



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT** A5

21 Gesuchsnummer: 1142/82

22 Anmeldungsdatum: 24.02.1982

30 Priorität(en): 02.03.1981 JP 56-28308  
18.09.1981 JP 56-146065  
22.01.1982 JP U/57-6340  
27.01.1982 JP U/57-8682  
27.01.1982 JP 57-10205  
27.01.1982 JP U/57-8683

24 Patent erteilt: 30.06.1986

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 30.06.1986

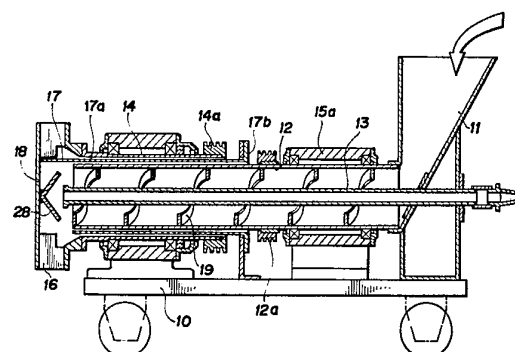
73 Inhaber:  
Yasuro Ito, Nakano-ku/Tokyo (JP)  
Taisei Corporation, Shinjuku-ku/Tokyo (JP)

72 Erfinder:  
Ito, Yasuro, Nakano-ku/Tokyo (JP)  
Higuchi, Yoshiro, Bunkyo-ku/Tokyo (JP)  
Tsuji, Masanori, Minami-ku/Osaka (JP)  
Yamamoto, Yasuhiro, Kawasaki/Kanagawa (JP)  
Tada, Hiroshi, Suita/Osaka (JP)  
Kuroha, Kenji, Shinagawa-ku/Tokyo (JP)  
Nakamura, Takashi, Hasuda/Saitama (JP)  
Tomikawa, Koichi, Yokohama/Kanagawa (JP)

74 Vertreter:  
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Aufbringen von Mörtel oder Beton.**

57 Einer der Bestandteile eines Frischbetons wird einer drehbaren Scheibe (18) über ein zentrales Rohr (13) mit einer Pumpe oder mit Luft von niedrigem Druck zugeführt, während der andere Bestandteil der drehbaren Scheibe (18) aus einem Trichter (11) über einen Schneckenförderer (19) zugeführt wird. Die Bestandteile werden miteinander an der drehbaren Scheibe (18) vermischt und dann durch die Zentrifugalkraft abgeschleudert. Da der Frischbeton durch die Zentrifugalkraft anstelle von Druckluft aufgespritzt wird, sind die an der Spritzfläche gebildeten Mengen an Staub und Rückprallmaterial gering, so dass Langzeitprojektarbeit ausgeführt werden kann.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Aufbringen von Mörtel oder Beton, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes und ein zweites Material aufbereitet werden, die zur Bildung des Mörtels oder Betons erforderlich sind, dass das erste Material zu einer Arbeitsstelle durch Druckmittel gefördert wird, dass das zweite Material zur Arbeitsstelle durch mechanische Einrichtungen gefördert wird, dass das erste und das zweite Material an der Arbeitsstelle vermischt werden, und dass das sich ergebende Gemisch durch Rotationsenergie aufgeschleudert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material im fließfähigen Zustand und das zweite Material im Trockenzustand verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als fließfähiges erstes Material eine Zementpaste, Frischmörtel oder Frischbeton verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein trockenes zweites Material verwendet wird, das aus feinem Zuschlagstoff, grobem Zuschlagstoff, einem Schnellhärtungsmittel oder Kombinationen davon besteht.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein fließfähiges erstes Material verwendet wird, welches eine Mörtelaufschlammung aufweist, die dadurch gebildet wird, dass einem Pulver einer hydraulischen Substanz ein feiner Zuschlagstoff zugesetzt wird, der mit Oberflächenwasser überzogen ist, um Ummantelungen aus der hydraulischen Substanz um den feinen Zuschlagstoff zu bilden, und dass dem mit Ummantelung versehenen feinen Zuschlagstoff Wasser zugesetzt und dann gemischt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Material verwendet wird, welches Frischmörtel oder Frischbeton aufweist, und dass ein zweites Material verwendet wird, welches ein Schnellhärtungsmittel aufweist.

7. Vorrichtung zum Aufschleudern von Mörtel oder Beton, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein erstes Zuführungsrohr (13) zum Fördern des ersten Materials unter Druck, das einer der Bestandteile des Mörtels oder Betons ist, durch einen mit dem zweiten Material zu füllen bestimmten Trichter (11), das den zweiten Bestandteil des Mörtels oder Beton darstellt, durch ein mit dem Trichter (11) verbundenes zweites Zuführungsrohr (12) für das zweite Material, durch eine Drehschnecke (19), die in dem Zuführungsrohr (12) für das zweite Material zum mechanischen Fördern des vom Trichter (11) zugeführten zweiten Materials angeordnet ist und durch eine drehbare Scheibe (18) zum Mischen des ersten und zweiten Materials, die durch das erste bzw. zweite Zuführungsrohr (13, 12) zugebracht werden, wobei die Scheibe (18) zum Abschleudern des sich ergebenden Gemisches ausgebildet ist, das Zuführungsrohr (13, 12) für das erste und zweite Material und die drehbare Scheibe (18) koaxial und die Zuführungsrohre (13, 12) für das erste und zweite Material koaxial angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Scheibe mit Einrichtungen (16) zum Steuern der Abschleuderrichtung des Gemisches versehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgabende des Zuführungsrohrs (12) für das zweite Material sich in die Nähe der drehbaren Scheibe (18) erstreckt und mit einer Aussparung zum Steuern der Abschleuderrichtung des Gemisches versehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch Einrichtungen zum Drehen des Zuführungsrohrs (12) für das zweite Material.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Scheibe (18) etwa in ihrer Mitte mit Einrichtungen (28, 88) zum Rühren der Mischung versehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Scheibe (18) einen Aussenring und eine entferntbar daran angebrachte Mittelscheibe (86) aufweist, die die Rührreinrichtungen (88) trägt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Schnecke (19) an der Aussenseite des Zuführungsrohrs (13) für das erste Material befestigt ist und Einrichtungen für das Drehen dieses Rohres vorgesehen sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Schnecke (19) an der Innenfläche des Zuführungsrohrs (12) für das zweite Material befestigt ist und Einrichtungen zum Drehen des Zuführungsrohrs (12) für das zweite Material vorgesehen sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuführungsrohr (13) für das erste Material ein Zuführungsrohr (13a) für den Hauptbestandteil und ein Zuführungsrohr (13b) für einen zusätzlichen Bestandteil hat.

16. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Scheibe (18) mit ringförmigen Schleudereinrichtungen (180) versehen ist, die eine Schleuderfläche aufweisen, welche zur Scheibe (18) geneigt ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die drehbare Scheibe (18) mit einer Vielzahl von Glättungselementen (108) versehen ist, die auf einem Kreis angeordnet sind, der einen Durchmesser hat, welcher grösser ist als der der Scheibe (18), um die Oberfläche der aufgeschleuderten Schicht (128) zu glätten.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbringen eines Zementmörtels oder von Beton durch Schleudern, insbesondere mittels der Zentrifugalkraft.

Das Aufbringen eines Betonmörtels oder von Beton durch Blasen bzw. Spritzen kann ausgeführt werden, ohne dass ein Rahmen oder eine Form vorher montiert werden muss. Ausserdem ist es nicht erforderlich, die Form nach dem Härten des aufgetragenen Betons oder Zements zu demontieren, so dass die Oberflächenendbearbeitung sofort ausgeführt werden kann. Dieses Verfahren ist nicht nur eine starke Arbeitsvereinfachung, sondern verkürzt auch die Arbeitszeit sehr stark. Aus diesem Grund wird das Spritzverfahren heute in vielen Fällen angewendet.

Von den Spritzverfahren sind das nasse Verfahren, das trockene Verfahren und das halbnasse Verfahren zu erwähnen. Sie sind in dem einen Fall vorteilhaft, in einem anderen Fall jedoch nachteilig. Bei dem Spritzverfahren werden eine hydraulische Substanz, wie Zement, ein Zuschlagstoff und Wasser zur Herstellung eines grünen Betons bzw. Frischbetons geknetet, der ein gewünschtes Verhältnis W/C von Wasser zu Zement aufweist. Der Frischbeton wird zur Arbeitsstelle mit einer Betonpumpe gefördert und dort auf eine Wandfläche durch eine Düse geschleudert. Da der Zement ausreichend nass ist, hat bei diesem Verfahren das Betonprodukt eine hohe mechanische Festigkeit. Wenn jedoch ein Frischbeton mit einem W/C-Verhältnis hergestellt wird, der eine extrem hohe Festigkeit aufweist, ist es schwierig, diesen Frischbeton durch eine Leitung wegen seines hohen Reibungswiderstands und wegen seiner hohen Viskosität zu fördern. Es wird ein Pumpendruck in der Grössenordnung von 50 bar benötigt, was eine grosse Antriebsleistung und eine hinsichtlich der Festigkeit starke Leitung erfordert. Bei einer solchen Ausrüstung beträgt die maximale Förderdistanz höchstens 50 bis 60 m, so dass es nicht möglich ist, diese Verfahren zum Bau eines langen Tunnels einzusetzen. In der Praxis wird das Verhältnis von Wasser zu Zement mehr oder weniger gesteigert, um die Fließfähigkeit des Frischbetons zu

verbessern. Dadurch ist es jedoch nicht mehr möglich, die Vorteile des Nassverfahrens vollständig auszunutzen. Andererseits werden bei dem Trockenverfahren die Betonbestandteile zur Arbeitsstelle trocken unter hohem Druck gefördert, während die erforderliche Wassermenge den Betonbestandteilen in einer Spritzdüse an der Arbeitsstelle zugesetzt wird. Der Luftdruck, der zum Fördern der Betonbestandteile durch ein Rohr benötigt wird, beträgt etwa 5 bis 6 bar, so dass das Trockenverfahren zur Förderung der Betonbestandteile über eine grosse Distanz mit einer einfachen und billigen Anlage vorteilhaft eingesetzt werden kann. Das Kneten bzw. Mischen der Trockenbestandteile und des Wassers kann jedoch nicht wirksam durchgeführt werden. Es wird in grossen Mengen Zementstaub erzeugt, wodurch es nicht möglich ist, gekneteten Beton während einer langen Zeit aufzubringen. Darüber hinaus beträgt die mechanische Festigkeit des gespritzten Betons nur die Hälfte von der des nach dem Nassverfahren hergestellten Betons, was sich als grosser Nachteil des Trockenverfahrens erwiesen hat.

