eine Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens erwiesen, wonach der auszupressende Nassschlamm mit ungelöschtem Kalk (CaO) oder einer äquivalenten Kalk-Milch-Menge versetzt wird, wobei pro m³ Nassschlamm zwischen 2 und 12, vorzugsweise zwischen 5 und 11 kg CaO bzw. die äquivalente Kalk-Milch-Menge zugesetzt werden.

Unter dem Ausdruck «Kalkzugabe» soll im folgenden, wenn nicht ausdrücklich die Bezeichnung «ungelöschter Kalk» oder «Kalkmilch» (Da OH₂) verwendet wird, die Zugabe von ungelöschtem Kalk und/oder von Kalkmilch verstanden werden.

Durch die Kalkzugabe werden zumindest die weiteren erheblichen Vorteile ersichtlich:

1. Es wird der effektive Feststoffgehalt des Schlammkuchens erhöht, da der im Schlammkuchen mit zurückgehaltene Teil des zunächst ungelöschten Kalks einen Teil des Wasserge-

halts abbindet, wenn er im Schlammkuchen «gelöscht» wird, was sich im Ergebnis als eine innere «Selbsttrocknung» des Schlammkuchens auswirkt.

2. Durch die Zugabe von ungelöschtem Kalk bzw. Kalkmilch tritt im Nassschlamm und damit auch im Ablaufwasser eine pH-Wert-Verschiebung auf Werte zwischen 8 und 11 auf, die zur Folge hat, dass anaerobe Bakterien vernichtet werden. Hierunter fallen aber gerade die Krankheitserreger wie Coli-Bakterien und Salmonellen, die ein besonderes Problem bei der Abwasserklärung aber auch bei der Weiterverarbeitung und Ausnutzung von Klärschlämmen darstellen. Untersuchungen des Schlammkuchens haben ergeben, dass solche Bakterien im Schlammkuchen nicht mehr vorhanden sind, und dass auch Wurmeier, die in grossen Mengen in Klärschlämmen anfallen, völlig zerstört sind. Nach dieser Verfahrensgestaltung erzeugte Schlammkuchen können praktisch ohne weitere Nachbearbeitung vermahlen oder auf andere Weise zerkleinert und als Dünger oder Düngerezusatz in der Landwirtschaft verwendet werden. Hierbei wirkt sich auch günstig aus, dass die grundsätzlich bodenfreundlichen aeroben Bakterien durch die pH-Wert-Verschiebung nicht abgetötet werden.

Zwar ist es bekannt, Klärschlämme, die allerdings nicht gepresst werden, durch Zugabe von ungelöschtem Kalk zu entkeimen. Dabei nutzt man die bei der exothermen Reaktion



anfallende Wärmemenge mit dazu aus, um resistente Erreger wie Wurmeier durch erhöhte Temperatur (bis 70°C) unschädlich zu machen. Man benötigt allerdings sehr viel mehr Kalk, nämlich etwa 100, im Extremfall sogar 200 kg pro kg m³ Nassschlamm. Der nach dem Austrocknen an Luft verbleibende Feststoffanteil enthält dann mehr Kalk als ursprünglich vorhandene Schlammfeststoffe und ist daher nicht für eine unmittelbare Verwendung als Dünger geeignet. Demgegenüber wird bei dem erfindungsgemässen Verfahren weniger als ein Zehntel der Kalkmenge benötigt, wobei das an sich überraschende Ergebnis, dass im Schlammkuchen auch keine Wurmeier mehr nachweisbar sind, wohl darauf zurückzuführen ist, dass diese unter dem hohem Druck zerquetschen oder zumindest verletzt werden und dann infolge des relativ hohen pH-Wertes vollends zugrunde gehen.

Den ungelöschten Kalk kann man in fein gemahlener oder pulverisierter Form unter hohem Druck in das Beschickungssystem einblasen oder einpressen und mittels einer geeigneten Mischvorrichtung gut mit dem Nassschlamm vermischen. Bei Verwendung von Kalkmilch wird diese vorzugsweise in den Nassschlamm eingerührt.

In jedem Falle ist es vorteilhaft, wenn die Kalk- bzw. Kalkmilchzugabe stromab von der Förderpumpe an der von dieser zur Presse führenden Beschickungs-Druck-Leitung erfolgt, damit bei der Pumpe eine durch die Kalkzugabe bedingte Korrosion vermieden wird.

Ausgehend von einer Kammerfilterpresse, die mittels einer Schlammförderpumpe mit dem erforderlichen Pressdruck beschickbar ist, und eine die Pumpe steuernden, den Kammerdruck überwachende Druck-Sensoreinrichtung aufweist, die die Pumpe aktiviert, wenn der Kammerdruck auf einen unteren Druck-Grenzwert abgefallen ist, oder diesen unterschreitet, und die Pumpe wieder abschaltet, wenn ein oberer Druck-Grenzwert erreicht bzw. überschritten wird, ist Gegenstand der Erfindung auch eine Vorrichtung zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens, wobei die Aufgabe darin besteht, diese Vorrichtung so zu gestalten, dass das erfindungsgemässe Verfahren automatisch gesteuert ablaufen kann, und dass der je nach der Qualität des anfallenden Nassschlammes günstigste Verfahrensablauf auf einfache Weise programmierbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtungsmerkmale (a)

bis (d) des Anspruchs 14 und in Verbindung mit diesen in weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung durch die im Anspruch 15 umschriebene Ausführungsform gelöst, wobei man durch geeignete Einstellung der Druckwächter und Impulsvorwahl an den den einzelnen Pressphasen der Nachbeschickungsphase zugeordneten Zyklenzähler sowie durch geeignete Einstellung der Pausenzeiten der Verzögerungsglieder auf einfache Weise alle in praxi erforderlichen Verfahrensabläufe programmieren kann.

Die Realisierung der im wesentlichen durch die Art und das Zusammenwirken ihrer einzelnen Baueinheiten charakterisierten Vorrichtung ist dem Fachmann auf vielfältige Art und Weise möglich, sei es in der Art einer Relaischaltung, die insbesondere dann in Frage kommt, wenn als Druckwächter Druckschalter verwendet werden, über deren Arbeitskontakt die Spannung einer hinreichend starken Spannungsquelle auf die Signaleingänge der Relaischaltung schaltbar ist, sei es in der Art einer in integrierter Schaltungstechnik oder auch mit diskreten Elementen aufgebauten elektronischen Steuerschaltung, was insbesondere bei grossen Stückzahlen eine preisgünstige Herstellung ermöglicht, oder in der Art einer pneumatischen oder elektropneumatischen Steuerungsvorrichtung. Welcher Aufbau der Steuerschaltung am günstigsten ist, kann sich insbesondere danach bestimmen, wie die Druckwächter aufgebaut sind, die zur Überwachung des Kammer- bzw. Förderdruckes eingesetzt werden. Werden hierzu beispielsweise Dehnungsmessstreifen eingesetzt, die auf einem sich in Abhängigkeit vom Kammerdruck durchbiegenden Biegebalken oder einer Membran angeordnet sind und ein druckproportionales Spannungs-Ausgangssignal geringer Leistung abgeben, so ist es am günstigsten, wenn die Steuerschaltung in der Art einer elektronischen Schaltung aufgebaut ist, die solche Niederspannungs-Signale direkt verarbeiten kann.

Durch die Ausführungsform nach Anspruch 10 erreicht man, dass man aus allen Kammern gleichzeitig mindestens einen erheblichen Anteil des im Schlammkuchen enthaltenen Restwassers absaugen kann, und man vermeidet, dass die Pumpe aus den Kammern austretendes, relativ stark basisches und noch nicht verdampftes Wasser ansaugen kann.

Durch die Ausführungsform nach Anspruch 17 ist eine Dosiervorrichtung angegeben, die sich sowohl für die Zugabe von ungelöschtem Kalk als auch für die Zugabe von Kalkmilch zu dem in die Presskammer eingespeisten Nassschlamm eignet.

Durch eine gemäss der Ausführungsform nach Anspruch 18 vorgesehene Mischvorrichtung erreicht man, dass sich der in den Nassschlamm eingespeiste ungelöschte Kalk und/oder die entstehende bzw. eingespeiste Kalkmilch homogen im Nassschlamm verteilt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der beispielsweise Beschreibung des erfindungsgemässen Verfahrens und einer Ausführungsart einer zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Vorrichtung. Es zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemässe Vorrichtung zum Auspressen von Schlamm mit einer Kammerfilterpresse, deren Presszyklen mittels einer elektrischen Steuerungsvorrichtung automatisch steuerbar sind,

Fig. 2 Einzelheiten der Kammerfilterpresse gemäss Fig. 1 im Schnitt längs der Linie II-II der Fig. 1, jedoch in einer zu Anordnung der Fig. 1 spiegelbildlichen Anordnung,

Fig. 3 Einzelheiten einer Dosiervorrichtung zur Zugabe von ungelöschtem Kalk oder Kalkmilch zum Nassschlamm,

Fig. 4 den zeitlichen Verlauf des Druckes in den Presskammern der Vorrichtung gemäss Fig. 1, beim Betrieb nach dem erfindungsgemässen Verfahren,

Fig. 5 einen Stromlaufplan einer als Relaischaltung ausgebildeten Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Pumpe in den einzelnen Pressphasen,

Fig. 6 einen Stromlaufplan einer Relaischaltung zur Steuerung der Presszyklen in der Anlauf-Pressphase und in der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase des Pressvorgangs und

Fig. 7a bis 7d einen Stromlaufplan einer Relaischaltung zur Steuerung des Presszyklenablaufs in weiteren Pressphasen der Nachbeschickungsphase und in der Endpressphase.

