



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.²: B 01 F 3/20
C 04 B 7/36

⑫ PATENTSCHRIFT A5

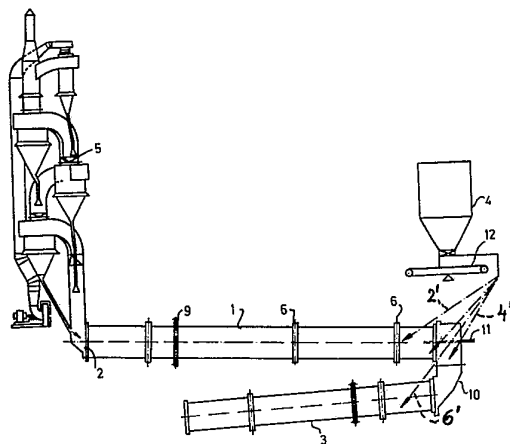


615 838

<p>⑳ Gesuchsnummer: 10922/76</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 27.08.1976</p> <p>㉓ Priorität(en): 27.08.1975 AT 6604/75</p> <p>㉔ Patent erteilt: 29.02.1980</p> <p>㉕ Patentschrift veröffentlicht: 29.02.1980</p>	<p>㉗ Inhaber: Perlmooser Zementwerke AG, Wien (AT)</p> <p>㉘ Erfinder: Ludwig Kwech, Kaltenleutgeben (AT) Dr. Fritz Jung, Wien (AT)</p> <p>㉙ Vertreter: Brühwiler, Meier & Co., Zürich</p>
---	---

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Mischprodukts für die Kunststeinerzeugung.

⑤⑦ Um den Energiebedarf und damit die Herstellungskosten des Mischprodukts zu senken, ohne jedoch seine Eigenschaften zu verschlechtern, lässt man das erste Ausgangsmaterial nach dem Erhitzen, z.B. nach dem Brennen im Drehofen (1), in eine Abkühleinrichtung (3) eintreten. Vor, während oder nach diesem Eintretenlassen wird an mindestens einer Stelle (strichpunktierte Pfeile 2', 4', 6') das zweite Ausgangsmaterial zugesetzt. Beim innigen Vermischen wird die beim Abkühlen des ersten Ausgangsmaterials freiwerdende Wärmemenge zum Erhitzen des zweiten Ausgangsmaterials genutzt. Für das Zusetzen des zweiten Ausgangsmaterials dient mindestens eine Eintragseinrichtung (4), vorzugsweise eine Schurre oder ein Fallrohr. Deren Auslass ist innerhalb des Auslassbereiches des Drehrohrofens (1), innerhalb der Uebergangseinrichtung (10) oder innerhalb des Rohrkühlers (3) angeordnet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Mischprodukts für die Kunststeinerzeugung aus einem ersten anorganischen Ausgangsmaterial und mindestens einem zweiten anorganischen Ausgangsmaterial, wobei das erste Ausgangsmaterial einem Erhitzungsprozess unterworfen wird und das zweite Ausgangsmaterial auf eine unterhalb der Erhitzungstemperatur des ersten Ausgangsmaterials liegende Temperatur erhitzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass man nach dem Erhitzungsprozess das erste Ausgangsmaterial in eine Abkühleinrichtung eintreten lässt, dass man ihm vor, während oder nach diesem Eintretenlassen an mindestens einer Stelle das zweite Ausgangsmaterial zusetzt und dass man beide Ausgangsmaterialien vermischt, um die beim Abkühlen des ersten Ausgangsmaterials freiwerdende Wärmemenge zum Erhitzen des zweiten Ausgangsmaterials zu nutzen.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als erstes Ausgangsmaterial ein Portlandzementklinker bildendes Ausgangsmaterial verwendet und dass man das Zusetzen beginnt, wenn es die Zone seiner maximalen Brenntemperatur verlässt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als erstes Ausgangsmaterial einen Kalk, wie z. B. einen mergeligen, tonigen und dolomitischen Kalk, verwendet, der während des Erhitzungsprozesses gebrannt wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als zweites Ausgangsmaterial ein durch Erhitzen hydratisierfähigen Mergelklinker bildendes Ausgangsmaterial, wie z. B. Kalkmergel, dolomitischen Mergel, Tonmergel, mergeligen Schiefer, Schiefer, tonigen Kalk, kalkigen Ton, Phyllit, Kalkphyllit und Ultrabazit oder ein Abfallprodukt verwendet, das die genannte Eigenschaft aufweist.

5. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als zweites Ausgangsmaterial ein durch Erhitzen Puzzolaneigenschaften erwerbendes oder seine bereits vorhandenen Puzzolaneigenschaften verstärkendes, silikatisches und/oder aluminatisches Ausgangsmaterial verwendet, wie z. B. Kieselsäure, Feldspat, zur Erzeugung von Ziegeln geeignetes toniges Material, Ölschieferrückstand, Bauxit, Laterit, Glas und vulkanisches Gestein wie Trass.

6. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als zweites Ausgangsmaterial ein sich während des Erhitzens aufblähendes Ausgangsmaterial verwendet, wie z. B. blähfähiger Ton, Schiefer, Perlit, Vermiculit und blähfähiges Tuffgestein.

7. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als zweites Ausgangsmaterial ein brennbare, bei Erhitzung Gase oder Dämpfe entwickelnde, sich chemisch umsetzende oder sich verändernde Substanzen enthaltendes Ausgangsmaterial verwendet, das beim Erhitzen seine ursprünglich vorhandene, die Qualität des erhaltenen Kunststeins schädigende Wirkung verliert, wie z. B. Flugasche mit hohem Gehalten an Schwefelverbindungen und brennbaren Bestandteilen.

8. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1, mit einer Erhitzungseinrichtung (1) zur Erhitzung des ersten Ausgangsmaterials, mit einer Kühleinrichtung (3) und mit einer Übergangseinrichtung (10), die zwischen dem Auslass der Erhitzungseinrichtung (1) und dem Einlass der Kühleinrichtung (3) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass für das Zusetzen des zweiten Ausgangsmaterials mindestens eine Eintragseinrichtung (4, 44) vorhanden ist, deren Auslass innerhalb des Auslassbereiches der Erhitzungseinrichtung (1) (Fig. 2, 3, 8, 9), innerhalb der Übergangseinrichtung (10) (Fig. 4, 5) oder innerhalb der Kühleinrichtung (3) (Fig. 6, 7) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintragseinrichtung für das Zusetzen des

zweiten Ausgangsmaterials eine Transportschnecke (23) oder ein ortsfestes Förderorgan (31), vorzugsweise eine Schurre oder ein Fallrohr, aufweist.

10. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhitzungseinrichtung als Drehofen (1) ausgebildet ist, dass die Kühleinrichtung als Rohrkühler (3) ausgebildet ist und dass die Eintragseinrichtung (4) eine am Mantel des Drehofenauslasses oder des Rohrkühlers (3) angeordnete Haube (13, 26) sowie diesen Mantel durchdringende, schaufelförmige Einbauten (16, 29) aufweist (Fig. 2, 3, 6, 7).

11. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintragseinrichtung an die Übergangseinrichtung (10) unter Zwischenschaltung von mindestens einer Dichtvorrichtung (17, 30, 32), vorzugsweise in Form einer Doppelpendelklappe (30, 32) (Fig. 6 bis 9) oder einer Zellschleuse (17) (Fig. 2, 3), angeschlossen ist.

12. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhitzungseinrichtung als Drehofen (1) ausgebildet ist, dass die Kühleinrichtung Satellitenkühler (35) aufweist und dass die Eintragseinrichtung (4) im Bereich zwischen den Durchtrittsöffnungen (36) des Drehofens (1) und den Satellitenkühlern (35) angeordnet ist (Fig. 10).

13. Vorrichtung nach Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an der Innenseite des Mantels des Drehofens (1) in dessen Auslassbereich (34) mindestens eine Spirale oder mindestens ein Schneckenflügel (37) eingebaut ist, um das zweite Ausgangsmaterial zu den Durchtrittsöffnungen (36) zu fördern, wobei bei Anwesenheit mehrerer Spiralen oder mehrerer Schneckenflügel deren Austragsenden den Einlässen der jeweils gewünschten Satellitenkühler (35) zugeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslassbereich (34) der Heizeinrichtung (1) konisch ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintragseinrichtung (4) unter Zwischenschaltung von mindestens einer Dosiereinrichtung (12) mit der Heizeinrichtung bzw. der Übergangseinrichtung verbunden ist.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