Das halbnasse Verfahren ist ein dazwischenliegendes Verfahren bei welchem anstatt am Ende des Förderrohrs an einer Zwischenstelle Wasser eingeschlossen wird. Wenn das Wasser an einer Stelle 5 bis 6 m vor der Düse zugesetzt wird, nimmt die Fließfähigkeit stark ab, wodurch das Rohr verstopft, so dass es nicht möglich ist, ein so langes Rohr wie beim Trockenverfahren zu verwenden. Wenn das Wasser an einer Stelle in der Nähe der Düse zugesetzt wird, ist es schwierig, den Beton ausreichend zu kneten bzw. zu mischen. Diese Schwierigkeit entspricht der beim Trockenverfahren auftretenden.

Unabhängig vom Verfahren wird der erhaltene Beton auf eine Fläche mit unter hohem Druck stehender Luft aufgeblasen bzw. aufgespritzt, wodurch der einmal auf die Oberfläche aufgetragene Beton dazu neigt, durch das Spritzen weggeblasen zu werden. An der Düse wird deshalb ein Schnellhärtungsmittel zugesetzt, das normalerweise zum Zeitpunkt des Spritzens verwendet wird. Es ist jedoch schwierig, das Schnellhärtungsmittel mit dem Beton gleichförmig zu vermischen, wodurch der aufgetragene Beton nicht gleichförmig ist. Ausserdem ist der Verlust an Schnellhärtungsmittel zum Zeitpunkt des Spritzens gross. Das verlorene Mittel ergibt eine Reizungen herbeiführende Atmosphäre, die das Arbeiten über längere Zeit schwierig macht. Sowohl bei dem Trockenverfahren als auch bei dem Nassverfahren ist die Scherfestigkeit der gespritzten Betonschicht gering, da beim ersteren Verfahren die Luftmenge in der gespritzten Schicht gross und beim letzteren Verfahren der Wassergehalt hoch ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht deshalb darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbringen von Mörtel oder Beton zu schaffen, bei welchem die verschiedenen Nachteile der bekannten Verfahren vermieden werden und der Mörtel oder Beton ohne Verwendung von Druckluft aufgebracht werden kann, wodurch die Erzeugung von Staub und Rückprallmaterial an der Arbeitsstelle verringert wird.

Ausserdem soll es möglich sein, in den Frischmörtel oder Frischbeton gleichförmig ein Schnellhärtungsmittel einzuschliessen und das Verspritzen des Schnellhärtungsmittels zu verhindern, wenn der Frischmörtel oder der Frischbeton aufgebracht wird. Mit dem Verfahren und der Vorrichtung soll sich Frischbeton bzw. grüner Beton schleudern lassen, wobei die Fördergeschwindigkeit der Betonbestandteile und die Aufschleudergeschwindigkeit des Frischbetons unabhängig voneinander einstellbar sein sollen. Das Aufschleudern des Frischbetons soll dabei in jeder gewünschten Richtung möglich sein. Die Oberfläche der aufgetragenen Betonschicht soll glättbar bzw. glatt sein.

Diese Aufgabe wird bei dem Verfahren zum Aufbringen

von Mörtel oder Beton durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens ist im Patentanspruch 7 gekennzeichnet.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zum Abschleudern bzw. Spritzen von Beton sowie verschiedene Einrichtungen zum Herstellen der Bestandteile des Betons,

Fig. 2 im Längsschnitt eine drehbare Spritzeinrichtung,

Fig. 3 in einer teilweise längsgeschnittenen Seitenansicht eine modifizierte Spritzeinrichtung,

Fig. 4 in einer Stirnansicht einen Spritzrichtungssteuerzylinder, wie er bei der Vorrichtung der Fig. 2 und 3 verwendet wird,

Fig. 5a, 5b und 5c in Schnittansichten eines Bogentunnels das Aufbringen einer Betonschicht auf die Tunnelinnenfläche unter Verwendung der Vorrichtungen von Fig. 2 und 3,

Fig. 6 in einer Seitenansicht die auf einem Schlitten aufgetragene Spritzvorrichtung zum Spritzen von Beton,

Fig. 7 in einer teilweise längsgeschnittenen Seitenansicht eine modifizierte Ausführungsform der Vorrichtung,

Fig. 8 perspektivisch eine Basisplatte eines in der Vorrichtung von Fig. 7 benutzten Rührers,

Fig. 9 in einer Schnittansicht eine Spritzrichtungssteuer-einrichtung, wie sie in Fig. 7 verwendet wird,

Fig. 10 Schnittansichten eines Bogentunnels, auf dessen Innenfläche eine Betonschicht unter Verwendung der Vorrichtung von Fig. 7 aufgebracht wird,

Fig. 11 im Längsschnitt eine modifizierte drehbare Scheibe und einen Rührer,

Fig. 12 eine Seitenansicht der Basisplatte des Rührers der Vorrichtung von Fig. 11,

Fig. 13 in einer teilweise längsgeschnittenen Seitenansicht eine weitere Modifizierung der Vorrichtung,

Fig. 14 und 15 schematisch die Vorrichtung von Fig. 13 sowie verschiedene Einrichtungen zur Herstellung der Betonbestandteile,

Fig. 16 schematisch die erfindungsgemässe Vorrichtung zum Aufbringen von Nassbeton,

Fig. 17 im Längsschnitt einen modifizierten Projektor, der den Frischbeton schräg spritzen bzw. schleudern kann,

Fig. 18 einen Schnitt durch einen modifizierten Projektor,

Fig. 19 im Längsschnitt eine weitere Modifizierung der Vorrichtung und

Fig. 20 eine Stirnansicht der Ausführungsform von Fig. 19.

Die bei dem in Fig. 1 gezeigten System eingesetzte Schleudervorrichtung 1 ist mit einer Einrichtung 2 zum Herstellen einer fließfähigen Substanz, beispielsweise Mörtel oder pastöse Masse, über eine Pumpe 5 und Leitungen verbunden. Jeder der Mischer 21 und 22 oder beide Mischer 21 und 22 sind mit der Einrichtung 2 über Förderer 7 und 7a oder dergleichen verbunden. Für den Mischer 21 sind ein Zementtrichter 24, ein Sandtrichter 23, ein Wirkstofftrichter 25 und ein Wasserzugaberohr 26 vorgesehen. Dem Mischer 22 sind ähnliche Trichter 23 bis 25, ein Hauptwasserzugaberohr 26 und ein Sekundärwasserzugaberohr 27 zugeordnet. Für die Wurfvorrichtung 1 sind Trockenmaterialherstelleinrichtungen 3 und 4 vorgesehen. Die von den Einrichtungen 2 und 3 hergestellten Trockenmaterialien werden durch Förderer, wie Bandförderer 6 und 6a in einen Trichter 11 gefördert, der der Spritzvorrichtung 1 zugeordnet ist.

Über der Einrichtung 3 zur Herstellung des Trockenmaterials sind ein Trichter 31 für Grobzuschlag, ein Trichter 32 für Feinzuschlag und ein Trichter 33 für Schnellhärtungsmittel angeordnet. Die Vorrichtung 4 zur Herstellung von Trockenmaterial ist mit einem Mischer 40 versehen. Darüber sind ein

Trichter 41 für Grobzuschlag, ein Trichter 42 für Feinzuschlag und ein Trichter 43 für Schnellhärtungsmittel angeordnet. Jeder der Trichter 23 bis 27, 31 bis 33 und 41 bis 43 ist mit einem Konstantbeschicker versehen, so dass den Herstellungseinrichtungen vorgegebene Mengen an Zuschlagstoffen zugeführt werden können. Weiterhin sind vorgegebene Mengen von primärem und sekundärem Wasser eingeschlossen.

Die Betonspritzvorrichtung kann als Wagen, wie in Fig. 2 oder als Arbeitsgerät wie in Fig. 3 gebaut sein. Das zentrale Rohr 13 (Fig. 2) zum Fördern der fließfähigen Materialien ist mit dem Rohr von der Pumpe 5 verbunden und erstreckt sich in Horizontalrichtung längs der Achse der Wurfvorrichtung 1. Das äussere Ende des zentralen Rohres 13 ist zur Mitte einer drehbaren Scheibe offen, die eine Vielzahl von Schaufeln bzw. Blättern 16 hat. Das zentrale Rohr 13 ist von einem Trockenmaterialzuführungszylinder 12 konzentrisch umgeben. Dazwischen erstreckt sich vom Trichter 11 zur drehbaren Scheibe 18 ein Schneckenzyylinder 19. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, kann der Schneckenzyylinder 19 an der Innenfläche des Zuführungszylinders 12 befestigt sein, der durch eine daran befestigte Scheibe 11a und einen Riemen gedreht wird. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, kann der Schneckenförderer 19 auch am Umfang des zentralen Rohres 13 befestigt sein, das von einem Elektromotor gedreht wird. Im letzteren Fall wird der Zuführungszylinder 12 ortsfest gehalten. Durch Drehen des Schneckenförderers 19 wird in beiden Fällen das vom Trichter 11 zugeführte Material zur drehbaren Scheibe 18 über den Zuführungszylinder 12 gefördert. Die der drehbaren Scheibe 18 zugeführte Materialmenge ist proportional der Anzahl der Umdrehungen des Schnecken- bzw. Schraubenförderers 19.

Die drehbare Scheibe 18 ist an einem Ende eines drehbaren Zylinders 14 befestigt, der den Zuführungszylinder 12 umgibt. Der drehbare Zylinder 14 wird durch eine am anderen Ende befestigte Scheibe 14a gedreht, wodurch das Material an der drehbaren Scheibe 18 radial abgeschleudert wird. Zwischen dem drehbaren Zylinder 14 und dem Zuführungszylinder 12 ist ein Schleuderrichtungs-Steuerzylinder 17 vorgesehen, der zu den drehbaren Schaufeln 16 über das vordere Ende des Zuführungszylinders 12 vorsteht. An dem gegenüberliegenden Ende des Zylinders 17 ist ein Betätigungselement 17b zum Steuern der Schleuderrichtung ausgebildet, wie dies in Fig. 4 gezeigt ist. Durch Einstellen der Position der drehbaren Schleudervorrichtung 1 und des Betätigungsteils 17a ist es möglich, den Beton auf die Innenfläche eines bogenförmigen Tunnels zu schleudern bzw. zu spritzen, der einen grossen oder kleinen Querschnitt hat, wie dies in den Fig. 5A bis 5C gezeigt ist.

Aus den Fig. 2 und 3 ist zu ersehen, dass an der Mitte der drehbaren Scheibe 18 an einer Stelle, die dem Abgabeende des zentralen Rohres 13 gegenüberliegt, eine scheibenförmige Platte 28 für die Aufnahme des fließfähigen Schlammmaterials befestigt ist, das von dem zentralen Rohr 13 abgegeben wird. Das Material wird dann radial und gleichförmig von der scheibenförmigen Platte 28 abgegeben und mit dem durch die Zuführungszylinder 12 zugeführten Trockenmaterial vermischt. Die am Umfang der drehbaren Scheibe 18 befestigten radialen Blätter 16 erteilen der so gebildeten Mischung die gewünschte Abschleuder- bzw. Wurfenergie. Die drehbare Scheibe 18 und der Schneckenförderer 19 können mit unterschiedlichen Drehzahlen gedreht werden. Die Geschwindigkeit des Förderers bestimmt die Trockenmaterialmenge, die der drehbaren Scheibe 18 zugeführt wird, während die Drehzahl der drehbaren Scheibe 18 die Schleuderenergie festlegt. Die Menge des fließfähigen Materials durch das zentrale Rohr 13 kann in geeigneter Weise variiert werden. Durch entsprechende Kombination dieser Parameter kann jedes gewünschte Betonspritzverfahren ausgeführt werden.