Die in der Fig. 1 und in Einzelheiten in den Fig. 2 und 3 dargestellte Vorrichtung zum Anpressen von Klärschlamm umfasst eine Kammerfilterpresse 1 mit vier Presskammern 2, deren jede durch zwei Kammerplatten 3, 4 bzw. 6 begrenzt ist. Die Kammerplatten 3, 4 und 6 sind zwischen einem feststehenden Pressentisch 7, dessen Gegendruckfläche 8 vertikal verläuft, und einem beweglichen Pressenkopf 9 mit zur Gegendruckfläche 8 des Pressentisches 7 paralleler Druckfläche 11 in einem Plattenstapel angeordnet, wobei die endständigen Kammerplatten 3 und 6 jeweils nur eine Halbkammer und die dazwischen angeordneten Kammerplatten 4, die symmetrisch zu ihrer parallel zu den Gegendruck- bzw. Druckflächen 8 und 11 des Pressentisches 7 bzw. des Pressenkopfes 9 verlaufenden Mittelebene 12 ausgebildet sind, jeweils zwei einander gegenüberliegende Hälften der Presskammern 2 begrenzen. Die Kammerplatten 3, 4 und 6 haben jeweils dieselbe quadratische Grundfläche. Die in Richtung der horizontal verlaufenden Längsachse 13 des Plattenstapels gemessene Weite der Presskammern 2 ist im wesentlichen durch die Höhe längs des Ausseumfanges der Kammerplatten 3, 4 und 6 verlaufender Rahmenflansche 14 und 16 bestimmt, zwischen deren einander gegenüberliegenden und exakt parallel zueinander verlaufenden, vertikalen Stirnflächen 17 und 18 Filtertücher 19 und 21 eingespannt sind, die die Innenwände der Presskammern 2 allseitig auskleiden. Die Filtertücher 19 und 21 und die zwischenständigen Kammerplatten 4 sowie die eingangsseitige Kammerplatte 3 haben miteinander fluchtende, mit der zentralen Längsachse 13 des Plattenstapels koaxiale, runde Aussparungen 22, 23 und 24 gleichen Durchmessers. In die zentralen Aussparungen 22 der zwischenständigen Kammerplatten 4 sind passend Rohrstücke 26 eingesetzt, die an ihren einander gegenüberliegenden Endabschnitten 27 und 28, die in einem deutlichen Abstand von der vertikalen Mittelebene 29 der Presskammern 2 enden, mit einem Aussengewinde 31 versehen sind, auf das jeweils eine Spannmutter 32 aufschraubbar ist, mit der die Filtertücher 19 und 21 im Bereich ihrer zentralen Aussparungen 23 bzw. 24 an den Kammerplatten 4 zentral festspannbar sind. Ein in seiner Funktion analoges Rohrstück, das die zentrale Aussparung der eingangsseitigen Kammerplatte 3 durchquert, ist fest mit dem Pressentisch 7 verbunden und kommuniziert mit der Förderleitung 34, über die der Nassschlamm in die Presskammern 2 der Kammerfilterpresse 1 einspeisbar ist. Die Filtertücher 19 und 21 sind vorzugsweise als mehrlagige Gewebe aus Kunststoffasern ausgebildet, deren Lagen im Bereich ihrer zwischen den Stirnflächen 17 und 18 der Rahmenflansche 14 und 16 eingespannten Ränder zu folienförmigen Randstreifen 36 und 37 verschweisst sind, die, wenn die Kammerplatten 3, 4 und 6 zusammengepresst sind, die einzelnen Kammern 2 flüssigkeitsdicht und luftdicht abdichten. Die Maschenweite der Filtertücher ist so gewählt, dass sie zwar wasserdurchlässig sind, jedoch die im Nassschlamm enthaltenen Feststoffe zurückhalten können. In die in der Regel aus Kunststoff bestehenden Kammerplatten 3, 4 und 6 sind mit Auslasskanälen 38, die an der Unterseite der Kammerplatten 3, 4 und 6 angeordnet sind, kommunizierende Wasser-Abflusssrillen 39 und 41 eingefräst, durch die durch die Filtertücher 19 und 21 hindurchtretendes Wasser zu den Auslasskanälen 38 strömen und durch diese aus den Filterkammern 2 austreten kann. Die Filtertücher 19 und 21 haben eine solche Elastizität und/oder Gestaltung, dass sie sich, wenn die Presskammern 2 mit unter Druck stehendem Nassschlamm beschickt werden, zwar an die

ins Innere der Presskammern 2 weisenden schmalen Stirnflächen 42, 43 der die Abflussrillen 38, 39 begrenzenden Plattenrippen 44, 46 anschmiegen können, nicht aber gleichzeitig auch den lichten Querschnitt der Abflussrillen 39, 41 verschliessen, so dass durch diese tatsächlich auch das durch die Filtertücher 19, 21 hindurchtretende Schlammwasser abfliessen kann. Zur Vorbereitung auf den Pressbetrieb werden zunächst die gereinigten Filtertücher 19 und 21 mit dafür an ihren Rändern vorgesehenen Ösen 45a an Zapfen 45, die an den Aussenseiten der Rahmenflansche 14, 16 angeordnet sind, eingehängt und anschliessend im Bereich ihrer zentralen Öffnungen 23, 24 an den Kammerplatten 3 und 4 festgespannt. Sie nehmen dann etwa die im linken Teil der Fig. 2 gestrichelt eingezeichnete Stellung ein. Es versteht sich, dass die äusserste, am Pressenkopf 9 anliegende Kammerplatte 6, die den Plattenstapel 3, 4, 6 abschliesst, keine zentrale Aussparung hat und demgemäss auch nicht das diese Platte auskleidende Filtertuch. Jedoch ist auch diese äusserste Kammerplatte 6 an ihrer Innenseite mit Wasserablauffrillen versehen, die in einen Auslasskanal 38 münden. Sodann werden die Kammerplatten 3, 4, 6 zwischen den Pressentisch 7 und den Pressenkopf 9 gestapelt, wobei als Halte- und Führungselemente nicht dargestellte Zuganker wirken, die in Verbindung mit dem feststehenden Pressentisch 7, einer vom Pressentisch 7 aus gesehen jenseits vom Pressenkopf 9 angeordneten massiven Rahmenplatte 46 und dem diese Rahmenplatte 46 fest mit dem Pressentisch 7 verbindenden Bodenrahmen 47 einen Reaktionsrahmen bilden, der die während des Pressens auftretenden, auf die Presse 1 wirkenden Reaktionskräfte aufnimmt. Mittels eines entlang der Längsachse 13 der Presse doppelwirkenden Hydraulikzylinders 48, dessen Kolbenstange 49 in einer Führungsbohrung der Rahmenplatte 46 gleitet, wird dann der Pressenkopf 9 zum Zusammenpressen der Kammerplatten 3, 4, 6 gemäss Fig. 1 nach rechts verschoben, und die Presse ist zur Beschickung mit Nassschlamm bereit, wenn der Druck des Arbeitsmediums im Hydraulikzylinder 48 gross genug ist, dass die Kammerplatten unter dem Einfluss des hydrostatischen Druckes des eingespeisten Nassschlammes nicht auseinanderweichen können.

Jetzt kann der Pressvorgang durch Anschalten einer als Schneckenpumpe ausgebildeten Förderpumpe 51 eingeleitet werden, die aus einem Klärschlammbecken 52 Nassschlamm ansaugt und über das Förderleitungssystem 34 in die Kammerfilterpresse 1 einspeist. Als Förderpumpe kann auch eine Kolbenmembranpumpe verwendet werden.

Das Förderleitungssystem 34 umfasst zwei parallele Zweige 53 und 54, die alternativ aber auch gemeinsam zur Schlamm-einspeisung benutzt werden können. Über den einen Zweig 53 wird der Nassschlamm ohne weitere Vorbehandlung über den Eingangsstutzen 56 der Kammerfilterpresse 1, der mittels eines ersten Ventils 57 vakuumdicht absperrbar ist, in die Presskammern 2 eingespeist. Im anderen Zweig 54 kann dem von der Pumpe 51 zum Eingang 56 der Kammerfilterpresse 1 geförderten Nassschlamm mittels einer Dosiervorrichtung 58 eine bestimmte Menge an ungelöschtem Kalk (CaO) oder eine dazu äquivalente Kalkmilchmenge ($[\text{Ca}(\text{OH})_2]$) zugegeben werden, die mittels einer der Dosiervorrichtung 58 nachgeschalteten Mischvorrichtung 60 im Nassschlamm gleichmässig verteilt wird. Im einzelnen ist das Förderleitungssystem 34 wie folgt aufgebaut:

In Strömungsrichtung des Nassschlammes gesehen folgt auf die Förderpumpe 51 ein erstes Rückschlagventil 59, das verhindert, dass Nassschlamm aus einem der beiden Förderzweige 53 oder 54 in die Pumpe zurückströmen kann. An den Ausgang dieses ersten Rückschlagventils 59 ist die Eingangsseite 61 des direkten Astes 61, 62 einer T-Rohrverzweigung 63 angeschlossen, von der die beiden Förderleitungszweige 53, 54 ausgehen. Der eine Zweig 53, in dem keine weitere Vorbehandlung des Nassschlammes stattfindet, geht vom abzweigenden

den Ast 64 der T-Rohrverzweigung 63 aus, der mittels eines ersten Ventils 66 absperrbar bzw. freigebbar ist. An dieses erste Ventil 66 ist der Eingang 67 eines Förderleitungsrohres 68 angeschlossen, dessen Ausgang 69 mittels eines zweiten Ventils 71 absperrbar bzw. freigebbar ist. Die Ausgangsseite 62 des direkten Astes 61, 62 der auf das erste Rückschlagventil folgenden T-Rohrverzweigung 63 ist mittels eines dritten Ventils 72 absperrbar bzw. freigebbar, das den Eingang des anderen Leitungszweiges 54 bildet. Dieser führt von dem dritten Ventil 72 zu der Dosiervorrichtung 58 und von dieser zu der Mischvorrichtung 60, die vorzugsweise eine Baueinheit mit der Dosiervorrichtung 58 bildet. Der Ausgang 73 der Mischvorrichtung 59 ist mittels eines vierten Ventils 74 absperrbar bzw. freigebbar, das den Ausgang des Kalkzugabezweiges 54 bildet, der beim dargestellten Ausführungsbeispiel an die Eingangsseite 76 des direkten Astes 76, 77 einer zweiten T-Rohrverzweigung 78 angeschlossen ist, an deren abzweigenden Ast 79 das den Ausgang des einen Leitungszweiges 53 bildende zweite Ventil 71 angeschlossen ist. Die beiden Förderleitungszweige 53 und 54 werden also in dieser zweiten T-Rohrverzweigung 78 zusammengeführt. An die Ausgangsseite 77 des direkten Astes 76, 77 der zweiten T-Rohrverzweigung 78 ist ein zweites Rückschlagventil 81 angeschlossen, das verhindert, dass Schlamm aus der Kammerfilterpresse 1 in einen der beiden Zweige 53, 54 des Förderleitungssystems 34 zurückgedrückt werden kann. Vom Ausgang des zweiten Rückschlagventils 81 führt ein Verbindungsrohrstück 82 zur Eingangsseite des vakuumdichten Ventils 57, mit dem der Eingangsstutzen 56 der Kammerfilterpresse 1 absperrbar bzw. freigebbar ist.

Je nachdem, welche Zusammensetzung der Klärschlamm hat und/oder welche Qualität der mittels der Kammerfilterpresse 1 erzeugte Schlammkuchen haben soll, kann man die Kammerfilterpresse 1 über den einen Beschickungszweig 53 mit nicht vorbehandeltem Schlamm oder über den anderen Zweig 54 mit Schlamm beschickt werden, der mit ungelöschtem Kalk und/oder Kalkmilch versetzt ist, eine Massnahme, auf die im folgenden noch näher eingegangen werden wird.

Wie immer der in die Kammerfilterpresse 1 eingespeiste Nassschlamm beschaffen und/oder vorbehandelt ist, wird die Kammerfilterpresse 1 nach dem folgenden erfindungsgemässen Verfahren betrieben, das nunmehr anhand der Fig. 4 an einem speziellen Durchführungsbeispiel erläutert wird:

In der Fig. 1 ist als Abszisse die Zeit t und als Ordinate der in den Kammern herrschende Überdruck in bar aufgetragen.

Nachdem die Kammerfilterpresse 1 für den Pressvorgang vorbereitet ist, wird durch Einschalten der Förderpumpe 51 im Zeitpunkt t_0 die Anlaufpressphase des Pressvorgangs eingeleitet, in der die Kammerfilterpresse 1 über den einen und/oder den anderen Beschickungszweig 53 und/oder 54 mit Nassschlamm beschickt wird.