In vielen Industriezweigen, es seien hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit nur die Baustoff-, Feuerfest- und Keramikindustrie erwähnt, werden Kunststeine im weitesten Sinne erzeugt, und zwar entweder in stückiger, gewöhnlich standardisierter Ausführung (Ziegel, Dachziegel, Blöcke, Platten, Träger, Pfosten, Rohre usw.) oder alles zusammenhängende flächige oder räumliche Gebilde (Deckschichten, Beläge, Estriche, Putz, Stukkaturen, Bauteile, Baukonstruktionen, Garagen, Schutzräume, Schiffsrümpfe usw.). Mit Ausnahme vieler Füll- und Zuschlagstoffe werden die dafür benötigten Gemische wie z. B. Zement aus den verschiedensten Ausgangsmaterialien durch Erhitzungs-, Kalzinier-, Brenn-, Fritungs-, Sinter- und/oder Schmelzvorgänge gewonnen. Für diese Vorgänge werden in der Regel grosse Mengen an Wärmeenergie benötigt. Alle Versuche zu deren spürbaren Vergrößerung sind bisher fehlgeschlagen.

So erfordert beispielsweise das Brennen von Portlandzementklinker Temperaturen, die in der Regel in der Grössenordnung von 1400 bis 1450° C liegen. Die dem Klinker von diesem Brennprozess innewohnende grosse Wärmemenge

muss ihm nach dem Verlassen der Brennzone des Brennofens, der im allgemeinen ein Drehrohrföfen ist, in geeigneten Kühleinrichtungen wieder entzogen werden, die beispielsweise als Rost-, Rohr-, Schacht- oder Satellitenkühler ausgebildet sind. Die hier dem Klinker entnommene Wärme wurde bisher nur dazu benutzt, die dem Brenner zugeführte Verbrennungsluft vorzuwärmen. Für den Rest fehlte oft eine Verwertungsmöglichkeit bzw. ein Anwendungsgebiet. Die Energievergeudung war noch krasser, wenn Füll- und Zuschlagstoffe verwendet wurden, die ihrerseits auch einen Erhitzungsprozess benötigten wie z. B. Blähton.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art, um die Nachteile bekannter Ausführungen zu vermeiden und um insbesondere den Energiebedarf und damit die Herstellungskosten des Gemisches zu senken, ohne jedoch seine Eigenschaften zu verschlechtern. Diese Aufgabe wird beim Verfahren durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 und bei der Vorrichtung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 8 definierten Massnahmen gelöst.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Patentansprüchen 2 bis 7 und besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung sind in den Patentansprüchen 9 bis 15 umschrieben.

Bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstands werden nachfolgend anhand der Zeichnungen und von sechs Beispielen näher erläutert, dabei zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens in Seitenansicht,

Fig. 2, 4 und 6 in grösserem Massstabe ein und denselben Ausschnitt aus Fig. 1, wobei die Eintragsstelle in Fig. 1 durch den strichpunktierten Pfeil 2' bzw. 4' bzw. 6' angedeutet ist,

Fig. 3, 5 und 7 je einen Schnitt längs III-III der Fig. 2 bzw. längs V-V der Fig. 4 bzw. längs VII-VII der Fig. 6,

Fig. 8 und 9 ähnliche Darstellungen wie in Fig. 2 und 3, jedoch mit einem Fallrohr oder einer Schurre, und

Fig. 10 und 11 eine zweite bzw. dritte Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens in Seitenansicht teilweise aufgeschnitten.

Vor dem Eingehen auf die Figuren sollen einige grundsätzliche Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Gegenüber dem Stand der Technik wird so eine wesentliche Vereinfachung und verbesserte Wirtschaftlichkeit der Herstellung, oft sogar eine zusätzliche Qualitätssteigerung des Endprodukts erzielt.

Es ist möglich, die Gesamtmenge oder auch nur einen Teil des zweiten Ausgangsmaterials in den vorgesehenen Bereich des Prozesses einzubringen. Ein restlicher Teil kann beispielsweise dem ersten Ausgangsmaterial schon vor dem Erhitzungsvorgang zugesetzt und somit auch bei höherer Temperatur behandelt werden, oder er kann, nachdem er einem gesonderten Erhitzungsvorgang unterworfen worden war, nachträglich dem erfindungsgemäss hergestellten Mischprodukt zugesetzt werden. Wie schon oben erwähnt, können Anteile des zweiten Ausgangsmaterials dem ersten Ausgangsmaterial an jeweils verschiedenen Stellen und/oder Zeiten zugegeben werden.