Wenn ein Wagentyp gemäss Fig. 2 verwendet wird, kön-

nen die durch die Herstellungseinrichtungen 2 und 3 vorbereiteten Materialien auch vom Wagen zur Arbeitsstelle gefördert werden. Ein solcher Aufbau ist in Fig. 6 gezeigt. Dabei trägt ein erster Wagen 101 die drehbare Schleudervorrichtung 1, ein zweiter Wagen 102 einen Trichter 35 zum Speichern von Materialien, die von der Trockenmaterial-Herstellungseinrichtung 3 zubereitet worden sind. Das Trockenmaterial im Trichter 35 wird an dessen Boden durch einen Abnahme-mechanismus 36 abgenommen und dann zur Schleudervorrichtung 1 mittels Förderer 37 und 37a befördert. Ein dritter Wagen 103 trägt einen Trichter 55 zum Speichern von fließfähigem Material, das durch die Herstellungseinrichtung 2 für fließfähiges Material vorbereitet worden ist. Im Boden des Trichters 55 ist ein von einem Elektromotor 56a angetriebener Rührer 56 angeordnet. Mit einer von einem Elektromotor 57a angetriebenen Mörtelpumpe 57 ist eine Leitung 57b verbunden, die sich vom Rührer 56 aus erstreckt. Das zentrale Rohr 13 und die Spritzvorrichtung 1 sind mit einer Abgabeöffnung 57b verbunden, die am oberen Abschnitt der Mörtelpumpe 57 mündet.

Die Schleudervorrichtung 1 sitzt am ersten Wagen 101 über Gleitblöcke 104, die am ersten Wagen 101 durch Elektromotoren 105 so bewegt werden, dass die Schleudervorrichtung 1 nach vorne oder hinten geführt wird, während die übrigen Wagen 101 bis 103 angehalten sind, was von den Bedingungen an der Arbeitsstelle zum Schleudern von Frischbeton auf die Oberfläche eines geradegegrabenen Tunnels abhängt. An dem ersten Wagen 104 ist zum Drehen der drehbaren Scheibe 18 der Schleudervorrichtung 1 ein Elektromotor 115 angebracht, ein weiterer Motor 116 ist zum Drehen des Schneckenförderers 19 vorgesehen.

Wenn die in Fig. 6 gezeigte Vorrichtung zur Nassbetonverarbeitung verwendet wird, wird der Wagen 103 durch einen Frischbetonwagen ersetzt. Der Wagen 102 wird zwischen einem Tunneleinlass und der Tunnelarbeitsstelle so hin- und herbewegt, dass der in dem Frischbetonwagen geknetete bzw. gemischte Frischbeton in den Trichter gebracht wird, der vom Wagen 102 am Tunneleinlass getragen wird. Der Wagen 102 wird zum Wagen 101 an der Arbeitsstelle bewegt und der Frischbeton zum Wagen 101 überführt. Da in diesem Fall der Frischbeton zwangsweise durch das zentrale Rohr 13 durch eine Pumpe geführt wird, ist es vorteilhaft, seine Fließfähigkeit zu erhöhen. Zweckmässigerweise wird durch das zentrale Rohr 13 ein Frischmörtel bestehend aus Zement, einem feinen Zuschlagsstoff und Wasser gefördert, während trockener grober Zuschlagsstoff und ein Schnellhärtungsmittel vom Trichter 11 zugeführt werden. Dadurch ist es möglich, nacheinander sorgfältig hergestellten Frischbeton zum Tunneleinlass mittels des Frischbetonwagens zu transportieren, so dass das Nassverfahren ohne Installation eines Betonmischers im Tunnel ausgeführt werden kann.

Bei der in Fig. 3 gezeigten Modifizierung sitzt die Schleudervorrichtung 1 an einer Arbeitsbasis 50 mittels eines Schwingmechanismus 51. Die Arbeitsbasis 50 wird von einem Haltearm 52 und einem Arbeitszylinder 53 getragen, so dass die Schleudervorrichtung 1 in Vertikalrichtung durch den Zylinder 53 bewegt und durch den Schwingmechanismus 51 geschwungen werden kann, um Frischbeton an eine gewünschte Stelle und in eine gewünschte Richtung zu schleudern.

Bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform sind das zentrale Rohr 13 zum Zuführen von fließfähigem Material und der Trockenmaterial-Zuführungszylinder 12 konzentrisch angeordnet. Die Trockenmaterialien im Trichter 11 werden zu der drehbaren Scheibe 18 mittels des Schneckenförderers 19 in der gleichen Weise wie bei Fig. 2 und 3 gefördert. Bei dieser Modifizierung ist jedoch ein Rührer 85 an der drehbaren

Scheibe 18 an einer Stelle befestigt, die dem Abgabeende des zentralen Rohres 13 gegenüberliegt. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, ist der Rührer 85 an der Innenseite einer Basisplatte 86 angebracht, die am Mittelabschnitt der drehbaren Scheibe 18 befestigt und mit einer Vielzahl von Rührblättern 87 und 88 versehen ist, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist. Die Basisplatte 86 ist an der drehbaren Scheibe 18 durch eine Stange 89 befestigt, die durch Anker 18a am Umfang der drehbaren Scheibe 18 gehalten ist. Durch ein Drücken eines Federelements 89a, kommt die Stange 89 aus der Eingriffsstellung mit den Ankern 18a, so dass es möglich ist, die Basisplatte 86 durch Greifen von Handgriffen 86a abzunehmen, um die Rührblätter 87 und 88 zu reinigen oder einzustellen. Die in Fig. 7 gezeigte Modifizierung ist deshalb vorteilhaft, weil der in den Fig. 2 und 3 gezeigte Zylinder 17 nicht verwendet wird, so dass die Schleuderrichtung mit einer einfachen Konstruktion einstellbar ist. Der Zuführungszylinder 12 umschliesst die Rührblätter 87 und 88 und erstreckt sich bis in die Nähe der drehbaren Scheibe 18. Wie in Fig. 9 gezeigt ist, wird ein Abschnitt des Zylinders 12 bei 12b entfernt, so dass nach Einstellung der Winkelposition des Zuführungszylinders 12 die Schleuderrichtung variiert werden kann, wodurch ein Spritzen von Frischbeton in jeder gewünschten Richtung möglich ist, wie dies in Fig. 10 gezeigt ist.

Mit dem in den Fig. 7 und 8 gezeigten Rührer erfolgt das Rühren hauptsächlich durch die Blätter bzw. Schaufeln 87, während das Blatt 88 bezüglich der Achse der Drehschnecke 19 zum Fördern des Frischbetons zur drehbaren Scheibe 18 etwas geneigt ist.

Die Fig. 11 und 12 zeigen einen modifizierten Rührer. Dabei ist eine Zuführungseinrichtung 85a mit langen und kurzen Schaufeln 87a und 87b an der Innenseite der Basisplatte 86 vorgesehen, die im Mittelabschnitt der drehbaren Scheibe 18 befestigt ist. Weiterhin ist eine Rührschaufel 88 am vorderen Ende des Schneckenförderers 19 angeordnet. Jede der Schaufeln 87a und 87b ist so geformt, dass ihr Querschnitt allmählich in Förderrichtung des Materials abnimmt. Dadurch wird das Trockenmaterial von dem Schneckenförderer 19 gefördert, durch die Schaufel 88 gerührt und dann auf die drehbare Scheibe 18 durch die Zuführungseinrichtung 85a aufgegeben. Die Basisplatte 86 ist an der drehbaren Scheibe 18 durch ein Befestigungselement 89b und Bolzen 89c an den gegenüberliegenden Enden befestigt. Die Basisplatte 86 kann jedoch auch entfernbar an der drehbaren Scheibe festgelegt sein, wie dies in Fig. 8 gezeigt ist.

Wenn der Frischbeton auf die unregelmässige Oberfläche eines Tunnels aufgebracht wird, ist es vorteilhaft, einen umschaltbaren Motor für die Drehung des drehbaren Zylinders 14 zu verwenden, um die Drehrichtung der drehbaren Scheibe 18 umkehren zu können. Dadurch kann auch ein Abschnitt beschichtet werden, dessen Beschichtung mit Beton schwierig ist, wenn sich die drehbare Scheibe 18 in der einen Richtung dreht.

Mit der Vorrichtung können, wie erwähnt, geeignete Maschinen kombiniert werden, die ausserhalb und innerhalb des Tunnels positioniert sind, was vom Durchmesser des Tunnels und von den Bedingungen an der Arbeitsstelle abhängt. Diese Kombination ist in Fig. 1 durch die doppelt und einfach schraffierten Abschnitte veranschaulicht. Als Minimum sind an der Arbeitsstelle die Schleudervorrichtung 1 und die Herstellungseinrichtung 4 installiert, während sich die übrigen Maschinen ausserhalb des Tunnels befinden. In einem bestimmten Fall können die Pumpe 5 und die Aufbereitungsvorrichtung 2 für das fließfähige Material im Tunnel installiert werden. In einem grösseren Tunnel können weitere Maschinen installiert werden, was durch strichpunktierte Linien veranschaulicht ist.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung wird vorteilhafter-

weise für herkömmliche Spritzverfahren verwendet. Beispielsweise wird beim Nassverfahren der grüne Mörtel oder der Frischbeton durch das zentrale Rohr 13 unter Verwendung einer Pumpe befördert, wie dies anhand von Fig. 6 erläutert wurde. Kies wird durch den Zuführungszylinder 12 zusammen mit einem Schnellhärtungsmittel zugeführt, wie basisches Silikat, Kalziumchlorid, Natriumaluminat und Natriumkarbonat, was dann der fließfähigen Substanz an der drehbaren Scheibe 18 zugesetzt wird. Anschliessend wird die Mischung abgeschleudert bzw. verspritzt. Beim herkömmlichen Nassverfahren ist der Durchmesser der Leitung an der Düse reduziert. Zum Spritzen wird Hochdruckluft verwendet, so dass es erforderlich ist, eine bei hohem Druck arbeitende Pumpe zu verwenden. Auch mit dieser Massnahme ist es schwierig, die Materialien über eine grosse Entfernung zu transportieren, wie dies bereits ausgeführt wurde. Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung ist es nicht nötig, Hochdruckluft zu verwenden. Der Durchmesser der Leitung in Düsennähe kann verringert werden, so dass es möglich ist, Materialien über eine grosse Entfernung mit einer kleinen Pumpe zu transportieren. Darüber hinaus kann den Materialien eine ausreichend grosse Wurfenergie erteilt werden, auch wenn das Material zur drehbaren Scheibe mit einer relativ niedrigen Geschwindigkeit transportiert wird. Wenn die Erfindung beim Trockenverfahren verwendet wird, wird einem Trockengemisch, das durch den Schneckenförderer im Zuführungszylinder gefördert wird, durch das zentrale Rohr Wasser zugesetzt. Wenn ein in den Fig. 7 oder 11 gezeigter Rührer verwendet wird, wird die Mischung innig vermischt, wodurch die mechanische Festigkeit des gespritzten Betons erhöht wird. Darüber hinaus wird ein Reflektieren des verspritzten Betons verringert, wodurch Nachteile des Trockenverfahrens vermieden, jedoch seine Vorteile genutzt werden.