Es sei beispielsweise angenommen, dass der wässrige Nassschlamm einen Feststoffanteil von ca. 3% habe, und dass der Stömungswiderstand, den die Filtertücher 19 und 21 dem durch die Abflussrillen 39 und 41 abströmenden Wasseranteil des Nassschlammes entgegensetzen, so klein ist, dass sich bei der vorgegebenen Förderleistung der Pumpe 51, dann, wenn diese ausschliesslich Reinwasser fördern würde, in den Presskammern 2 ein Gegendruck aufbauen würde, der höchstens etwa 1 bar beträgt. Je mehr sich nun die Presskammern 2 mit dem zwischen ihren Filtertüchern 19 und 21 zurückgehaltenen Feststoffanteil des Nassschlammes auffüllen, desto grösser wird auch der Strömungswiderstand für den Wasseranteil des Nassschlammes und der sich in den Kammern aufbauende Gegendruck steigt dementsprechend an. Wenn im Zeitpunkt t_1 dann ein Gegendruck von 3 bar erreicht wird, wird die Förderpumpe 51 abgeschaltet, womit die Anlauf-Pressphase beendet ist. Sobald die Förderpumpe 51 aufhört zu arbeiten,

schliessen die Rückschlagventile 81 und 59, auf die im wesentlichen der in den Presskammern 2 bzw. der im Förderleitungssystem 34 herrschende hydrostatische Druck wirkt. Solange die Pumpe 51 abgeschaltet ist, strömt Schlammwasser unter dem Einfluss des sich abbauenden Kammerdruckes durch die Auslasskanäle 38 der Presskammern 2 ab. Wenn im Zeitpunkt t_2 der Kammerdruck auf einen Wert $p_{\min}$ von etwa 0,2 bar abgesunken ist, wird durch erneutes Einschalten der Förderpumpe 51 der erste Presszyklus der Nachbeschickungs-Pressphase eingeleitet, in dem man die Pumpe 51 so lange arbeiten lässt, bis in einem Zeitpunkt t_3 ein erster oberer Grenzwert G_1 von etwa 5 bar erreicht ist, bei dem die Förderpumpe 51 wieder abgeschaltet wird, wobei die Rückschlagventile 81 und gegebenenfalls 59 wieder schliessen. Ist dann in einem Zeitpunkt t_4 der Kammerdruck wieder auf einen ersten unteren Grenzwert g_1 abgefallen, der niedriger ist als der obere Grenzwert des Kammerdruckes in der Anlauf-Pressphase und beim dargestellten Durchführungsbeispiel etwa 2 bar beträgt, so wird die Förderpumpe 51 wieder eingeschaltet und arbeitet in diesem Presszyklus so lange, bis im Zeitpunkt t_5 wieder der obere Grenzwert G_1 des Kammerdruckes erreicht ist. Nach zehn weiteren Press- bzw. Nachbeschickungszyklen, in denen die Förderpumpe 51 jeweils bei Erreichen bzw. Unterschreiten des unteren Grenzwertes g_1 des Kammerdruckes eingeschaltet und bei Erreichen des oberen Grenzwertes G_1 des Kammerdruckes wieder abgeschaltet wird (diese weiteren Presszyklen sind in der Fig. 4 nur gestrichelt angedeutet), wird im Zeitpunkt t_6 die insgesamt 12 Presszyklen umfassende erste Pressphase, die durch den unteren Grenzwert g_1 und den oberen Grenzwert G_1 des Kammerdruckes charakterisiert ist, durch Abschalten der Förderpumpe 51 beendet. Nach dieser ersten Pressphase lässt man den Kammerdruck sehr viel weiter als den unteren Grenzwert g_1 absinken. Vom Zeitpunkt t_7 an, in dem ein weiterer unterer Grenzwert $p_{\min}$ (0,5 bar) des Kammerdruckes unterschritten wird, wartet man dann ein vorgegebenes Zeitintervall Δt von etwa 5 Minuten bis zum Einleiten der zweiten Pressphase ab, in der im Prinzip genau so verfahren wird wie in der vorbeschriebenen ersten Pressphase, wobei im Unterschied zu dieser die Presszyklen der zweiten Pressphase jetzt zwischen einem oberen Grenzwert G_2 von etwa 7 bar und einem unteren Grenzwert g_2 von etwa 4 bar durchgeführt werden. Die Presszyklenzahl ist vorzugsweise dieselbe wie in der ersten Pressphase. Mit derselben auf das Unterschreiten des unteren Druckgrenzwertes $p_{\min}$ bezogenen Verzögerungszeit Δt , wie zwischen der ersten und der zweiten Pressphase folgt auf diese eine dritte Pressphase und auf diese noch eine vierte Pressphase mit je einer Anzahl von je 12 Presszyklen. In der dritten Pressphase beträgt der untere Grenzwert g_3 des Kammerdruckes 6 bar und der obere Grenzwert G_3 9 bar, in der vierten Pressphase sind die entsprechenden Werte g_4 und G_4 8 bzw. 11 bar. An die Nachbeschickungsphase, in der die unteren Grenzwerte des Kammerdruckes g_1 bis g_4 jeweils um gleiche Beträge erhöht werden, folgt schliesslich, wiederum mit der Zeitverzögerung Δt , die End-Pressphase, deren analoge Presszyklen zwischen dem höchsten oberen Grenzwert G_5 des Kammerdruckes von etwa 12 bar und dem für die vorhergehende, letzte Pressphase der Nachbeschickungsphase charakteristischen unteren Grenzwert g_4 von 8 bar durchgeführt werden. Wann die End-Pressphase, in der pro Presszyklus nur noch relativ wenig Nassschlamm in die Kammerfilterpresse 1 eingespeist wird, beendet wird, richtet sich beispielsweise danach, dass pro Presszyklus nur noch sehr kleine Bruchteile derjenigen Schlammmenge in die Kammerfilterpresse eingespeist werden kann, die beispielsweise im ersten Presszyklus der End-Pressphase eingespeist wird. Wann dies der Fall ist, lässt sich auf einfache Weise durch Messung derjenigen Wassermenge feststellen, die aus der Presse abläuft, während der Kammerdruck vom oberen Grenzwert G_5 auf den

unteren Grenzwert g_4 absinkt. Selbstverständlich kann man das Ende der End-Pressphase auch dadurch festlegen, dass man sich für die Dauer des Gesamt-Pressvorgangs einen durch Experimente ermittelten günstigen Zeitraum vorgibt. Bei einer Kammerfilterpresse mit einem Kammervolumen von 15,2 l und unter Verwendung von Filtertüchern, die von der Firma P & S, Salzgitter mit der Qualitätsbezeichnung 256 geliefert werden, wobei die Kammerfilterpresse insgesamt sechs Kammern hatte und mit einer Förderpumpe von etwa 30 l/min Förderleistung beschickt wurde, betrug die Gesamtpressdauer bei einem Klärschlamm mit einem etwa 1%igen Feststoffgehalt 4 bis 6 Stunden, wobei auf die einen Arbeitszyklus umfassende Anlauf-Pressphase und die 48 Presszyklen umfassende Nachbeschickungsphase gemäss Fig. 4 insgesamt etwa $\frac{2}{3}$ der Gesamtpressdauer entfiel. Der erzielte Schlammkuchen hatte einen Feststoffanteil von ca. 55%.

Eine weitere Erhöhung des Feststoffgehalts lässt sich durch «Evakuieren» der Presskammern 2 erzielen. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn man den Druck bis unter den bei der jeweiligen Kammertemperatur geltenden Siededruck absenken kann, damit das Restwasser des Schlammkuchens mindestens teilweise gleichsam «herauskocht». Die zum Abpumpen des Restwassergehalts erforderliche Vakuumdichtigkeit der Kammerfilterpresse 1, deren miteinander kommunizierende Presskammern 2 mittels der zwischen den Stirnflächen 17 und 18 der Rahmenflansche 14 und 16 eingepressten glatten Filtertuchränder ohnehin hinreichend dicht nach aussen abgeschlossen sind, ist mit bekannten Mitteln erreichbar. Die vorzugsweise seitlich an der Unterseite der Kammerplatten 3, 4 und 6 austretenden Abflusskanäle 41 setzen sich in absteigende Auslassstutzen 83 mit Anschlussflanschen fort, an die die Einlassstutzen 84 eines Verteiler- bzw. Sammelkopfes 86 mittels nicht dargestellter Spann- und Dichtungsmittel vakuumdicht anschliessbar sind. An den rohrförmigen Sammelkopf 86 ist ausgangsseitig eine weitere T-Rohrverzweigung 87 angeschlossen, deren abzweigender Ast 88 nach unten weist. Der durchgehende, waagrechte Ast dieser T-Rohrverzweigung 87 ist ausgangsseitig mittels eines ersten Auslassventils 89 vakuumdicht absperrbar. An dieses Auslassventil ist ein üblicher Ablaufkrümmer 91 angeschlossen. Der nach unten abzweigende Ast 88 der weiteren T-Rohrverzweigung 87 ist mittels eines weiteren Auslassventils 92 vakuumdicht absperrbar bzw. freigebbar. Über dieses zweite Auslassventil 92 ist an die weitere T-Rohrverzweigung 87 ein mittels einer Vakuumpumpe 93 evakuierbarer Rezipient 94 angeschlossen, der mit einem mittels eines weiteren Auslassventils 96 vakuumdicht absperrbaren Auslauf 97 versehen ist.

Den Anschluss des Rezipienten 94 an das zweite, vakuumdichte Auslassventil 92 vermittelt ein Auslass-Rohrstück 98, das in einem mittleren Abschnitt koaxial von einem Aussenmantel 99 umgeben ist, der an seinem oberen Ende vakuumdicht mit dem zentralen Auslass-Rohrstück 98 verbunden ist. Der durch den Aussenmantel 99 und das zentrale Auslass-Rohrstück begrenzte Mantelhohlraum 101 kommuniziert an seinem unteren Ende mit dem Rezipienten 94, der somit über einen am oberen Ende des Aussenmantels 99 sitzenden Absaugstutzen 102 mittels der Vakuumpumpe 93 evakuierbar ist. Die vom Absaugstutzen 102 zur Vakuumpumpe 93 führende Saugleitung 103 ist mittels eines Vakuumventils 104 absperrbar. Der Rezipient 94 hat ein Volumen, das etwa gleich dem halben Gesamt-Kammervolumen der Kammerfilterpresse 1 ist.