Das Verfahren ist insbesondere dort vorteilhaft, wo die Ausgangsmaterialien durch einen Erhitzungsvorgang einem gewünschten Umwandlungsprozess unterworfen werden sollen. Bei oder nach der Zugabe des kalten zweiten Ausgangsmaterials zum heissen ersten Ausgangsmaterial wird ein intensiver Kontakt und damit ein sehr effektiver Wärmeübergang angestrebt. Es wird also beispielsweise ein frisch erbrannter Portlandzementklinker vor, während bzw. nach deren Eintritt bzw. Übergang in einen Klinkerkühler infolge der innigen Berührung mit dem kalten zweiten Ausgangsmaterial abgekühlt, das dabei rasch auf die jeweils gewünschte Temperatur er-

hitzt wird. Sehr oft ist, z. B. bei der Herstellung von Portlandzementklinker oder beim Kalkbrennen, eine derart rasche Abkühlung des ersten Ausgangsmaterials erwünscht. Infolge des wirksamen Wärmeübergangs ist ferner die Belastung der Kühlzone – befindet sie sich nun im Auslassbereich des Ofens oder sei sie durch eine Kühleinrichtung gebildet – wesentlich herabgesetzt und ihre Kühlleistung wird beträchtlich gesteigert. Ferner kann durch richtige Wahl der Eintragsstelle(n) ein Überhitzen der letzteren vermieden werden.

Da das Verfahren zwei verschiedenartige Erhitzungsprozesse vereinigt, wird in jedem Falle eine wesentliche Reduzierung der benötigten Energie, der technischen Ausrüstung, des Bedienungspersonals und damit des Gesamtaufwands erzielt. Oft wird obendrein noch eine Qualitätssteigerung des Produkts erzielt bzw. eine Verwertung nutzloser Industrieabfälle ermöglicht.

So ist beispielsweise bei der Zementerzeugung die Herstellung eines Mischprodukts aus Portlandzementklinker als erstem Ausgangsmaterial und einem zweiten Ausgangsmaterial, das auf eine Temperatur unterhalb der Brenntemperatur des Portlandzementklinkers zu erhitzen ist, vorteilhaft. Vom frisch erbrannten, heissen Portlandzementklinker wird dabei die Wärmeenergie auf das zweite Ausgangsmaterial übertragen, so dass ein gewünschter Umwandlungsprozess stattfinden kann.

Die chemische Zusammensetzung (Summenformel) der Mergelklinkerrohstoffe kann in weiten Grenzen schwanken. Mergelklinkerrohstoff besteht wie übliches Portlandzementrohmehl hauptsächlich aus Verbindungen von Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxid und Kalk, wobei jedoch weniger Kalk als bei üblichem Portlandzementrohmehl vorhanden ist.

Unter Hydratisierfähigkeit ist zu verstehen, dass die in den Mergelklinkern vorhandenen, infolge der Erhitzung durch das erste heisse Ausgangsmaterial entstandenen Produkte bzw. Verbindungen in der Lage sind, durch Reaktion mit Wasser Verbindungen zu bilden, welche gegen den Angriff von Wasser beständig sind, wobei die Hydraulizität gegebenenfalls in an sich bekannter Weise durch alkalische und/oder sulfatische Stoffe angeregt bzw. verstärkt werden kann. Die hydratisierfähigen Stoffe unterscheiden sich durch diese ihnen innewohnende Hydraulizität von Stoffen, beispielsweise von gewissen Kieselsäuremodifikationen, wie Opal, oder Kaolin, deren Struktur durch Erhitzen lediglich aufgeschlossen wird und die dadurch nur dazu befähigt werden, mit Kalkhydrat zu reagieren. Bei der Charakterisierung der in den Mergelklinkern entstandenen Neubildungen ist insbesondere darauf zu verweisen, dass sie Verbindungen enthalten, die im Vergleich zu Portlandzementklinkern üblicher Zusammensetzung wesentlich weniger CaO enthalten, und zwar insbesondere kalkarme ternäre Verbindungen auf der Basis SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , (Fe_2O_3) , kalkarme Kalziumsilikate und kalkarme Kalziumaluminat. Wenn das erste Ausgangsmaterial beispielsweise Portlandzementklinker ist, werden Mischklinker erhalten, die, zu Zementen verarbeitet, die günstigen Eigenschaften üblicher Portlandzemente hinsichtlich Endfestigkeit oft sogar übertreffen.