Die Einsatzbreite der Vorrichtung von Fig. 1 lässt sich mit Hilfe der Einrichtung 8 für die Trichter 23 und 32 steigern, die Sand oder feinen Zuschlagsstoff zuführen, um das Oberflächenwasser an dem Feinzuschlag gleichförmig zu gestalten. Sand wird am Fluss oder am Meer gewonnen und zu einem Betonmischer transportiert. Menge und Zustand des Wassers an den Teilchen des Sandes ändern sich stark. Auch wenn der Sand aus der gleichen Herstellung stammt, ändert sich die Wassermenge, wenn der Sand in einem Hof aufgehäuft wird, an der Oberseite, an der Unterseite und in der Mitte des Haufens stark. Bei dem Sand an der Oberseite wird der Wassergehalt stark durch das Wetter beeinflusst. Darüber hinaus sind einige Sandteilchen trocken, während andere nass sind. Bei der Herstellung von Frischbeton haben bekanntlich die darin enthaltenen Wasser- und Luftmengen grossen Einfluss auf die Festigkeit des sich ergebenden Betons sowie auf die Viskosität und Verarbeitbarkeit des Frischbetons. Erfindungsgemäss werden nun die Menge und der Zustand des Wassers an den Sandteilchen vorzugsweise gleichförmig gestaltet, wodurch ein rationeller Anteil dieser Bestandteile festlegbar ist. Wenn die Wassermenge an den Sandteilchen gleichförmig gemacht ist, kann das Verhältnis von Wasser zu Zement W/C genau bestimmt werden, das für die Aufbereitung von Frischbeton wesentlich ist. Betrachtet man das Verhältnis von Sand zu Zement S/C und von Sand zu Kies S/A, so können diese Verhältnisse auch dort genau eingehalten werden, wo die Wassermenge der Sandteilchen gleichförmig gestaltet ist. Vorteilhafterweise wird zuerst Zementpulver in Sand mit eingestelltem Oberflächenwasser eingeschlossen, um die Sandteilchenhüllen zu bilden. Diese Hüllen enthalten in einem hohen Anteil Zement, so dass sie stabil sind und während des Förderns durch die Pumpe und beim Schleudern durch die drehbare Scheibe nicht aufgebrochen werden. Darüber hinaus machen die Hüllen unregelmässige Sandteilchen zu sphärischen Körpern, wodurch sie leicht mit einem Förderer

gefördert werden können. Um die Wassermenge an den Sandteilchen gleich zu gestalten, können verschiedene Verfahren verwendet werden.

Da der Frischbeton gegen eine Fläche durch die Zentrifugalkraft ohne Verwendung von Hochdruckluft geschleudert wird, stellt sich auch kein Verspritzen des geschleuderten Betons aufgrund der Hochdruckluft ein. Der aufgebrauchte Beton wird durch die Geschwindigkeitsenergie des darauffolgend ausgeschleuderten Frischbetons komprimiert. Obwohl das fließfähige Aufschlammungsmaterial, das durch die Pumpe gefördert wird, eine ausreichend hohe Fließfähigkeit hat, da es mit den Trockenmaterialien an der drehbaren Scheibe innig vermischt wird, hat das Betonprodukt nach dem Abschleudern bzw. Spritzen eine ausreichend hohe Scherfestigkeit. Während des Vermischens wird das Verhältnis W/C aufgrund der Trockenmaterialien verringert, während das Verhältnis S/C oder A/C gesteigert wird, so dass die Scherfestigkeit des Produktes verbessert wird. Mit anderen Worten, es kann durch ein einziges Aufwerfen eine Betonschicht mit einer ausreichenden Stärke ausgebildet werden.

Erfindungsgemäss kann das Schnellhärtungsmittel wirk-samer eingesetzt werden. Wenn die Vorrichtung für das Nassverfahren verwendet wird, wird das Schnellhärtungsmittel im trockenen Zustand zugesetzt. In diesem Fall ist es möglich, das Schnellhärtungsmittel dem Frischbeton oder Frischmörtel, der durch das zentrale Rohr 13 gefördert wird, gleichförmig zuzumischen, wobei ein Rührer, wie in den Fig. 7 oder 11 gezeigt ist, benutzt wird, wodurch die Wirkung des Schnellhärtungsmittels verbessert wird. Im Trockenverfahren wird das Schnellhärtungsmittel zusammen mit den trockenen Bestandteilen, wie Zementpulver und Zuschlag zugeführt. Das Schnellhärtungsmittel ist den trockenen Bestandteilen, bis diese an der drehbaren Scheibe 18 ankommen, gleichförmig zugemischt. Beim Spritzverfahren nach dem Stand der Technik bleiben unmittelbar vor dem Blasen, also an der Düse, wenn das Schnellhärtungsmittel dem viskosen Material zugesetzt wird, dessen Verhältnisse von W/C und S/C geeignet eingestellt sind, Teilchen des Schnellhärtungsmittels an der Oberfläche des klumpenförmigen oder teilchenförmigen viskosen Materials hängen, wodurch eine gleichförmige Dispergierung des Schnellhärtungsmittels unterbleibt. Wenn für das Aufblasen Hochdruckluft benutzt wird, schwimmen feine Teilchen des Schnellhärtungsmittels in der Umgebungsatmosphäre, wodurch diese reizend wirkt. Da erfindungsgemäss das Schnellhärtungsmittel gleichförmig verteilt und keine Hochdruckluft benutzt wird, werden die obigen Nachteile vermieden.

Wenn ein mit Zementmänteln gebildeter Zuschlagstoff durch den Zuführungszylinder 12 im trockenen Zustand zugeführt wird, wird ein relativ langsames Schnellhärtungsmittel verwendet, um die Aushärtung im Zuführungsrohr zu vermeiden.

Da das Schnellhärtungsmittel gleichförmig verteilt wird und keine Hochdruckluft benutzt wird, kann die Menge des Schnellhärtungsmittels reduziert werden, was nicht nur wirtschaftlich ist, sondern auch die Festigkeit des erhaltenen Betonbaus über eine lange Zeit verbessert.

Bei der in Fig. 13 gezeigten Modifizierung ist eine Vielzahl von sich durch das zentrale Rohr 13 erstreckenden Materialzuführungsrohren vorgesehen. In das zentrale Rohr 13 sind insbesondere ein Zuführungsrohr 13a für die Hauptkomponente und ein zusätzliches Zuführungsrohr 13b eingesetzt. Diese Rohre sind mit Leitungen 130a bzw. 130b verbunden.

Die Materialien werden den Zuführungsrohren 130a und 130b sowie dem Trichter 11 in der in Fig. 14 gezeigten Weise zugeführt. So werden aus dem Behälter 64 entnommene Materialien zum Trichter 11 der Schleudervorrichtung 1 über einen Förderer 64a zugeführt, während den Zuführungsroh-

ren 13a und 13b im zentralen Rohr 13 von Behältern 65 und 66 über Mengenstrommesser 67 und eine Pumpe 68 Haupt- und Hilfsmaterialien zugeführt werden. Wenn beispielsweise ein Harzbeton geschleudert bzw. geworfen werden soll, sind in dem Hauptbehälter 65 bzw. Hilfsbehälter 67 ein Hauptmaterial des Harzbetons und ein Schnellhärtungsmittel enthalten, während Zuschlagstoff, wie Silikatsand oder Stein aus dem Behälter 64 abgegeben wird.

Wenn die in Fig. 14 gezeigte Vorrichtung zum Beschichten der Innenfläche eines Tunnels benutzt wird, werden die Behälter 64, 65 und 66 sowie die Schleudervorrichtung 1 im Tunnel A installiert, während dem Behälter eine Mischung aus einem Mischer 70 zugeführt wird, der ausserhalb des Tunnels A installiert ist. Für den Mischer 70 sind herkömmliche Beschichtungseinrichtungen 71 bis 74 vorgesehen, um diese Materialien, wie Zement, ein Pulver eines Schnellhärtungsmittels, einen feinen Zuschlagstoff, wie Sand, einen groben Zuschlagstoff, wie Kies oder zerkleinernden Stein zuzuführen. Dem Hauptbehälter 65 wird Wasser zugeführt. Dem Hilfsbehälter 66 wird ein flüssiges Schnellhärtungsmittel zugeführt. Die Vorrichtung kann in zufriedenstellender Weise für das Trockenverfahren benutzt werden.

Obwohl, wie vorstehend beschrieben, fließfähiges Material, wie Zementpaste oder Mörtel oder eine Flüssigkeit durch das zentrale Rohr 13 und ein Trockenzuschlagstoff und/oder Zusatzstoffe durch den Zuführungszylinder 12 zugeführt werden, ist die Erfindung auf eine solche Anordnung nicht beschränkt. Für das erste und zweite Material, die zur Aufbereitung von aufzuspritzendem Frischbeton oder Mörtel erforderlich sind, wird das erste Material durch das zentrale Rohr 13 mit Niederdruckluft oder einer Pumpe gefördert, während das zweite Material in den Zuführungszylinder 13 über den Trichter 11 eingebracht und dann mechanisch mit dem Schneckenförderer 19 gefördert wird. Schliesslich werden diese Materialien vermischt und durch eine rotierende Schleudereinrichtung aufgeworfen. Da das zentrale Rohr 13 einen kleineren Durchmesser als der Zuführungszylinder 12 hat und da das erste Material durch das zentrale Rohr unter Druck gefördert wird, sollte das erste Material eine bestimmte Grösse aufweisende Fließfähigkeit haben. Andererseits ist es nicht erforderlich, dass das zweite Material fließfähig ist, da es zum Trichter mit einem Förderband oder einem Rohr mit grossem Durchmesser und dann mechanisch vom Schneckenförderer 19 gefördert wird.