Zum Absaugen des Restwassers aus den in den einzelnen Kammern 2 gepressten Schlammkuchen wird wie folgt verfahren:

Zunächst wird bei geschlossenem Absperrventil 96 und geschlossenem Auslassventil 92 der Rezipient 94 evakuiert. Dann wird die Saugleitung 103 der Vakuumpumpe 93 mittels des Vakuumventils 104 abgesperrt. Spätestens jetzt wird das vaku-

umdichte Ventil 57 am Eingang der Kammerfilterpresse 1 abgesperrt und ebenso das am direkten Ausgang an den Sammelkopf 86 angeschlossenen T-Rohrverzweigung sitzende erste Auslassventil 89. Anschliessend wird das zweite Auslassventil 92 geöffnet, so dass nunmehr Restwasser aus den Schlammkuchen über den Sammelkopf 86 und den nach unten abzweigenden Ast 88 der T-Verzweigung 87 und das Anschluss-Rohrstück 98 in den Rezipienten strömen kann, bis sich der Druck in dem nunmehr die Presskammern 2, den Sammelkopf 86 und den Rezipienten 94 und die weiteren Anschlusselemente umfassenden Raum ausgeglichen hat. Sodann wird das Auslassventil 92 wieder geschlossen, damit der Druck in den Presskammern 2 nicht ansteigt, während anschliessend der Rezipient 94 belüftet und sein Ablaufventil 96 geöffnet wird, damit das im Rezipienten 94 aufgefangene Restwasser abströmen kann. Danach wird das Ablaufventil 96 des Rezipienten 94 wieder geschlossen und dieser erneut evakuiert. Diese Arbeitszyklen werden so lange wiederholt, bis der Druck in der Kammerfilterpresse 1 so weit abgesunken ist, dass der Siededruck des Wassers unterschritten wird. Jetzt kann das Auslaufventil 96 des Rezipienten 94 geschlossen bleiben, während der aus den Presskammern beim Abpumpen entweichende Wasserdampf fortlaufend über die Vakuumpumpe 93 abgesaugt wird.

Zwar könnte man auf diese Weise den Schlammkuchen, theoretisch zumindest, vollkommen entwässern, müsste dann aber sehr lange pumpen. Auch hat die «Evakuierung» der Kammerfilterpresse in aller Regel nur dann einen Sinn, wenn im Anschluss an einen solchen Evakuierungszyklus wieder eine nennenswerte Nassschlammmenge in die Presskammern 2 eingespeist wird und damit der absolute Feststoffanteil des Presskuchens vergrössert werden kann. Es ist einleuchtend, dass hierbei die Beschaffenheit des Feststoffanteils des Nassschlammes eine wesentliche Rolle spielt. Gegebenenfalls kann es vorteilhaft sein, wenn man zumindest in der Endpressphase mehrere Evakuierungszyklen jeweils zwischen zwei normalen Nachbeschickungszyklen vorsieht, um die Feststoff-Aufnahmekapazität der Filterkammern 2 voll auszunutzen zu können. Es kann auch vorteilhaft sein schon im Anschluss an die Anlauf-Pressphase und/oder zwischen den einzelnen durch verschiedene untere und obere Grenzwerte des Kammerdruckes charakterisierten Pressphasen der Nachbeschickungsphase und/oder zwischen einzelnen Presszyklen derselben Evakuierungszyklen einzuschalten, um möglichst rasch auf eine hohe Packungsdichte des Feststoffgehalts in den Presskammern 2 zu gelangen. Welche Kombination der verschiedenen Arbeitszyklen gewählt wird, um den unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimalen Ablauf des gesamten Pressvorgangs zu erzielen, hängt letztlich, wie bereits erwähnt, von der Beschaffenheit des anfallenden Nassschlammes ab. Zwar wird in den meisten Fällen die Beschaffenheit des in einer Kläranlage anfallenden Nassschlammes von Standort zu Standort variieren, so dass keine allgemein gültigen Anweisungen für eine optimale Kombination der einzelnen Verfahrenszyklen angegeben werden kann. In der Regel aber wird der an einem bestimmten Standort anfallende Nassschlamm in grösseren jahreszeitlichen Perioden auch dieselbe Zusammensetzung aufweisen, so dass es sich zumindest in grösseren Zeitabständen lohnt, den optimalen Verfahrensablauf durch Versuche, die der Fachmann leicht durchführen kann, zu ermitteln. Während über den einen Zweig 53 des Förderleitungssystems 34 der Kammerfilterpresse 1 nicht vorbehandelter Nassschlamm zuführbar ist, ist es in dem anderen Förderleitungszweig 54 möglich, dem Nassschlamm eine vorbestimmte Menge an ungelöschtem Kalk oder Kalkmilch zuzumischen.

Die Kalkzugabe wird vorzugsweise so dosiert, dass man stromab von der Dosiervorrichtung 58 einen pH-Wert zwischen 8 und 11 erzielt. Diese pH-Wert-Verschiebung hat zum einen die bereits eingangs erläuterte keimtötende Wirkung, zum

anderen werden im Nassschlamm enthaltene, gelöste Salze, insbesondere Phosphate, mindestens zum Teil ausgefällt und können dann im Schlammkuchen zurückgehalten werden. Jedenfalls ist es wichtig, dass man die Kalkzugabe sehr genau dosieren kann, und dass man einen grossen Dosierbereich hat, so dass man die Kalkkonzentration des in die Kammerfilterpresse 1 eingespeisten Nassschlammes im interessierenden Bereich um mindestens eine Grössenordnung variieren kann.

Eine hierfür geeignete Dosiervorrichtung 58 ist in der Fig. 3 dargestellt. Der Nassschlamm wird in Richtung des Pfeils 106 in die Dosiervorrichtung 58 eingespeist. Ein sich in Strömungsrichtung konisch verjüngender Leitungsabschnitt 107 vermittelt zwischen dem grösseren Querschnitt des eingangsseitigen Förderleitungsrohres 108, das einen lichten Durchmesser von etwa 6-8 cm hat, und dem kleineren Querschnitt eines kurzen Rohrabschnittes 109, der eine Länge von etwa 10 cm hat und einen lichten Durchmesser von etwa 2-4 cm. Auf diesen folgt ein sich wieder konisch erweiternder Rohrabschnitt 111, der die querschnittsmässige Anpassung an einen zur nachgeschalteten Mischvorrichtung 60 führenden Förderleitungsabschnitt 112 vermittelt. In den kurzen Rohrabschnitt 109 mündet ein sich zu diesem hin kegelförmig erweiternder Beschickungskanal 113, dessen Längsachse 114 mit der Längsachse 116 des kurzen Rohrabschnittes 109 in Strömungsrichtung gesehen einen spitzen Winkel von etwa 60-80° einschliesst. An der Mündungsstelle ist der lichte Querschnitt des Beschickungskanals etwa zwei- bis dreimal grösser als an seinem Eingang und nur wenig kleiner als der lichte Querschnitt des kurzen Rohrabschnittes 109. Mittels einer Schneckenpumpe 117 mit einstellbarer Förderleistung wird ungelöschter Kalk in Pulverform aus einem Vorratsbehälter 118 (Fig. 1) über den Beschickungskanal 113 in den kurzen Rohrabschnitt 109 des Förderleitungszweiges 54 eingespeist und in dem nachgeschalteten Mischer 60 homogen in dem Nassschlamm verteilt. Die sich kegelförmig erweiternde Form des Beschickungskanals 113 bewirkt, dass sich in diesem festgesetzte Kalk- oder Schlammfropfen leicht lösen können. Man erkennt, dass die Dosiervorrichtung sowohl für die Zugabe von ungelöschtem Kalk als auch für die Zugabe von Kalkmilch geeignet ist. Um einen grösseren Dosierbereich zu erzielen, kann es auch vorteilhaft sein, die beiden Förderleitungszweige 53 und 54 parallel zu benutzen. Es ist dann günstig, wenn in dem ohne Kalkzugabe arbeitenden Zweig 53 eine einstellbare Drossel 119 vorgesehen ist, mit der man die durch den Förderleitungszweig 53 strömende Nassschlammmenge steuern kann. Um auch in dem Zweig 54, in dem die Kalkzugabe erfolgt, den Schlammdurchfluss auf einfache Weise steuern zu können, kann man beispielsweise als viertes Absperrventil 74 ein Quetschventil benutzen, dessen Durchlassquerschnitt veränderbar ist. Ein solches Quetschventil kann auch als Drossel 119 verwendet werden. Das Förderleitungssystem 34 kann auch so aufgebaut sein, dass in dem einen Förderleitungszweig 53 eine Dosiervorrichtung für Kalkmilchzugabe und in dem anderen Förderleitungszweig 54 die Dosiervorrichtung 58 für die Zugabe ungelöschten Kalkes sitzt. Es ist dann vorteilhaft, wenn der Mischer 60 stromab von der zweiten T-Rohrverzweigung 78 angeordnet ist, an der sich die beiden Förderleitungszweige 53 und 54 vereinigen. Im Gegensatz zu der Dosiervorrichtung, in deren kurzem, verengtem Rohrabschnitt 109 die Strömungsgeschwindigkeit des Nassschlammes im Verhältnis des Querschnittes des Förderleitungsrohres 108 zum Querschnitt des Rohrabschnittes 109 erhöht ist, hat der Mischer 60 eine sich von seinem Eingang aus erweiternde und zu seinem Ausgang 73 hin wieder verengende Mischkammer 121, in der die Strömungsgeschwindigkeit des mit Kalk beschickten Nassschlammes so weit erniedrigt ist, dass er von dem in der Mischkammer angeordneten Mischrührer mindestens dreimal umgewälzt wird, bevor er am Ausgang 73 austritt.

Um den beschriebenen Verfahrensablauf wahlweise von Hand oder automatisch durchführen zu können, sind sämtliche Ventile elektrisch betätigbar. Die verfahrensgemässe Steuerung ihres Öffnungs- bzw. Schliesszustandes sowie das verfahrensgerechte Aktivieren der Förderpumpe 51, der Dosiervorrichtung 58, des Mischers 60 und gegebenenfalls der Vakuumpumpe 93 erfolgt mit Hilfe einer Steuerungsvorrichtung 126, die den in der Fig. 4 veranschaulichten Verfahrensablauf im wesentlichen in Abhängigkeit von dem in den Presskammern 2 herrschenden Überdruck p steuert. Dieser Druck wird mit Hilfe von als Druckschalter ausgebildeten Druckwächtern überwacht, die auf den Druck des Arbeitsmediums eines üblichen Druckkessels 127 ansprechen, der unter dem Druck steht, der in dem unmittelbar zu Eingang 56 der Kammerfilterpresse 1 führenden End-Leitungsabschnitt 82 des Förderleitungssystems 34 herrscht (Fig. 1).

Die für bestimmte untere und obere Grenzwerte des Kammerdruckes p charakteristischen elektrischen Ausgangssignale der Druckwächter werden in einer im folgenden anhand des in der Fig. 5-7d in allen Einzelheiten dargestellten Stromlaufplanes einer als Relaischaltung ausgebildeten Steuerungsvorrichtung beschrieben. Dabei wird im wesentlichen nur auf die Steuerung der Förderpumpe 51 Bezug genommen werden, da deren Aktivierung im wesentlichen den Verfahrensablauf bestimmt. In welchem Zeitablauf die den Schlamm durchgang durch das Förderleitungssystem 34 steuernden Ventile und gegebenenfalls die Evakuierung der Presskammern 2 der Kammerfilterpresse 1 erfolgt und gesteuert wird ergibt sich sinnfölig aus dem vorbeschriebenen Verfahren.

Man erkennt auch, dass die Aktivierung der Dosiervorrichtung 58 und der Mischvorrichtung 60 unmittelbar an die Aktivierung der Förderpumpe 51 gekuppelt sein kann. Über gestrichelt eingezeichnete Steuerleitungen 128 können die Steuerelemente auch einzeln angesteuert sein.