Infolge der im Vergleich zu Portlandzementklinker niedrigeren Brenntemperatur des Mergelklinkers ist es möglich, auch dolomitische Mergel zu verwenden, deren MgO-Gehalte wesentlich über dem für die Portlandzementherzeugung bisher zulässigen Wert liegen, ohne dass ein Magnesiatreiben zu befürchten ist.

Als erstes Ausgangsmaterial können Kalke, wie mergelige und dolomitische Kalke eingesetzt werden, die einem Brennvorgang unterworfen und beispielsweise in Weisskalke, Wasserkalke, (hoch)hydraulische Kalke übergeführt werden. Die Temperaturen liegen dabei im Bereich von etwa 1100 bis 1200° C. Als zweites Ausgangsmaterial kann in diesem Falle wieder Mergelklinkerrohstoff eingesetzt werden. Letzterer

wird infolge des Kontakts mit dem die Brennzzone verlassen, entsäuerten Kalk auf die jeweils gewünschte Temperatur gebracht. Ein solches Mischprodukt eignet sich zur Herstellung von Putz- und Mauerbindern aber auch Mischbindern hoher Qualität und zeichnet sich infolge der besonderen Beschaffenheit des Mergelklinkeranteils durch eine hohe Geschmeidigkeit und gute Verarbeitbarkeit aus. Die gute Verarbeitbarkeit und hohe Ergiebigkeit können durch an sich bekannte Zusätze, wie beispielsweise Luftporenbildner, Zellosederivate oder ähnliche Zusatzstoffe noch weiter erhöht werden.

Den heissen gebrannten Kalken können in gleicher Weise wie den heissen Portlandzementklinkern nicht nur Mergelklinkerrohstoffe, sondern auch andere zweite Ausgangsmaterialien jeweils an den gewünschten Stellen und/oder Zeiten zugegeben werden. Um handelsübliche Baustoffe zu erhalten, können dann dem so erhaltenen Mischprodukt weitere Komponenten zugesetzt werden, was jedem Fachmann geläufig ist.

Selbstverständlich ist es möglich, als erstes Ausgangsmaterial ein zweites Ausgangsmaterial zu verwenden. Beispielsweise kann ein Mergelklinker auch als erstes Ausgangsmaterial dienen, um ein anderes zweites Ausgangsmaterial auf die jeweils gewünschte Temperatur zu erhitzen und z. B. Schiefer als zweites Ausgangsmaterial blähen. Ferner hat sich gezeigt, dass die Puzzolanität der meisten natürlichen und künstlichen Puzzolane durch das neue Verfahren wesentlich gesteigert werden kann. Ist das zweite Ausgangsmaterial blähfähig, kann es im Mischprodukt beispielsweise als Betonleichtzuschlag, Schüttmaterial oder für Wärmedämmzwecke dienen. Solche zweite Ausgangsmaterialien sind insbesondere blähfähiger Ton, Schiefer, Perlit, Tuffgestein und Vermiculit. An sich qualitätsbeeinträchtigende, zweite Ausgangsmaterialien verlieren durch den Erhitzungsvorgang ihre qualitätsschädigende Wirkung, wodurch erst deren Nutzung, z. B. in Verbindung mit Portlandzementklinker ermöglicht wird. Zum Beispiel waren Flugaschen mit hohen Gehalten an Schwefelverbindungen oder brennbaren Bestandteilen bisher für die Kunststeinherstellung undiskutabel.

Das zweite Ausgangsmaterial kann sogar in grobkörnigem Zustand, etwa in Stücken von etwa 5 bis etwa 30 mm, vorzugsweise 10 bis 20 mm Grösse zugegeben werden. In der Regel wird in diesem Fall die Oberfläche des zweiten Ausgangsmaterials stärker und rascher erhitzt als das Teilcheninnere. Wenn man nun durch Wahl der Zugabestelle und/oder Zeit den richtigen Temperaturbereich einstellt, wird dadurch nach dem Erhitzen die Oberfläche der Teilchen eine dichtere und damit auch abriebfestere Beschaffenheit aufweisen als das Teilcheninnere. Dies kann zur wesentlichen Verminderung einer etwaigen, unerwünschten Zerkleinerung oder Staubbildung durch Abrieb beitragen.