Im Hinblick darauf eignet sich die in Fig. 16 gezeigte Anordnung für den Einsatz in der erfindungsgemässen Vorrichtung für das Nassverfahren. Die Schleudervorrichtung 1 und die Aufbereitungseinrichtung 120 für ein Schnellhärtungsmittel sind im Tunnel installiert. Von einem Betonmischerwagen 117 geförderter Frischbeton wird dabei dem Trichter 11 durch eine Pumpe 118 und eine Leitung 119 zugeführt und dann mechanisch durch den Schneckenförderer 19 gefördert. Wenn ein flüssiges Schnellhärtungsmittel verwendet wird, wird es durch das zentrale Rohr 13 unter seinem hydrostatischen Druck zugeführt, während bei Benutzung eines pulvrigen Schnellhärtungsmittels dieses durch Druckluft befördert wird. Die Aufbereitung und das Fördern der Materialien werden wie bei dem bekannten Nassverfahren ausgeführt. Die Fließfähigkeit des Frischbetons, der so aufbereitet wird, dass er das gewünschte Verhältnis von W/C hat, ist ebenfalls klein. Erfindungsgemäss ist nur das Fördern des Frischbetons zum Trichter 11 wesentlich und dass keine Blas- bzw. Spritzenergie erforderlich ist. Ausserdem ist es möglich, den Druck wesentlich zu reduzieren, der für das Fördern benötigt wird, so dass die Förderlänge vergrössert werden kann.

Bei der Schleudervorrichtung nach den Fig. 1 bis 16 wird der Frischbeton in eine Richtung senkrecht zur Förderrich-

tung abgeschleudert. Die Fig. 17 und 18 zeigen modifizierte Schleudervorrichtungen, die in der Lage sind, den Frischbeton schräg abzuschleudern. Beim Herstellen eines Tunnels wird gewöhnlich ein Rahmenwerk aus H-förmigen Stahlträgern oder dergleichen eingesetzt, so dass es mit einer Schleudervorrichtung schwierig ist, die nur in Vertikalrichtung abschleudert, Beton in das Rahmenwerk zu schleudern. Demzufolge verbindet sich der aufgeschleuderte Beton nicht wirksam mit dem Rahmenwerk. Wenn eine Schleudervorrichtung nach den Fig. 17 oder 18 benutzt wird, kann der Frischbeton wirksam in das Rahmenwerk geschleudert werden. Bei der modifizierten Schleudervorrichtung ist eine ringförmige Hilfsschleuderplatte 180 mit einer geeigneten Führungsfläche 181 an dem Abgabeende der drehbaren Scheibe 18 befestigt, wobei die Hilfsschleuderplatte 180 ebenfalls mit Schaufeln bzw. Blättern 186 versehen ist. Bei der Ausführungsform von Fig. 17 ist die Führungsplatte 181 nach vorne gerichtet, während sie bei der Ausführungsform von Fig. 18 nach hinten gerichtet ist. Beide Arten von Führungsplatten sind vorteilhaft. Die jeweils ausgewählte wird an der drehbaren Scheibe mit Klemmschrauben 183 und 184 festgelegt. Die zusätzliche Schleuderplatte 180 kann in eine Vielzahl von Abschnitte unterteilt werden, um ihre Montage zu erleichtern.

Wenn diese modifizierten Schleudervorrichtungen benutzt werden, wird die Richtung des abgeschleuderten Frischbetons durch die Führungsfläche 151 der zusätzlichen Schleuderplatte 180 bestimmt, wie dies in Fig. 17 gezeigt ist, so dass, wenn ein Rahmenwerk aus H-förmigen Stahlträgern 150 an der Innenfläche eines Tunnels vorgesehen ist, der Beton wirksam in das Rahmenwerk 150 geschleudert werden kann, wodurch die Bildung von Hohlräumen in dem aufgeschleuderten Beton verhindert wird. Wenn der Frischbeton gegen die gegenüberliegende Seite des Rahmenwerks geschleudert werden soll, wird die Bewegungsrichtung der Vorrichtung umgekehrt oder die Vorrichtung hin- und herbewegt oder es wird die zusätzliche Schleuderplatte 180 von Fig. 18 benutzt. Der in Fig. 17 gezeigte Rührer 85 besteht aus Schaufeln 87 und 88 und unterscheidet sich etwas von der Ausführung nach den Fig. 7 und 11, arbeitet jedoch in gleicher Weise.

Die in den Fig. 19 und 20 gezeigte Ausführungsform eignet sich besonders für einen kreisförmigen Tunnel, um dort eine glatte fertige Oberfläche zu erhalten. Ein kreisförmiger Tunnel hat einen hohen Druckwiderstand. Wenn Wasser durch ihn hindurchgeführt wird, widersteht er dem Wasserdruk. Wenn eine Betonbeschichtung nach dem bekannten Aufblasverfahren aufgebracht wird, wird die Oberfläche der aufgeblasenen Betonschicht unregelmässig, so dass es erforderlich ist, erneut Betonmörtel aufzuspritzen, um eine glatte fertige Oberfläche zu erhalten.

Mit der in den Fig. 19 und 20 gezeigten Modifizierung werden diese Nachteile beseitigt. Zunächst wird ein Mantel 100 aus einer Stahlplatte an der Innenfläche des Tunnels angebracht. Die erfindungsgemässe Spritzvorrichtung sitzt auf einem Wagen 10, der auf Schienen 113 läuft. Der drehbaren Scheibe 18 wird Frischbeton zugeführt, der durch die Zentrifugalkraft abgeschleudert wird. Konzentrisch mit der drehbaren Scheibe 18 drehen sich Glättungsplatten 105, um die Oberfläche der aufgeschleuderten Betonschicht 128 fertig zu bearbeiten. Die drehbare Scheibe 18 sitzt am vorderen Ende des drehbaren Zylinders 14 und wird durch einen Elektromotor 114 über Zahnräder 114a und 14a angetrieben. Am vorderen Ende des Wagens 10 ist eine Abdeckung 10a vorgesehen. An einer Halterung 10b in der Abdeckung 10a sitzt drehbar ein Ringzahnrad 109 mit grossem Durchmesser.

An dem Zahnrad 109 ist durch Verbindungsstäbe 106 eine Ringscheibe 107 befestigt. An dem Umfang der Scheibe 107 sitzt in gleichem Abstand eine Vielzahl von Halteelementen 107a für die Glättungselemente. Die Glättungselemente 108

sind an den Halteelementen 107a durch Stäbe 111 befestigt. Ein von dem Motor 114 angetriebenes Zahnrad 114b greift in die Innenverzahnung des Ringzahnrad 109 ein und treibt dieses an. Die Schienen 113, auf denen der Wagen 10 läuft, sind in eine Betonschicht 128 eingebettet, die durch Aufschleudern gebildet wird, so dass diese Schienen zur Verstärkung der Betonschicht beitragen.

Zusätzlich zu den verschiedenen Vorteilen, wie sie anhand der Fig. 1 bis 18 erläutert wurden, ermöglicht es die Ausführungsform der Fig. 19 und 20, dass die Glättungselemente 108 Druck auf die aufgelegte Betonschicht ausüben, wodurch dessen Oberfläche eine glatte Endbearbeitung und einen gleichförmigen Stärke erhält.

Die Erfindung wird anhand der nachstehenden Beispiele näher erläutert, in denen alle Prozentangaben Gewichtsprozent sind.

#### Beispiel 1

Ausserhalb eines Tunnels sind ein Chargenmischer 22 und die Aufbereitungseinrichtung 4 für Trockenmaterial installiert, ein Mischer 21 und eine Aufbereitungseinrichtung 3 werden nicht benutzt. Von einem Hof 9 wird Flusssand zugeführt und in Trichter 23 und 42 eingebracht. In den Trichter 41 des Chargenmischers 40, der sich ausserhalb des Tunnels befindet, werden zerkleinerte Steine der Grösse Nr. 6 eingebracht. In den Trichter 24 wird Zement, in den Trichter 43 ein Schnellhärtungsmittel eingefüllt, um die abzuschleudernden Materialien herzustellen. Diese Materialien werden zur Schleudervorrichtung 1 gefördert, die im Tunnel installiert ist und gegen dessen Innenfläche geschleudert, die einen Durchmesser von 2,2 m hat. In diesem Fall wird keine Zementumhüllung gebildet. Der vom Mischer 21 hergestellte Mörtel hat Verhältnisse  $S/C = 1,5$  und  $W/C = 39\%$ . Diesem Mörtel werden Sand, Kies und Schnellhärtungsmittel zugesetzt, die von der Aufbereitungseinrichtung 4 zugeführt werden. Man erhält einen Frischbeton mit  $S/C = 3,7$ ,  $W/C = 43,5\%$ ,  $S/A = 70\%$ , der  $17,5 \text{ kg/m}^3$  Schnellhärtungsmittel enthält. Der Zuführungsmengenstrom des Mörtels durch das zentrale Rohr 13 beträgt  $2,7 \text{ m}^3/\text{h}$ , während der Mengenstrom, mit dem Trockenmaterialien durch den Schneckenförderer zugeführt werden,  $8200 \text{ kg/h}$  ausmacht. Der Druck der Mörtelpumpe 9 ist relativ klein und liegt in der Grössenordnung von 4 bar.

Die im Tunnel erzeugte Staubmenge, die Rückprallmenge und die Festigkeit des sich ergebenden Betons sind in der nachstehenden Tabelle I zusammengefasst. Nach einem 1,5 h dauernden Aufschleudern hat sich keine Reizungen verursachende Atmosphäre eingestellt. Es wurde also kein Schnellhärtungsmittel verspritzt, und zwar unabhängig davon, dass der Durchmesser des Tunnels nur 2,2 m beträgt.

#### Beispiel 2

Wie in Beispiel 1 werden der Mischer 22 und die Aufbereitungseinrichtung 4 verwendet. Anstelle der Einbringung von Flusssand in den Mischer 22 wird Sand in den Mischer 42 eingebracht, dessen Oberflächenwasser auf 4% durch die das Oberflächenwasser einstellende Einrichtung eingestellt wird. Der Mischer 22 stellt so eine Zementpaste mit einem Verhältnis von  $W/C = 35\%$  her. Die Zementpaste wird durch das zentrale Rohr 13 gefördert, während alle Mengenströme von feinem und groben Zuschlag durch das Zuführungsrohr 12 geführt werden. Die zugeführte Menge der Zementpaste durch das zentrale Rohr 13 wird stark gegenüber der Menge an Mörtel von Beispiel 1 verringert, d.h. auf etwa  $1,4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Die Zementpaste wird unter einem Druck von 2,8 bar gefördert. Der abgeschleuderte Beton hat  $W/C = 48\%$ ,  $S/A = 60\%$ ,  $S/C = 3,3$ . Er enthält  $350 \text{ kg/m}^3$  Zement,  $1142 \text{ kg/m}^3$  Sand,

770 kg/m<sup>3</sup> zerkleinerten Stein Nr. 6 und 17,5 kg/m<sup>3</sup> Schnellhärtungsmittel.

Die erzeugte Staubmenge ist ebenfalls in Tabelle I aufgeführt. Da die Paste durch das zentrale Rohr zugeführt wird, erhöht sich die Staubmenge, dafür wird jedoch die Rückprallmenge verringert. Der erhaltene Beton hat eine hohe mechanische Festigkeit.