Die Steuerungsvorrichtung 126 enthält beim dargestellten Ausführungsbeispiel sechs Druckwächter $b_1, 1b_1, 2b_1, 3b_1, 4b_1$ und $5b_1$, deren erster (b_1) der Anlauf-Pressphase zugeordnet ist und die Förderpumpe 51 abschaltet, wenn in den Presskammern 2 im Zeitpunkt t_1 ein Überdruck von 3 bar erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt öffnet sein Arbeitskontakt und unterbricht dadurch mittelbar den Stromdurchgang durch den Pumpenmotor.

Der zweite Druckwächter ($1b_1$) ist der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase zugeordnet. Sein Arbeitskontakt schliesst, wenn der für diese Pressphase untere charakteristische Wert des Kammer-Überdruckes g_1 unterschritten wird und öffnet, wenn der Kammerdruck den für diese Pressphase oberen charakteristischen Grenzwert G_1 erreicht bzw. überschreitet. Mit analoger Funktion sind der dritte, vierte und fünfte Druckwächter $2b_1, 3b_1, 4b_1$ der zweiten, dritten und vierten Pressphase der Nachbeschickungsphase zugeordnet.

Der Steuerungsablauf ist in jeder der durch verschiedene untere und obere Grenzwerte g_1 bis g_4 bzw. G_1 bis G_4 charakteristischen Pressphasen derselbe und wird im folgenden ausgehend von der ersten Pressphase, in der der untere Grenzwert des Kammer-Überdruckes 2 bar und der obere Grenzwert des Kammer-Überdruckes 5 bar beträgt, näher erläutert:

Jedesmal, wenn die Förderpumpe eingeschaltet wird, wird durch das Aktivierungssignal des Druckwächters $1b_1, \dots, 4b_1$ ein Impulsgeber angesteuert, der einen Eingangsimpuls für einen der Pressphase zugeordneten Impulzzähler $1u_1, \dots, 4u_1$ erzeugt, der auf eine bestimmte vorgewählte Impulszahl einstellbar ist und die empfangenen Eingangsimpulse von dieser Impulszahl subtrahiert. Wenn dieser Impulzzähler $1u_1, \dots, 4u_1$ den Null-Zählerstand erreicht, gibt er ein Ausgangssignal ab das die nächste Pressphase aktiviert und die vorhergehende Pressphase verriegelt. Die nächste Pressphase kann erst aktiviert werden, wenn nach Beendigung der vorhergehenden Presspha-

se der Kammerdruck auf einen mittels eines weiteren Druckwächters b_1 überwachten weiteren unteren Grenzwert $P_{\min}$ abgesunken ist, der etwa 0,5 bar beträgt. Zu diesem Zeitpunkt t_7 schliesst der Arbeitskontakt dieses Druckwächters und aktiviert ein Zeitverzögerungsglied $1d_3, \dots, 4d_3$ bzw. $5d_3$, das mit einer Zeitverzögerung Δ_t von 5 Minuten die jeweils nächste Pressphase der Nachbeschickungsphase bzw. die End-Pressphase eingeschaltet, wobei der erste Presszyklus dieser weiteren Pressphasen jeweils bei dem durch den Druckwächter b_1 überwachten niedrigen Grenzwert $P_{\min}$ des Druckes einsetzt.

Zwischen der Anlauf-Pressphase und der ersten Pressphase der Nachbeschickungsphase ist eine solche Zeitverzögerung nicht vorgesehen, da die für die Auflockerung des Schlammkuchens wesentlichen Pausenzeiten zwischen den einzelnen Pressphasen erfahrungsgemäss erst dann wirksam werden, wenn höhere obere Grenzwerte des Kammerdruckes zur Anwendung gelangen. Gemäss Fig. 5 ist ein Wahlschalter a_3 vorgesehen, mit dem von Handbetrieb auf Automatik-Betrieb umschaltbar ist, in dem die vorbeschriebenen Verfahrenszyklen automatisch ablaufen.

Anzumerken ist noch, dass die sich an die Anlauf-Pressphase anschliessende erste Pressphase der Nachbeschickungsphase dann eingeleitet wird, wenn der mittels eines weiteren Druckwächters b_0 überwachte Kammerdruck auf einen Wert $p_{\min}$ von etwa 0,2 bar abgesunken ist, der niedriger ist als der Wert $P_{\min}$, bei dem der Druckwächter b_1 anspricht, dessen Ausgangssignal die jeweils folgenden Pressphasen der Nachbeschickungsphase einleitet. Dies hat den Zweck, dass die Steuerungsvorrichtung 126 auf einfache Weise zwischen dem Ende der Anlauf-Pressphase und dem jeweiligen Ende der Pressphasen der Nachbeschickungsphase unterscheiden kann.

In den Fig. 5-7d, auf deren Einzelheiten zur Vereinfachung der weiteren Beschreibung ausdrücklich verwiesen wird, und die den mit dem Bau von Steuerschaltschränken vertrauten Fachmann unmittelbar in die Lage versetzen, die Steuerungsvorrichtung 126 auch als komplexe Schützschaltung zu realisieren, sind mit R_1 und R_2 die Stromversorgungsphasen für die Schaltrelais $d_{02}, d_2, 1d_2$ und $2d_4-5d_4$ bezeichnet, über die der Stromdurchgang durch die Erregerwicklung eines Schaltrelais c_1 gesteuert wird, das die Aktivierung der Förderpumpe 51 steuert. Mit b_{02} und b_{03} sind Ein- und Aus-Taster für den Handbetrieb bezeichnet. b_2 bezeichnet einen von Hand betätigbaren Taster, der über das Relais d_4 sämtliche Impulzzähler auf Null-Stellung setzt. Das mit d_5 bezeichnete Relais hat dieselbe Funktion für Automatikbetrieb, in dem der Taster b_2 geschlossen ist. Durch die Verschaltung der Remanenz-Schütze d_1 und $1d_1$ gemäss Fig. 6 bzw. $2d_1$ und $2d_3$ gemäss Fig. 7 wird erreicht, dass eine Pressphase bei ihrem Ablauf gesperrt wird und während der nächsten Pressphase bzw. der weiteren Pressphasen gesperrt bleibt. Die Kontaktnummern 13-43 und 51-81 in den Fig. 5-7d entsprechen den genormten Kontaktnummern für die Öffnungs- und Schliesskontakte bei Schaltschützen. In Verbindung mit L angegebene Nummern sind die Klemmleistennummern für aussenliegende Einheiten wie Druckwächter, Motoren, Druck- und Steuerschalter oder -Signaleinrichtungen. Die Schaltung gemäss Fig. 7a ist für jede der Pressphasen der Nachbeschickungsphase vorgesehen. Die Druckwächter $1b_1-4b_1$ und ein die Arbeitszyklen der End-Pressphase steuernder Druckwächter $5b_1$ sind so ausgebildet, dass der untere Grenzwert des Druckes und der obere Grenzwert des Druckes, bei denen sie ansprechen, in weiten Grenzen wählbar sind. Desgleichen sind die für die einzelnen Pressphasen der Nachbeschickungsphase und die End-Pressphase vorgesehenen Impulzzähler $1u_1-5u_1$ auf eine in weiten Grenzen variierende Impulszahl einstellbar. In den gemäss Fig. 4 vorgesehenen vier Pressphasen der Nachbeschickungsphase beträgt die Zyklenzahl in den einzelnen Pressphasen jeweils zwölf. Die

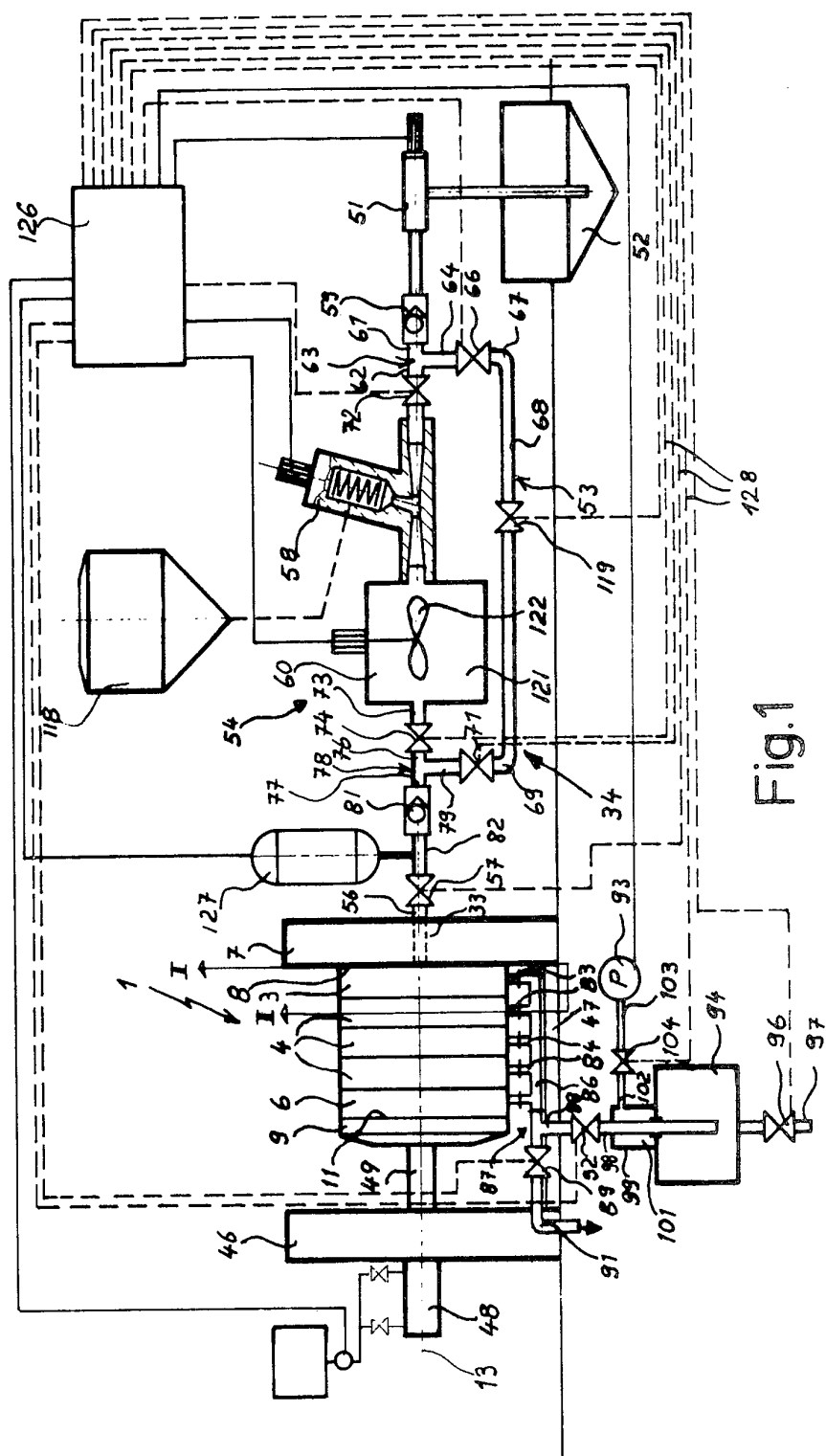
Zahl der Arbeitszyklen der End-Pressphase ist sehr viel höher. Sie wird entweder nach einer durch Erfahrungswerte bestimmten Anzahl von Presszyklen beendet oder nach einer voreingestellten Gesamt-Presszeit oder wenn die Zeit, die verstreicht, bis der Druck vom unteren, für die End-Pressphase charakteristischen Druck-Grenzwert auf den oberen Grenzwert angestiegen ist, nur noch im Bereich weniger Zehntelsekunden liegt. Die Steuerungsvorrichtung 126 ist damit an alle praktisch vorkommenden Betriebsbedürfnisse anpassbar und durch Einstellung der Impulszahlen der Impulszähler 1u1-5u1 durch Einstellung der für die einzelnen Pressphasen charakteristischen Druck-Grenzwerte g_1 - g_4 bzw. G_1 - G_5 sowie durch geeignete Vorwahl der ebenfalls einstellbaren Verzögerungszeiten Δ_i sowie der niedrigeren Druck-Grenzwerte $p_{\min}$ und $P_{\min}$ auf einfache Weise programmierbar.