Wenn das zweite Ausgangsmaterial, insbesondere Mergelklinkerrohstoff, dem heissen ersten Ausgangsmaterial beispielsweise Portlandzementklinker, rasch und/oder bei relativ hoher Temperatur zugegeben wird, so wird infolge der raschen Abkühlung das erste Ausgangsmaterial, was insbesondere bei Portlandzementklinker wichtig ist, in seiner Qualität verbessert. Gleichzeitig wird dem zweiten Ausgangsmaterial Mergelklinkerrohstoff, infolge der raschen Erhitzung eine im Vergleich zu dem Teilcheninneren höher gebrannte und damit abriebfeste äussere Schicht verliehen. Ähnlich günstige Auswirkungen hat die rasche Zugabe beispielsweise auch auf die blähfähigen zweiten Ausgangsmaterialien.

Eine Regelung der Kontakttemperatur kann einerseits durch die Mengen der Ausgangsmaterialien und andererseits durch Wahl der Zugabestelle(n) und/oder Zeiten erreicht werden. Wird beispielsweise eine niedrigere Kontakttemperatur angestrebt, beispielsweise bei blähfähigen zweiten Ausgangsmaterialien, so wird man das zweite Ausgangsmaterial erst

knapp vor bzw. unmittelbar beim Eintritt des Stromes des ersten heissen Ausgangsmaterials in die Kühlzone oder sogar direkt in letztere zuführen. Auch wird man dabei die Zugabemenge relativ gross halten. Soll die Kontakttemperatur dagegen hoch liegen, so wird man geringere Zugabemengen wählen und die Ausgangsstoffe des heissen ersten Ausgangsmaterials, beispielsweise Portlandzementklinker, noch im Ofenbereich, also z. B. noch in der Brennzzone, zusetzen oder kurz nachdem dieser den Ofen, z. B. die Brennzzone, verlassen hat. Das Mengenverhältnis zwischen ersten und zweiten Ausgangsmaterialien kann in weiten Grenzen variiert werden.

Bei der Herstellung von Mischprodukten aus Portlandzementklinker und Mergelklinker bewährte sich beispielsweise ein Zugabeverhältnis (stets bezogen auf Gewicht) von Mergelklinkerrohstoffen zu Portlandzementklinker von 1 : 1 bis 1 : 25, insbesondere von 1 : 2 bis 1 : 25. Besonders günstige Ergebnisse, insbesondere hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und erzielter Festigkeit, lassen sich dort mit Zugabeverhältnissen von 1 : 4 bis 1 : 10 erzielen. Solche Zemente sind Portlandzementen besonders ähnlich, diesen jedoch im Hinblick auf Verarbeitbarkeit des Betons und andere Eigenschaften in der Regel überlegen.

Die Zugabe des zweiten Ausgangsmaterials im Bereich der Erhitzungszone, also beispielsweise am Ofenende, bzw. vor oder beim Eintritt des ersten Ausgangsmaterials in den Kühler, kann auf die verschiedensten Arten erfolgen, z. B. durch mechanische oder pneumatische Förderung, wie Einwerfen, Einschleudern, oder Einblasen.

Die Erhitzungseinrichtung kann ein Brennofen, beispielsweise ein Schachtofen, ein Drehofen oder ein Wirbelschichtofen, sein.

Die Eintragungseinrichtung soll möglichst robust, einfach im Aufbau und in der Bedienung sein, z. B. eine einfache Schurre, ein Eintragsrohr (Fallrohr) mit beliebigem Querschnitt, eine Rutsche oder eine Gosse.

Findet z. B. eine Schurre Verwendung, die das zweite Ausgangsmaterial z. B. im Ofenauslassbereich aufgibt, so wird noch im Ofenauslaufbereich im Falle eines Drehofens infolge der Ofendrehung eine innige Vermischung zwischen beiden Ausgangsmaterialien erreicht.

Die Verwendung von Spiralen oder Schneckenflügeln ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die zu erhitzende Menge des zweiten Ausgangsmaterials relativ klein ist und die Ausgangsmaterialien nicht auf zu hohe Temperaturen erhitzt werden sollen. Ferner kann zur Gewährleistung des Transports des zweiten Ausgangsmaterials der Auslaufteil des Drehofens konisch ausgebildet sein und damit der Ofenmantel eine die Neigung des Drehofens aufhebende Gegenneigung aufweisen, mittels welcher das am Ende des Ofens zugegebene zweite Ausgangsmaterial, z. B. Mergelklinkerrohstoff zu den Durchtrittsöffnungen der Satellitenkühler hin transportiert wird.