#### Beispiel 3

Es werden der Durchlaufmischer 21 und die Aufbereitungseinrichtung 3 von Fig. 1 benutzt, um feinen Zuschlagstoff herzustellen, der mit Ummantelungen versehen ist. Der Mischer 22 und die Aufbereitungseinrichtung 4 werden nicht benutzt. Als feiner Zuschlagstoff wird Flusssand benutzt, dessen Oberflächenwasser auf 4% eingestellt ist. Dieser Sand wird in die Trichter 23 und 32 eingebracht. Es werden der gleiche Grobzuschlag und das gleiche Schnellhärtungsmittel wie bei Beispiel 1 benutzt. Im Mischer 21 werden Zement und primäres Wasser in den Sand aus dem Trichter 23 eingeschlossen, um Ummantelungen zu bilden, die Wasser und Zement in einem Verhältnis von W/C = 18% enthalten. Dann wird durch das Rohr 27 das Sekundärwasser zugesetzt, um einen Zementmörtel mit einem Verhältnis von W/C = 39% herzustellen. Der erhaltene Mörtel wird durch das zentrale Rohr 13 zugeführt, nachdem er mit den Materialien vermischt wurde, die aus den Trichtern 31 bis 33 über die Zuführungsleitungen 12 zugeführt wurden. Dann wird der erhaltene Frischbeton abgeschleudert. Der Frischbeton hat Verhältnisse S/C = 3,7, W/C = 43,5% und S/A = 70%. Er enthält 17,5 kg/m<sup>3</sup> Schnellhärtungsmittel wie bei Beispiel 1. Der Pumpendruck 5 beträgt 3 bar, ist also um 25% kleiner als bei Beispiel 1.

Wie in der nachstehenden Tabelle I gezeigt ist, wird die Staubmenge wesentlich reduziert und der Rückprallprozentsatz stärker als im Beispiel 2 verringert.

#### Beispiel 4

Einer Mischung aus Sand mit 4% Oberflächenwasser und trockenem zerkleinerten Stein Nr. 6 wird zur Bildung von Zementummantelungen Zement zugesetzt.

Der abgeschleuderte Frischbeton hat S/C = 2,3, W/C = 35%, S/A = 34%. Er enthält 500 kg/m<sup>3</sup> Zement, 1135 kg/m<sup>3</sup> Sand und 550 kg/m<sup>3</sup> zerkleinerten Stein. Da der grobe Zuschlagstoff ebenfalls mit Zementummantelungen versehen ist, hat der sich ergebende Beton eine höhere Festigkeit als der von Beispiel 3.

Die erzeugte Staubmenge ist etwas grösser als bei Beispiel 3, jedoch kleiner als die bei Beispiel 1 und 2. Die Rückprallmenge ist extrem gering. Der Frischbeton nach diesem Beispiel kann wie nach Beispiel 3 abgeschleudert werden.

Die Mengen des erzeugten Staubs, der Rückprallprozentsatz, der sich während des Zeitraumes des Abschleuderns des Frischbetons nach den Beispielen 1 bis 4 einstellt, und die Festigkeiten des sich ergebenden Betons sind in der Tabelle I nachstehend zusammengefasst. Die Staubmenge wird gemessen nachdem der Frischbeton dreissig Minuten aufgeschleudert worden ist, ohne dass die Umgebungsluft ausgewechselt wurde. Es hat sich gezeigt, dass auch dann, wenn die Aufschleuderzeit über dreissig Minuten hinaus verlängert wird, sich die Staubmenge nicht ändert. Im Gegensatz dazu erreicht die Staubmenge bei dem bekannten Verfahren 25 bis 30 mg/m<sup>3</sup> nach dem Aufblasen über fünfzehn Minuten, wodurch ein weiteres Arbeiten nicht mehr möglich ist. Das bedeutet, dass mit dem erfindungsgemässen Verfahren und der erfindungsgemässen Vorrichtung dieser Nachteil beseitigt ist.

Tabelle I

| Beispiel<br>Nr. | Erzeugte<br>Staubmenge<br>in mg/m <sup>3</sup> | Rückprall<br>in % | Festigkeit N/mm <sup>2</sup> |               |
|-----------------|------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------|
|                 |                                                |                   | nach 7 Tagen                 | nach 28 Tagen |
| 1               | 3,5                                            | 22,0              | 20,9                         | 28,5          |
| 2               | 3,8                                            | 12,0              | 21,8                         | 29,3          |
| 3               | 1,6                                            | 10,5              | 24,0                         | 32,0          |
| 4               | 2,4                                            | 8,5               | 43,0                         | 58,2          |

#### Beispiel 5

In dem Tunnel werden ein Chargenmischer 22 und eine Trockenmaterialaufbereitungseinrichtung 4 von Fig. 1 installiert. Als Feinzuschlagstoff wird Bergsand S, als Grobzuschlagstoff zerkleinerter Stein Nr. 7 und als Schnellhärtungsmittel eine Verbindung verwendet, die im wesentlichen aus einem Aluminat (Natomic Nr. 5) besteht.

Diese Bestandteile werden miteinander vermischt. In der Aufbereitungseinrichtung 2 für fliessfähiges Material werden der Bergsand S, ein üblicher Portlandzement C, der als hydraulisches Pulver wirkt, und Wasser W zusammen in Gewichtsverhältnissen vermischt, die in der Tabelle II zusammengefasst sind.

Tabelle II

| Proben<br>Nr. | Grundmasse/m <sup>3</sup>                        |      |         |         |         |                             | Trockenmaterial |         |                               |
|---------------|--------------------------------------------------|------|---------|---------|---------|-----------------------------|-----------------|---------|-------------------------------|
|               | Fließfähiges, von der Pumpe gefördertes Material |      |         |         |         |                             |                 |         |                               |
|               | W/C<br>%                                         | S/C  | C<br>kg | S<br>kg | W<br>kg | Entwässerungsmittel<br>in l | S<br>kg         | G<br>kg | Schnellhärtungsmittel<br>in % |
| 1             | 47                                               | 1,75 | 350     | 612,5   | 161,7   | 2,8                         | 790,2           | 357,4   | 1,0                           |
| 2             | 50                                               | 2,0  | 350     | 700     | 172,2   | 2,8                         | 682             | 345     | 0                             |
| 3             | 50                                               | 2,0  | 350     | 700     | 172,2   | 2,8                         | 682             | 345     | 5,0                           |
| 4             | 50                                               | 2,0  | 350     | 700     | 172,2   | 2,8                         | 682             | 345     | 7,1                           |

Es wird die drehbare Abschleudervorrichtung von Fig. 7 verwendet. Die drehbare Scheibe 18 hat einen Durchmesser von 50 cm und rotiert mit einer Drehzahl von 500 U/min. Die von der Mörtelpumpe 5 geförderte Mörtelmenge beträgt 59 l/min in jedem Beispiel. Die von dem Förderer geförderten Trockenmaterialmengen betragen im Beispiel 1 140,6 kg/min

und in den Beispielen 2, 3 und 4 109,2 kg/min. Die Zusammensetzungen des auf die Innenfläche eines Tunnels geschleuderten Frischbetons, der Rückprallprozentsatz und die Festigkeiten des erhaltenen Betons sind in der nachstehenden Tabelle III zusammengefasst.

Tabelle III

|        | Zusammensetzung des geschleuderten Zements/m³ |     |      |     |      |     |     |                            | Rückprall | Druckfestigkeit in N/mm² |              |               |
|--------|-----------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|-----|----------------------------|-----------|--------------------------|--------------|---------------|
| Proben | W/C                                           | S/C | S/A  | C   | S    | G   | W   | Schnell-<br>härtungsmittel |           | nach 1 Tag               | nach 7 Tagen | nach 28 Tagen |
| Nr.    | %                                             |     | %    | kg  | kg   | kg  | kg  | in kg                      | in %      |                          |              |               |
| 1      | 45,3                                          | 4,1 | 79,3 | 360 | 1495 | 390 | 163 | 3,6                        | 19,6      | –                        | 21,9 6       | 25,1 9        |
| 2      | 49,2                                          | 4,0 | 79,7 | 356 | 1438 | 367 | 175 | 0                          | 9,8       | 6,5 6                    | 17,5 4       | 24,2 5        |
| 3      | 49,2                                          | 4,0 | 79,7 | 356 | 1438 | 367 | 175 | 17,8                       | 18,9      | 9,6 6                    | 21,4 4       | 26,5 7        |
| 4      | 49,2                                          | 4,0 | 79,7 | 356 | 1438 | 367 | 175 | 24,8                       | 16,9      | 6,1 4                    | 17,5 9       | 22,1 9        |

Wie aus dieser Tabelle ersehen werden kann, ist der Staubprozentatz bei jedem Beispiel gering, so dass mit der Arbeit fortgefahren werden kann, nachdem mehrere zehn Minuten lang bis zwei oder mehr Stunden gearbeitet worden ist.

## Beispiel 6

<sup>15</sup> Es werden die gleichen Bedingungen bei Beispiel 5 benutzt, die Zusammensetzung und die Zusätze sind jedoch geändert, wie dies in Tabelle IV gezeigt ist.

Tabelle IV

| Proben<br><br>Nr. | Grundzusammensetzung/m³                         |       |       |      |      |                                  | Zusatzstoff                      | Trockenmaterial |       | Schnell-<br>härtungsmittel<br>% | C<br><br>kg |
|-------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|------|------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------|---------------------------------|-------------|
|                   | Von der Pumpe gefördertes fließfähiges Material |       |       |      |      |                                  |                                  | S               | G     |                                 |             |
|                   | C                                               | S     | W     | W/C  | S/C  | Entwässerungs-<br>mittel<br>in l |                                  |                 |       |                                 |             |
| kg                | kg                                              | kg    | %     | %    |      |                                  | kg                               | kg              |       |                                 |             |
| 1                 | 350                                             | 1050  | 207,2 | 60   | 3,0  | 2,8                              | –                                | 332,6           | 347   | 5                               | –           |
| 2                 | 350                                             | 850   | 200,2 | 57   | 2,5  | 2,8                              | –                                | 509,2           | 347,4 | 5                               | –           |
| 3                 | 350                                             | 612,5 | 161,7 | 47   | 1,75 | 2,8                              | –                                | 790,2           | 357,4 | 4,8                             | –           |
| 4                 | 350                                             | 700   | 172,2 | 50   | 2,0  | 2,8                              | –                                | 682             | 345   | 5,1                             | –           |
| 5                 | 350                                             | 850   | 200,2 | 57   | 2,5  | 2,8                              | –                                | 509,2           | 347,4 | 8,8                             | –           |
| 6                 | 350                                             | 850   | 200,2 | 57   | 2,5  | 2,8                              | –                                | 509,2           | 347,4 | 5,7                             | –           |
| 7                 | 350                                             | 850   | 200,2 | 57   | 2,5  | 2,8                              | –                                | 509,2           | 347,4 | 8,1                             | –           |
| 8                 | 350                                             | 700   | 172,2 | 50   | 2,0  | 2,8                              | Viskositätsverstär-<br>ker 0,05% | 682             | 345   | 5,0                             | –           |
| 9                 | 350                                             | 700   | 172,2 | 50   | 2,0  | 2,8                              | Viskositätsverstär-<br>ker 0,1%  | 682             | 345   | 4,5                             | –           |
| 10                | 350                                             | 700   | 172,2 | 50   | 2,0  | 2,8                              | Stahlfaser 0,5%                  | 682             | 345   | 7,1                             | –           |
| 11                | 350                                             | –     | 115,5 | 33   | –    | 2,8                              | –                                | 1381            | 603,2 | 6,7                             | –           |
| 12                | 350                                             | –     | 115,5 | 33   | –    | 2,8                              | –                                | 1285            | 566   | 2,8                             | 150         |
| 13                | 350                                             | 700   | 234,7 | 67,1 | 2,0  | 2,8                              | –                                | 682             | 345   | 2,4                             | –           |

Die der drehbaren Scheibe 18 durch das zentrale Rohr 13 und das Zuführungsrohr 14 zugeführten Materialmengen, die Anzahl der Umdrehungen der drehbaren Scheibe 18 und die

<sup>45</sup> Zusammensetzung des Frischbetons werden verändert, wie sich aus der nachstehenden Tabelle V ergibt.