Zwar ist das erfindungsgemäße Verfahren mit Bezug auf das Auspressen von Klärschlämmen beschrieben worden, und mit besonderem Bezug auf die Beschaffenheit des erzielten Schlammkuchens. Es eignet sich aber insbesondere auch für solche Anwendungsfälle, in denen es darauf ankommt, den Flüssigkeitsanteil des Pressgutes möglichst quantitativ ausnutzen zu können, d.h. beispielsweise zur Gewinnung von Obst-säften oder pflanzlichen Ölen. Auch aus ölhaltigen Industrieschlämmen lassen sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren unerwartet feste Schlammkuchen erzielen.

Vorteilhaft kann es in jedem Fall auch sein, wenn man den Presskuchen nur so weit verdichtet, dass durch Evakuieren der Presskammern 2 der im Presskuchen zurückgehaltene Flüssigkeitsanteil mit vernünftigem Zeitaufwand praktisch quantitativ abgesaugt werden kann. Man kann dann den Schlammkuchen sofort einer weiteren Verarbeitung zuführen.

Anstatt als Relais-Schaltung mit elektromechanischen Schaltelementen wie Schaltschützen oder dergleichen kann die Steuerungsvorrichtung als eine aus rein elektronischen Schaltelementen bestehende Vorrichtung aufgebaut sein. Die dem beschriebenen Ausführungsbeispiel, das als Relais-Schaltung ausgebildet ist, innewohnende Eigenschaft, dass nach einem den Pressvorgang unterbrechenden Stromausfall der Pressvorgang in derjenigen Phase wieder fortgesetzt wird, in der er durch den Stromausfall unterbrochen worden ist, lässt sich dann auf einfache Weise dadurch realisieren, dass man den Pressvorgang mittels eines Programmträgers steuert, auf dem die den einzelnen Phasen des Pressvorgangs entsprechenden Programmschritte in der dem Zeitablauf des Pressvorgangs entsprechenden Reihenfolge gespeichert sind. Selbstverständlich kann die Steuerungsvorrichtung auch als eine rein pneumatische oder elektro-pneumatisch arbeitende Vorrichtung ausgebildet sein.