Vorzugsweise ist die Eintragungseinrichtung für den Zusatz des zweiten Ausgangsmaterials unter Zwischenschaltung mindestens einer Dosiereinrichtung mit dem Ofen bzw. der Übergangseinrichtung verbunden.

Die Vorrichtung der Fig. 1 umfasst im wesentlichen einen Drehofen 1, eine Aufgabevorrichtung 2 für das erste Ausgangsmaterial, eine dem Drehofen 1 nachgeschaltete Kühleinrichtung 3, eine Eintragungseinrichtung 4 für den Zusatz des zweiten Ausgangsmaterials und eine Wärmetauscheranlage 5 für die Erwärmung des ersten Ausgangsmaterials, z. B. eines Zementrohmeihls durch die heissen Ofenabgase. Die Wärmetauscheranlage 5 kann selbstverständlich durch eine Lepolrostvorwärmung, durch eine Verlängerung des Drehrohrofens mit einer Kalzinier- und Trockenzone oder dergleichen ersetzt sein.

Der Drehofen 1 ist leicht gegen die Horizontale geneigt angeordnet und mit Lauffringen 6 versehen, die über Rollen 7

in Lagern 8 abgestützt sind (Fig. 2, 4, 6, 8). Zum Antrieb des Drehofens 1 dient ein nichtdargestellter Motor samt Getriebe, der einen mit dem Drehofen 1 drehfest verbundenen Zahnkranz 9 antreibt.

An den Drehofen 1 ist unter Zwischenschaltung einer Übergangseinrichtung 10 die Kühleinrichtung 3 für das Gemisch angeschlossen. Die Übergangseinrichtung 10 dient gleichzeitig auch zur Lagerung eines Brenners 11 für den Drehofen 1 und bildet einen Fallschacht, durch den das aus dem Drehofen 1 austretende Gut zur Kühleinrichtung 3 gelangt. Die Kühleinrichtung 3 kann wahlweise ein Rohrkühler (Fig. 2 bis 7), ein Rostkühler (Fig. 8, 9), ein Schachtkühler oder ein Planeten- bzw. Satellitenkühler (Fig. 10) sein. Im Falle eines Rohrkühlers wird dieser mittels eines nichtdargestellten Motors angetrieben.

Im Bereich der Kühlzone der Vorrichtung wird mittels der Eintragseinrichtung 4 das zweite Ausgangsmaterial aufgegeben. Die Eintragsstelle kann dabei – wie in Fig. 1 mit strichpunktierten Pfeilen 2', 4', 6' angedeutet – wahlweise im Endbereich des rotierenden Drehofens 1 selbst (Fig. 2, 3 bzw. 8, 9), in der Übergangseinrichtung 10 (Fig. 4, 5), im Einlassbereich der Kühleinrichtung 3 (Fig. 6, 7), oder in einem konischen Auslaufende des Drehofens 1 (Fig. 10) angeordnet werden. Der Anschluss der Eintragseinrichtung 4 an die Kühlzone der Vorrichtung erfolgt dabei vorzugsweise unter Zwischenschaltung einer Dosiervorrichtung 12. Die Dosiervorrichtung 12 kann z. B. eine Bandwaage sein.

In Fig. 2 und 3 ist die Eintragsstelle für das zweite Ausgangsmaterial, unmittelbar im Endbereich des rotierenden Drehofens 1 angeordnet (Pfeil 2' in Fig. 1). Die Eintragseinrichtung 4 und die Dosiervorrichtung 12 sind seitlich und im Abstand oberhalb des Endbereichs des Drehofens 1 angeordnet, der über einen kurzen Teil seiner Länge von einer Haube 13 mit tangentialer Eintrittsöffnung 14 umgeben ist. Der Drehofen 1 ist im Bereich innerhalb dieser Haube 13 mit zwei einander diametral gegenüberliegenden Öffnungen 15 versehen, an die schaufelförmige, in die Haube 13 ragende und ins Innere des Drehofens führende Einbauten 16 angeschlossen sind, die mit dem Drehofen 1 rotieren. Die Eintrittsöffnung 14 der Haube 13 ist unter Zwischenschaltung eines Absperr- und/oder Dichtorgans 17 in Form einer Zellenradschleuse mit der Austragsseite der Dosiervorrichtung 12 verbunden.