Tabelle V

| Proben<br>Nr. | Abgegebene Menge  |                     | Zusammensetzung des abgeschleuderten Zements in kg/m <sup>3</sup> |      |     |     |                            |      |      |      | Anzahl der<br>Umdrehungen der<br>drehbaren Scheibe<br>U/min |
|---------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|----------------------------|------|------|------|-------------------------------------------------------------|
|               | Zentrales<br>Rohr | Zuführungs-<br>rohr | C                                                                 | S    | G   | W   | Schnellhärtungs-<br>mittel | W/C  | S/C  | S/A  |                                                             |
|               | in l/min          | in kg/min           | kg                                                                | kg   | kg  | kg  | %                          | %    |      | %    |                                                             |
| 1             | 61,6              | 70                  | 340                                                               | 1396 | 407 | 201 | 17                         | 59,1 | 4,1  | 77,4 | 500                                                         |
| 2             | 41,9              | 87                  | 308                                                               | 1433 | 476 | 172 | 15,4                       | 55,6 | 4,7  | 75,1 | 500                                                         |
| 3             | 59                | 140,6               | 360                                                               | 1495 | 390 | 163 | 17,3                       | 45,3 | 4,1  | 79,3 | 500                                                         |
| 4             | 59                | 109,2               | 356                                                               | 1438 | 367 | 175 | 10                         | 49,2 | 4,0  | 79,7 | 500                                                         |
| 5             | 59                | 87                  | 353                                                               | 1415 | 387 | 197 | 31,1                       | 55,8 | 4,0  | 78,5 | 500                                                         |
| 6             | 59                | 87                  | 353                                                               | 1415 | 387 | 197 | 20,1                       | 55,8 | 4,0  | 78,5 | 600                                                         |
| 7             | 59                | 87                  | 353                                                               | 1415 | 387 | 197 | 28,6                       | 55,8 | 4,0  | 78,5 | 700                                                         |
| 8             | 59                | 109,2               | 356                                                               | 1438 | 367 | 175 | –                          | 49,2 | 4,0  | 79,7 | 500                                                         |
| 9             | 59                | 109,2               | 356                                                               | 1438 | 367 | 175 | –                          | 49,2 | 4,0  | 79,7 | 500                                                         |
| 10            | 59                | 109,2               | 356                                                               | 1438 | 367 | 175 | –                          | 49,2 | 4,0  | 79,7 | 500                                                         |
| 11            | 21,6              | 133                 | 438                                                               | 1184 | 515 | 200 | 21                         | 45,7 | 2,7  | 70,3 | 500                                                         |
| 12            | 21,6              | 127                 | 569,8                                                             | 1093 | 481 | 202 | 9,8                        | 35,5 | 1,92 | 70   | 500                                                         |
| 13            | 59                | 109,2               | 338                                                               | 1384 | 358 | 226 | 81                         | 66,9 | 4,1  | 79,4 | 500                                                         |

Bemerkung: In Beispiel 13 wird die in den Fig. 11 und 12 gezeigte Schleudervorrichtung verwendet, wobei ihre Drehrichtung umgekehrt wird.

Die Druckfestigkeit des sich ergebenden Betons, die Staubmenge und der Rückprallprozentsatz, der zum Zeitpunkt des Abschleuderns des Frischbetons bei dem jeweiligen

Beispiel erzeugt werden, sind in der nachstehenden Tabelle VI zusammengefasst.

Tabelle VI

| Proben<br>Nr. | Druckfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> |               | Rückprall<br>in % | Staub<br>in mg/m <sup>2</sup> |
|---------------|--------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|
|               | nach 7 Tagen                         | nach 28 Tagen |                   |                               |
| 1             | 16,9                                 | 24,5          | 17,6              | 2,1                           |
| 2             | 18,3                                 | 26,3          | 19,0              | 1,8                           |
| 3             | 17,5                                 | 27,9          | 12,5              | 2,0                           |
| 4             | 18,0                                 | 25,1          | 14,8              | 2,5                           |
| 5             | 17,3                                 | 23,2          | 12,4              | 1,5                           |
| 6             | 21,5                                 | 28,4          | 13,3              | 1,2                           |
| 7             | 20,1                                 | 25,3          | 10,2              | 2,3                           |
| 8             | 17,4                                 | 22,6          | 12,4              | 1,9                           |
| 9             | 19,3                                 | 28,9          | 19,9              | 3,0                           |
| 10            | 22,1                                 | 27,2          | 11,9              | 3,1                           |
| 11            | 28,4                                 | 35,2          | 12,6              | 2,3                           |
| 12            | 38,9                                 | 47,6          | 14,8              | 2,5                           |
| 13            | 16,5                                 | 25,3          | 9,1               | 2,3                           |

Wie aus der vorstehenden Tabelle zu ersehen ist, ist bei jedem Beispiel die erzeugte Staubmenge gering.

**FIG. 1**

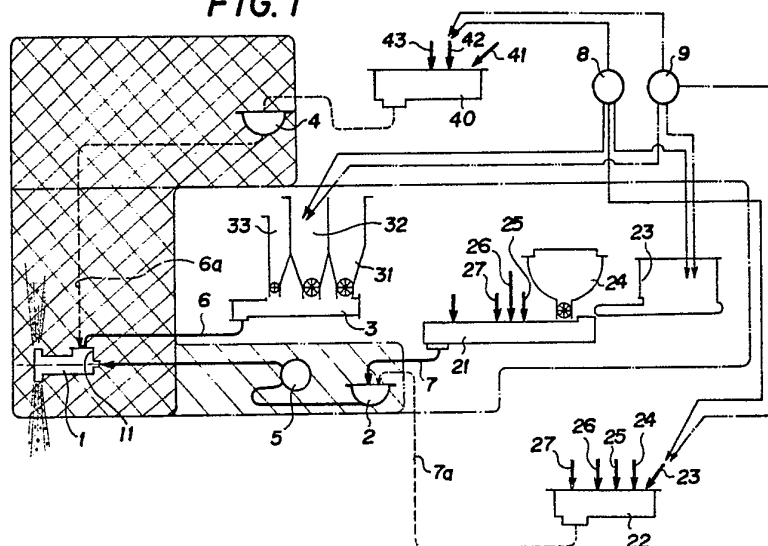
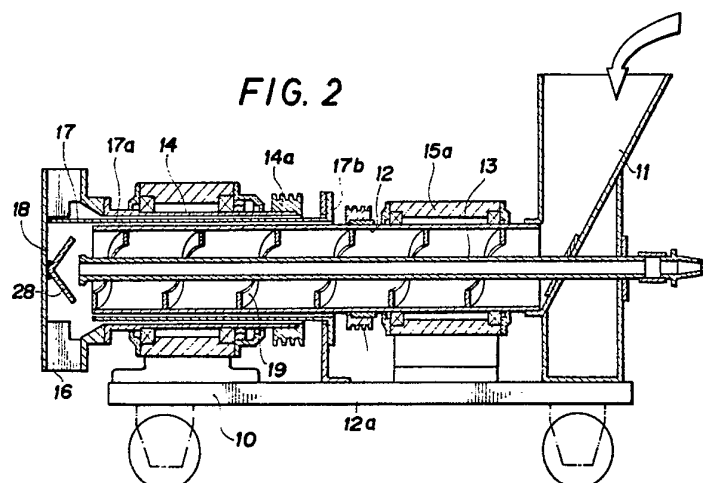
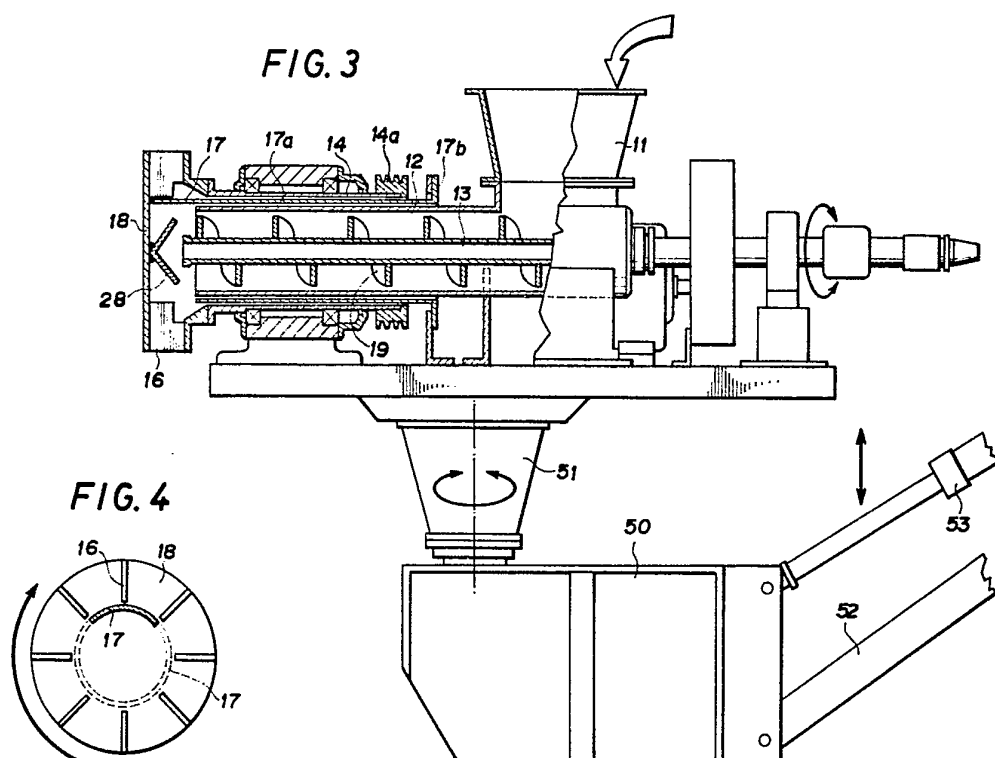