25



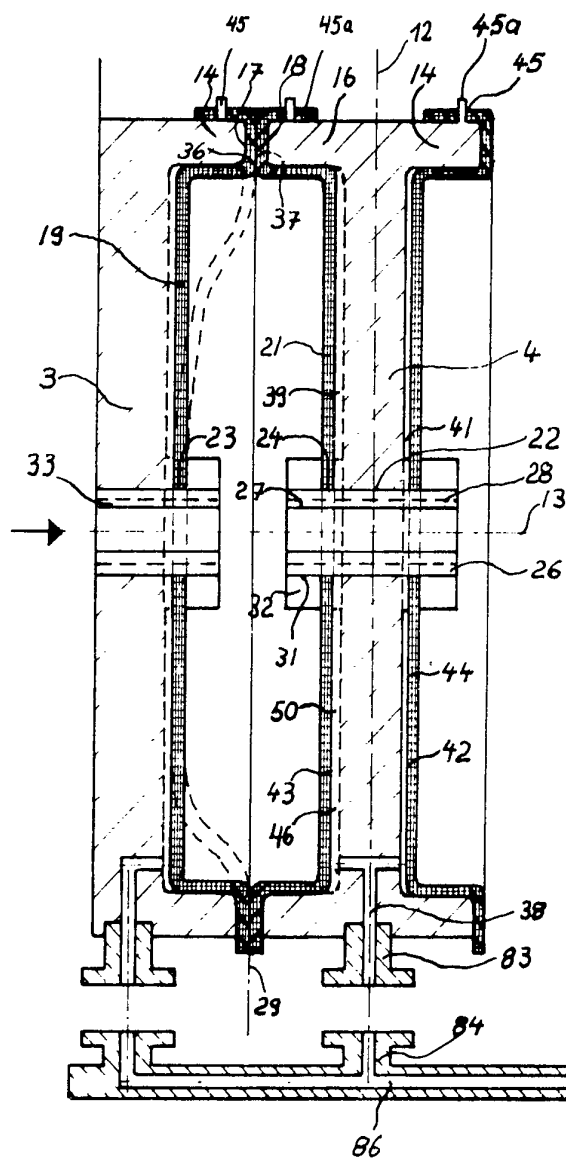


Fig. 2

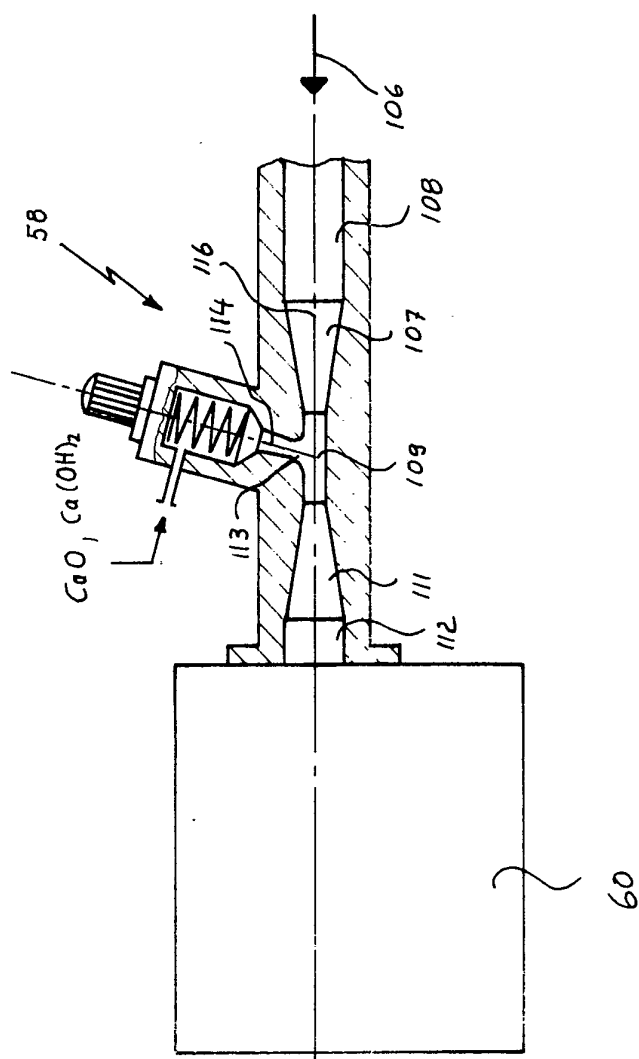


Fig.3

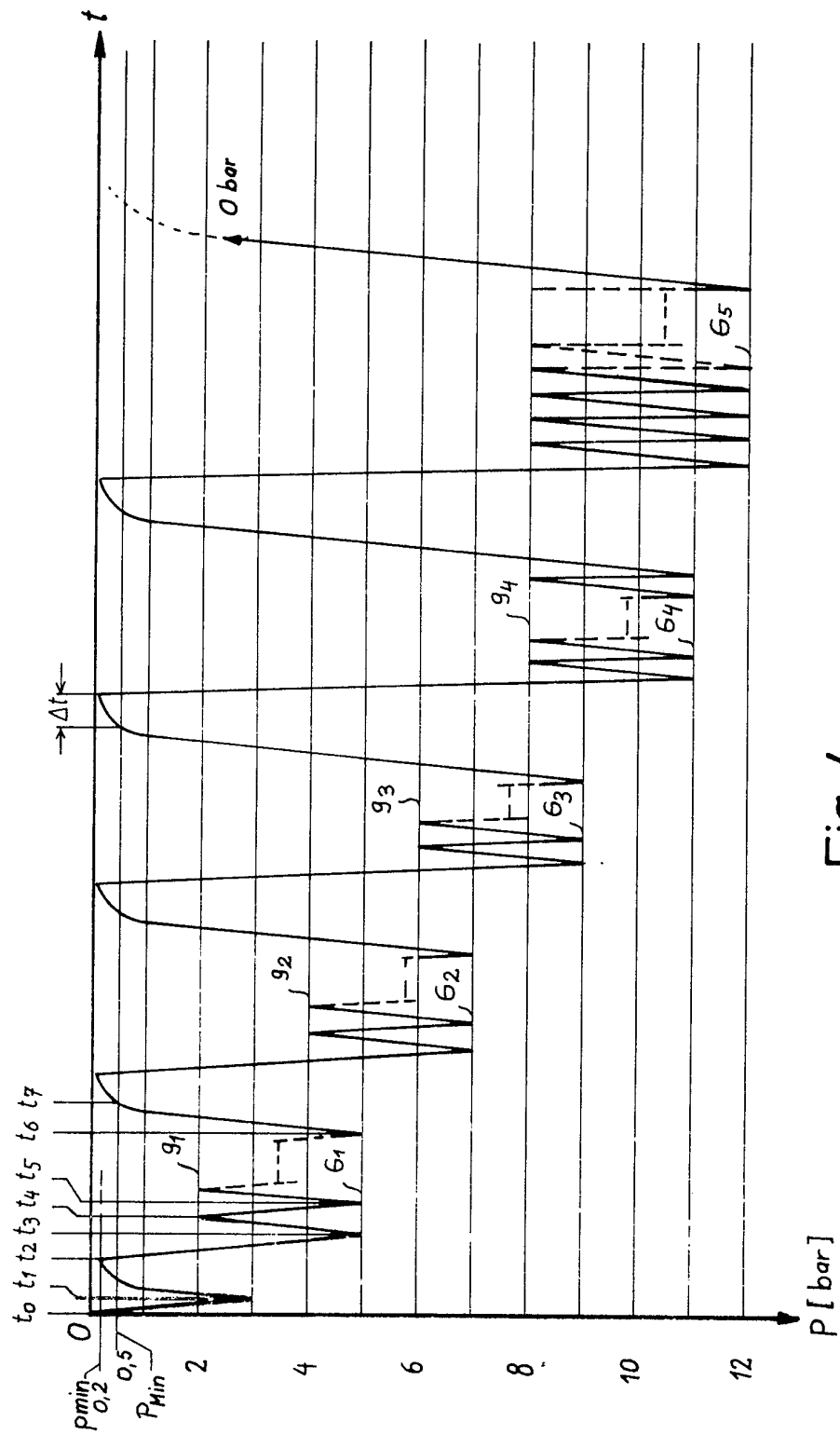


Fig.4

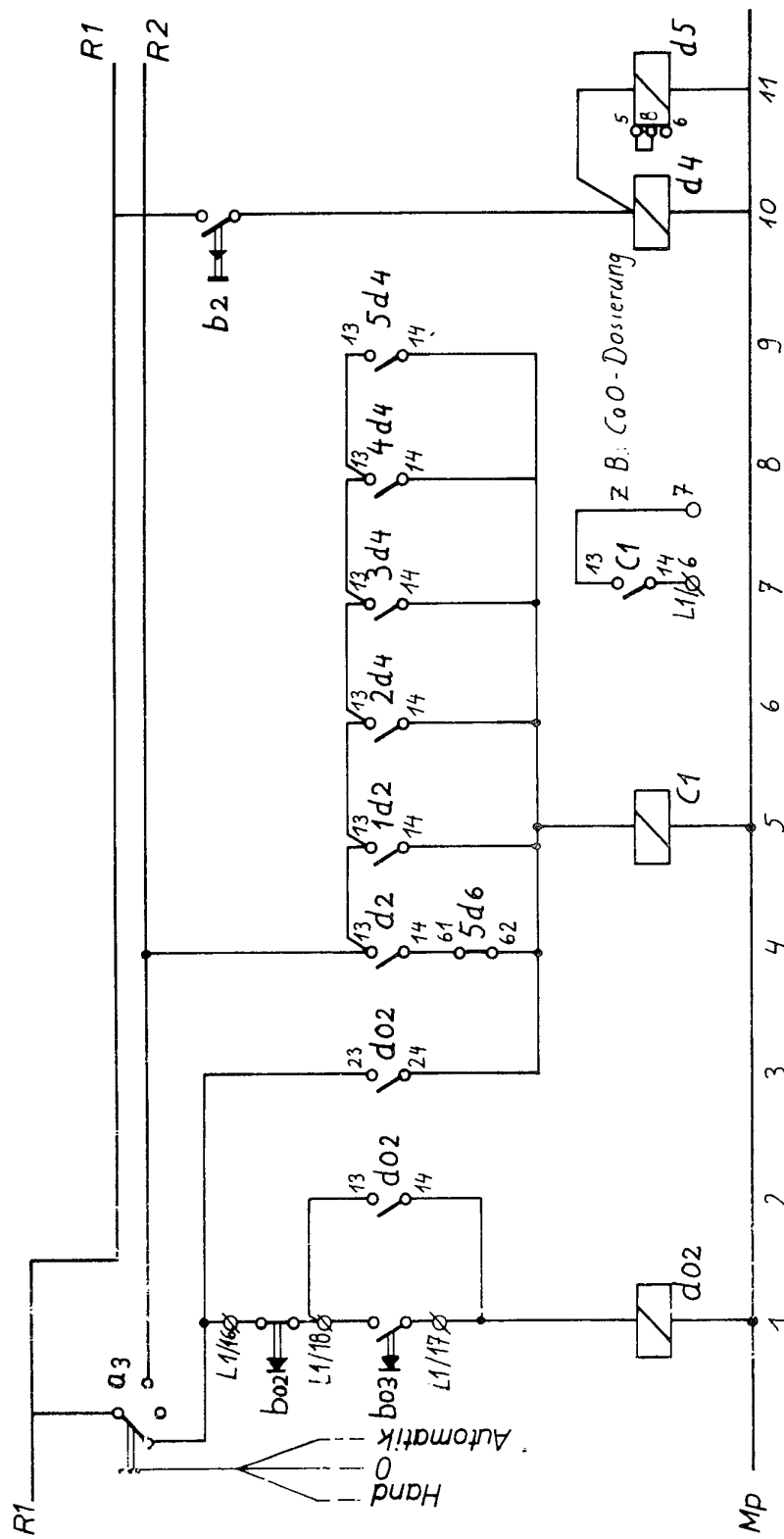


Fig.5

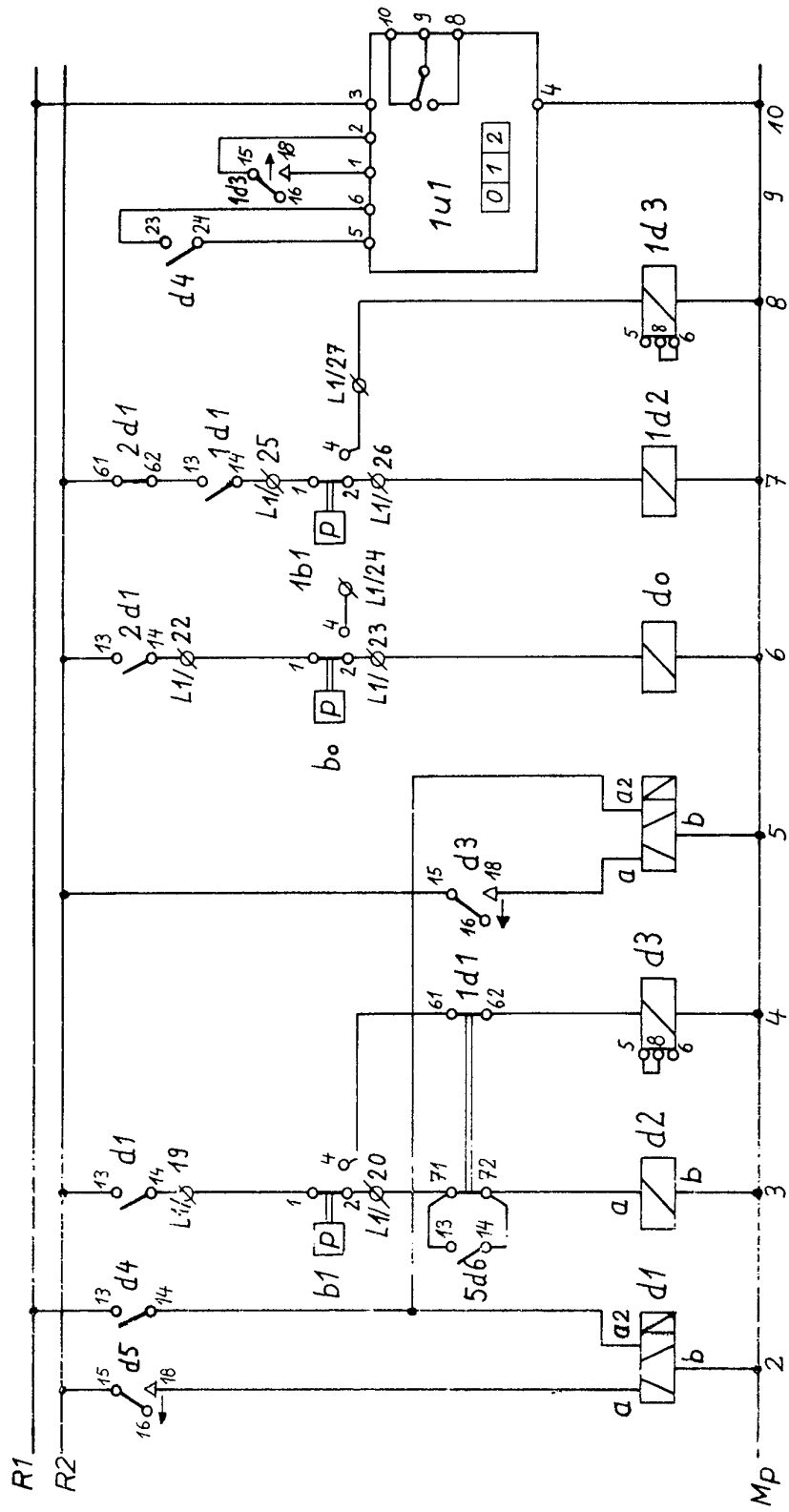