**FIG. 2**





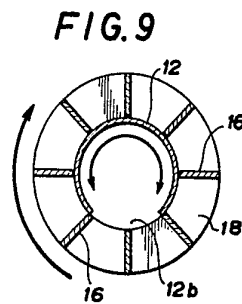
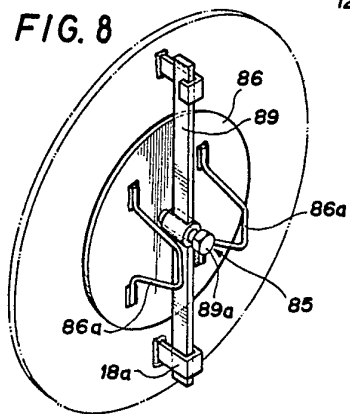
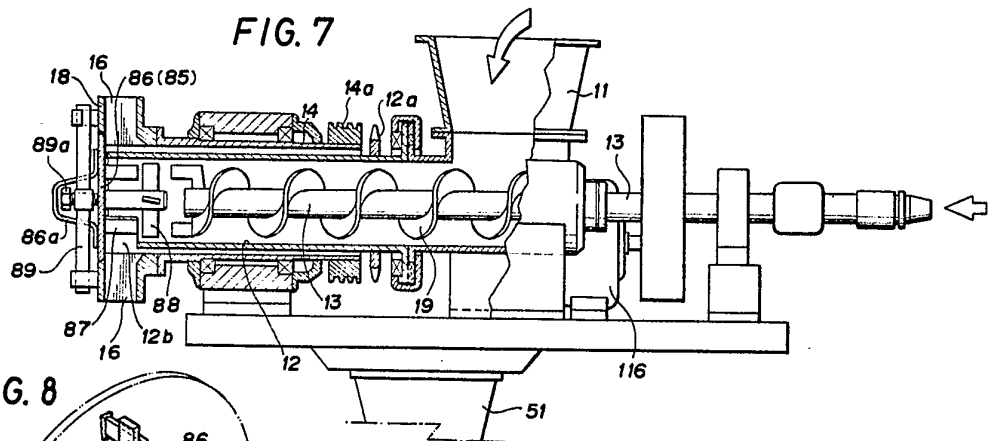
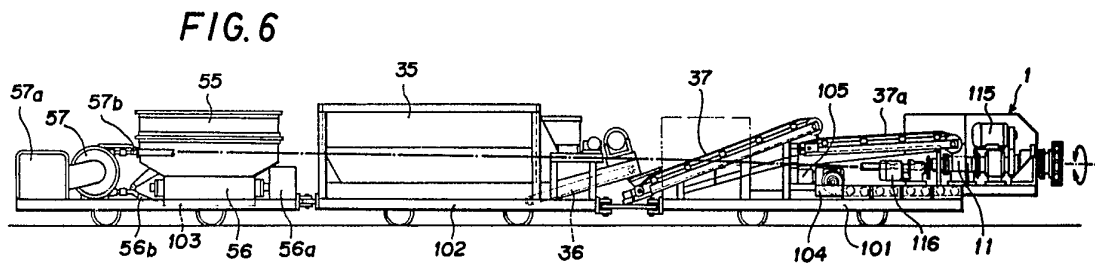
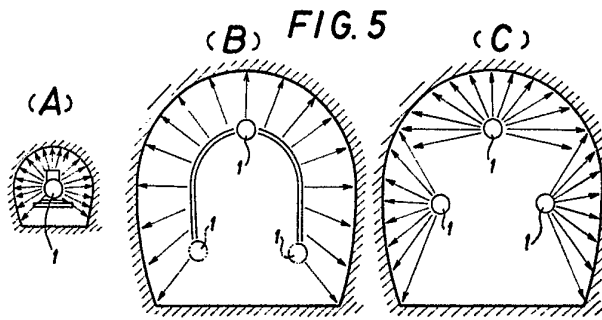


FIG. 10

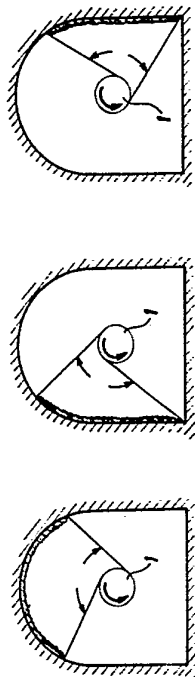


FIG. 12

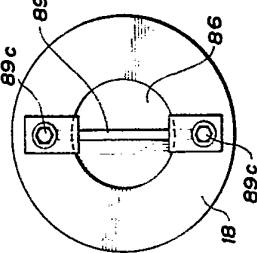


FIG. 11

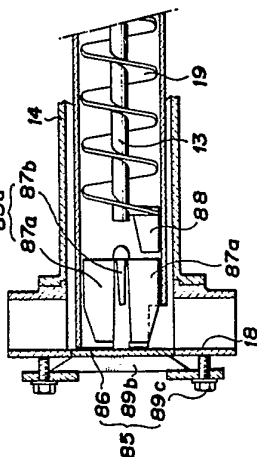


FIG. 13

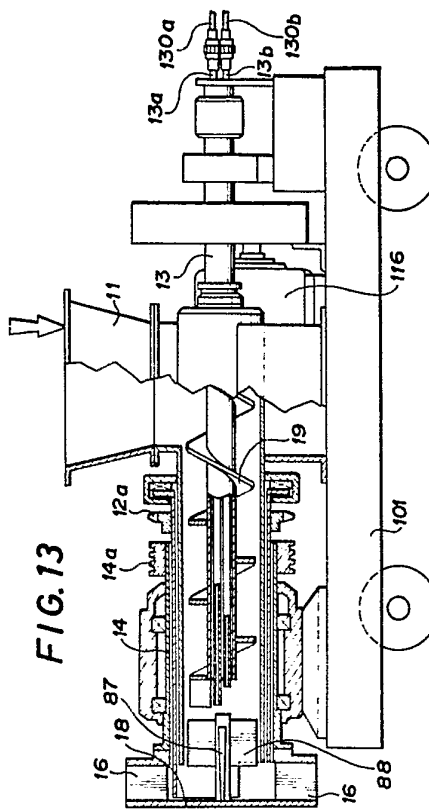


FIG. 14

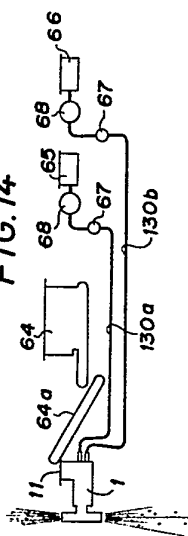


FIG. 16

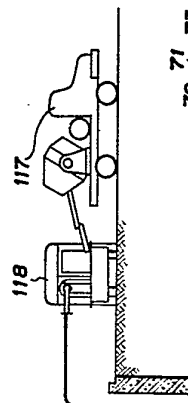


FIG. 15

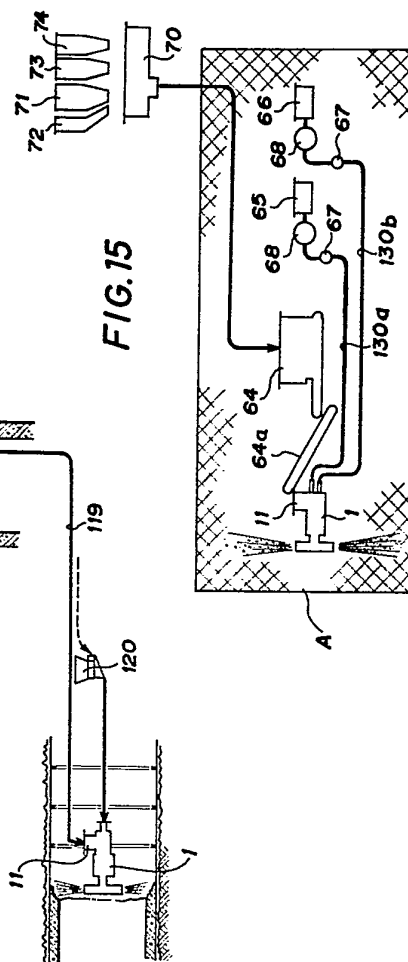


FIG. 17

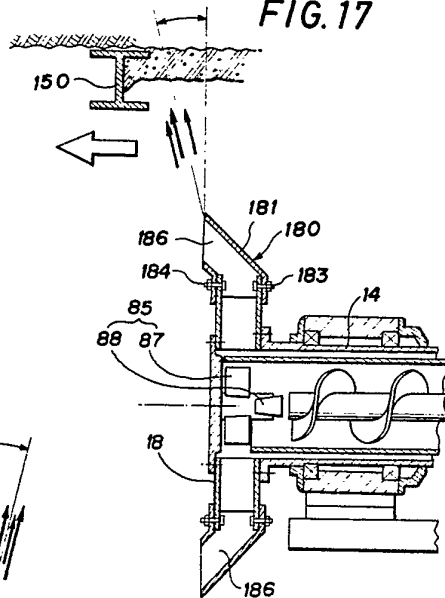


FIG. 18

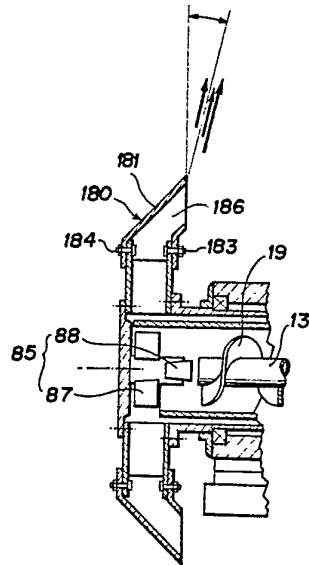


FIG. 19

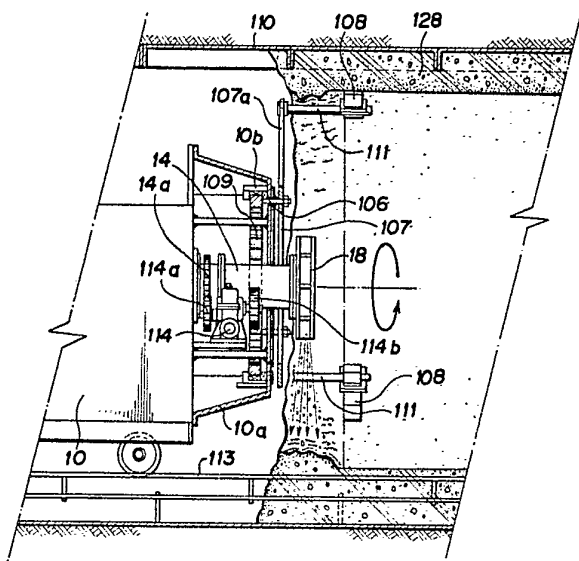


FIG. 20