Fig. 6

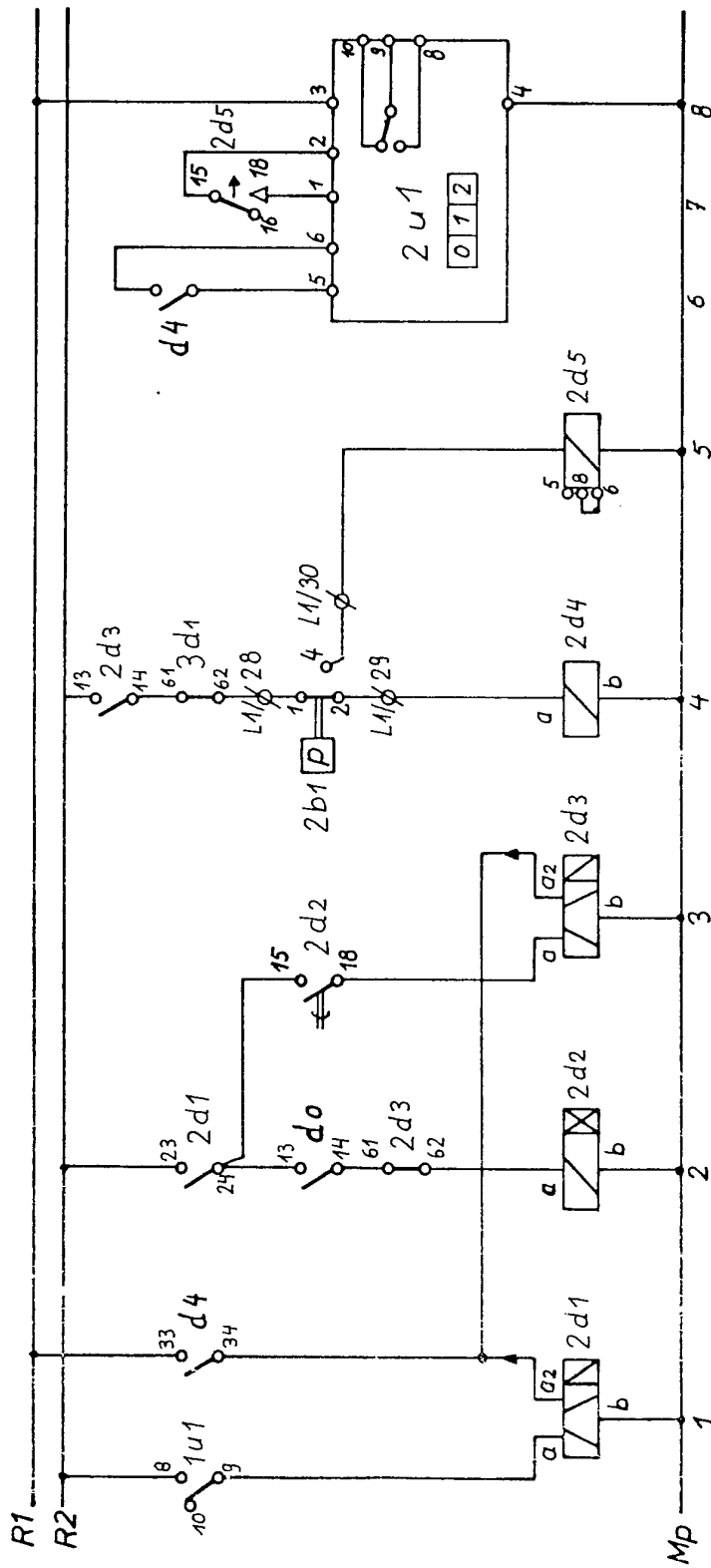


Fig. 7a

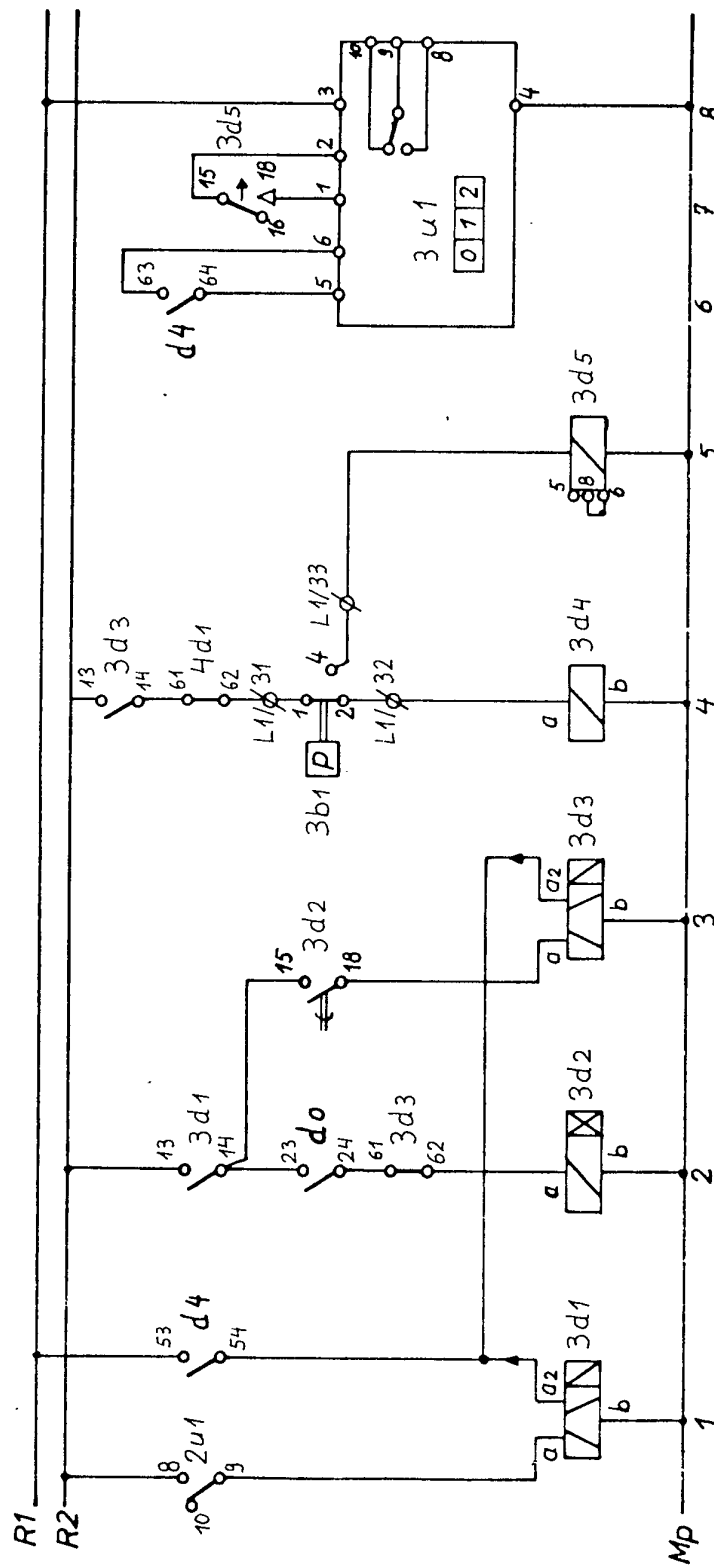


Fig. 7b

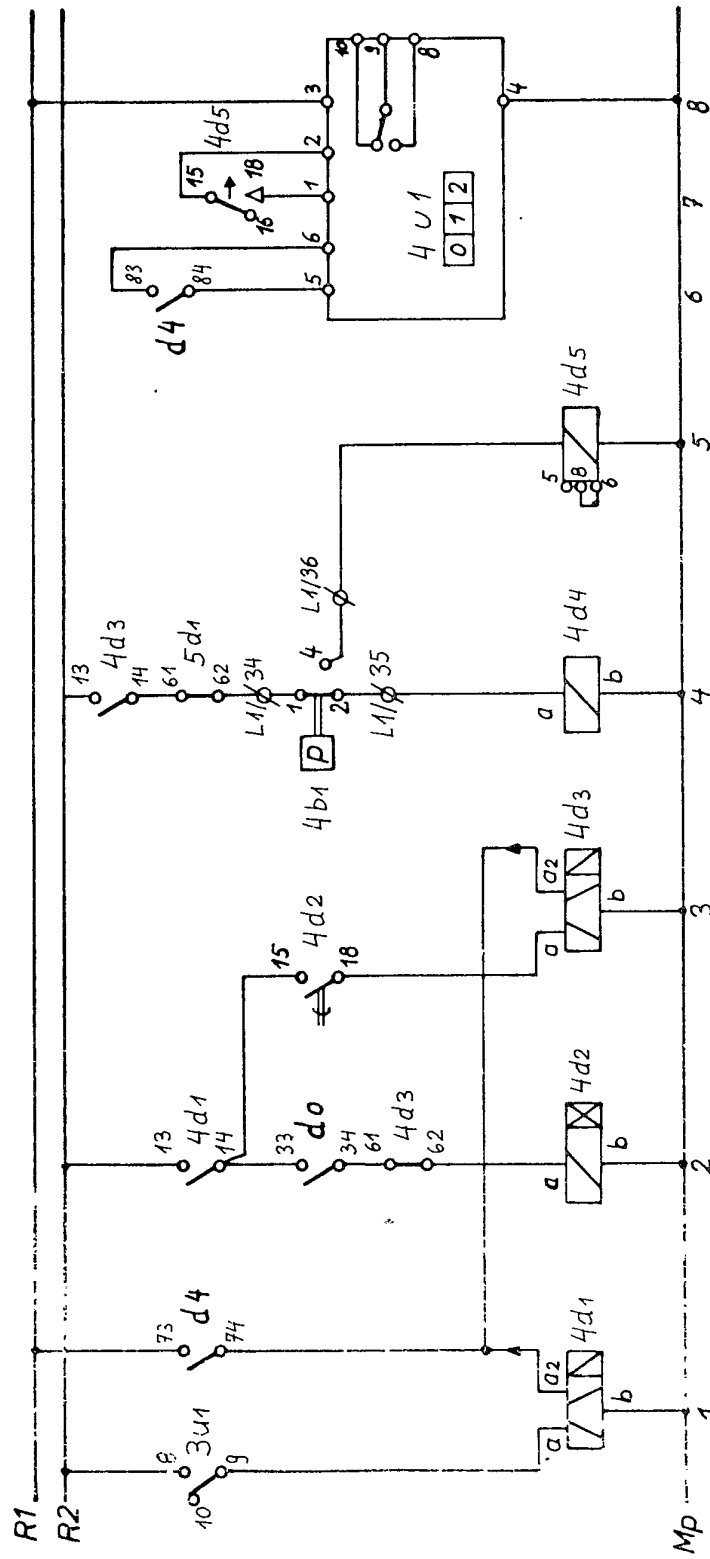


Fig. 7c

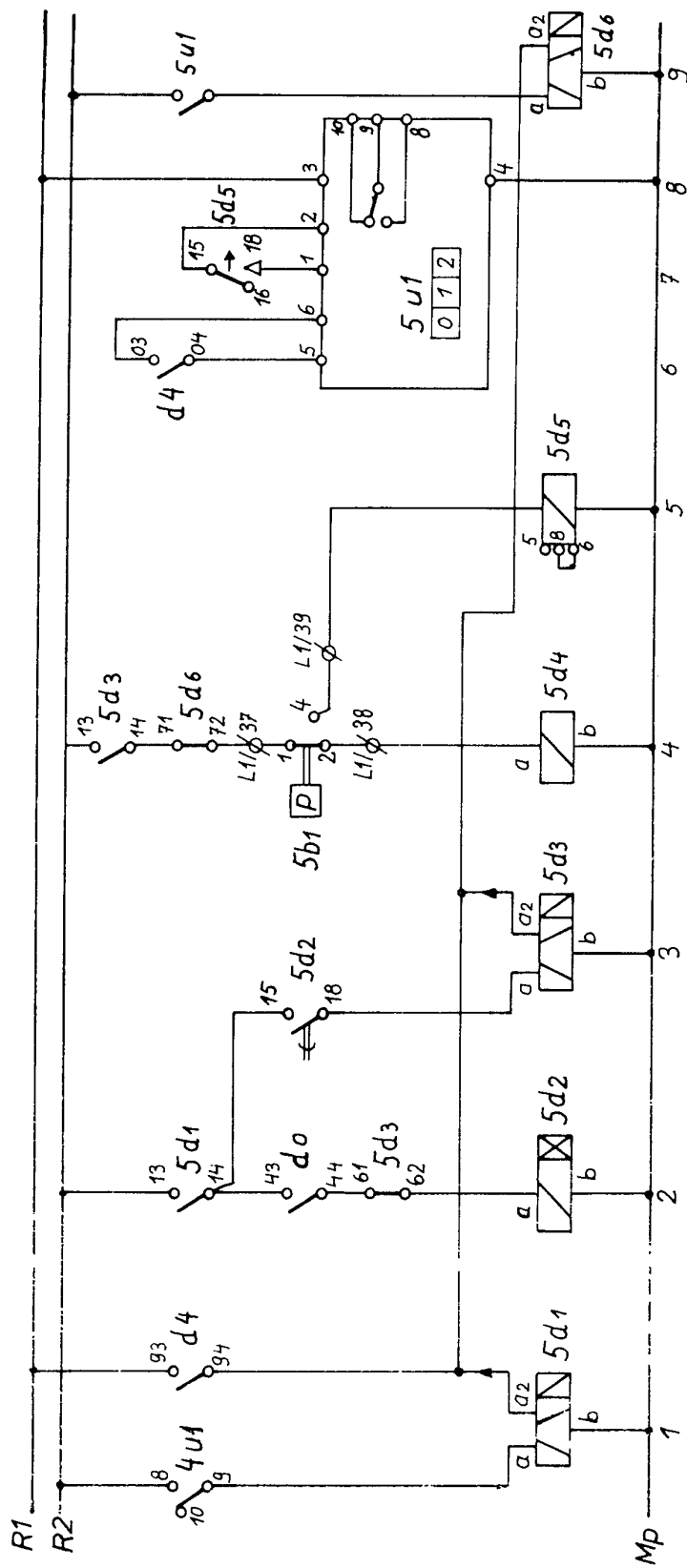


Fig. 7d