Die als Rohrkühler ausgebildete Kühleinrichtung 3 ist in ähnlicher Weise wie der Drehofen 1 mit einem Laufring 18 versehen, der über Rollen 19 auf einem Lager 20 abgestützt ist (Fig. 2 bis 7). Die Drehrichtung des Drehofens 1 ist mit dem Pfeil 21 und die Drehrichtung des Rohrkühlers 3 ist mit dem Pfeil 22 angegeben.

In Fig. 2 und 3 wird somit das von der Eintragseinrichtung 4 aufgebene zweite Ausgangsmaterial über die Dosiervorrichtung 12, das Absperr- und/oder Dichtorgan 17 und die tangentiale Eintrittsöffnung 14 in die Haube 13 geleitet, wo es von den schaufelförmigen Einbauten 16 erfasst und durch die Öffnungen 15 ins Innere des Drehofens 1 gefördert wird, wo es mit dem heissen ersten Ausgangsmaterial in Berührung kommt.

In Fig. 4 und 5 umfasst die Eintragseinrichtung 4 für den Zusatz des zweiten Ausgangsmaterials eine Förderschnecke 23, deren Auslaufende in die Übergangseinrichtung 10 mündet (Pfeil 4' in Fig. 1). Die Förderschnecke 23 ist als sogenannte Stauschnecke ausgebildet, d. h. im Bereich ihres Austragsendes wird im Betrieb ein Materialstau bzw. Pfropfen aus dem zweiten Ausgangsmaterial gebildet, der als Luftabschluss bzw. Dichtung dient. Der Einlauftrichter der Schnecke 23 ist hierbei mit 25 bezeichnet. Der Materialfluss erfolgt wieder über die als Bandwaage ausgebildete Dosiervorrichtung 12 zum Eintragsende der Schnecke 23, die von einem Getriebe-

motor 24 angetrieben wird, und mittels dieser Schnecke 23 in die Übergangseinrichtung 10. Die Schnecke 23 ist in einer im wesentlichen quer zur Drehachse des Drehofens 1 verlaufenden Ebene angeordnet, so dass das zweite Ausgangsmaterial unmittelbar in das vom Austragsende des Drehofens 1 abströmende Gut eingebracht wird.

In Fig. 6 und 7 liegt die Eintragsstelle für das zweite Ausgangsmaterial im einlaufseitigen Ende des Rohrkühlers 3 (Pfeil 6' in Fig. 1) und ist im wesentlichen wie in Fig. 2 und 3 ausgebildet. Die Eintragseinrichtung 4 und die Dosiervorrichtung 12 sind seitlich und im Abstand neben dem Rohrkühler 3 angeordnet, der über einem kurzen Teil seiner Länge von einer Haube 26 mit tangentialer Eintrittsöffnung 27 umschlossen ist. Der Rohrkühler 3 ist im Bereich innerhalb dieser Haube 26 mit zwei einander diametral gegenüberliegenden Öffnungen 28 versehen, an die in die Haube 26 ragende und ins Innere des Rohrkühlers 3 führende, schaufelförmige Einbauten 29 angeschlossen sind, die mit dem Rohrkühler 3 rotieren. Die Eintrittsöffnung 27, deren Achse im wesentlichen vertikal nach oben gerichtet ist, ist unter Zwischenschaltung einer Dichtvorrichtung 30 in Form einer Doppelpendelschleuse bzw. Doppelpendelklappe mit dem Austragsende der Dosiervorrichtung 12 verbunden. Die Doppelpendelschleuse bzw. Doppelpendelklappe besteht aus zwei im Abstand voneinander angeordneten Verschlussystemen, von denen zwangsläufig immer eines geschlossen und eines offen ist, so dass bei jeder Betätigung jeweils nur die zwischen den beiden Verschlussystemen befindliche Materialmenge in die tangentiale Eintrittsöffnung 27 der Haube 26 gelangen kann. Das von der Eintragseinrichtung 4 aufgebene zweite Ausgangsmaterial wird somit über die Dosiervorrichtung 12 und die Dichtvorrichtung 30 in die tangentiale Eintrittsöffnung 27 der Haube 26 eingebracht, in der Haube 26 von den in Richtung des Pfeiles 22 umlaufenden, schaufelförmigen Einbauten 29 erfasst und im Verlaufe von deren Umlaufbewegung in den Rohrkühler 3 eingebracht.

In Fig. 8 und 9 umfasst die Eintragseinrichtung 4 für den Zusatz des zweiten Ausgangsmaterials ein ortsfestes Förderorgan 31, dessen Austragsende unmittelbar in das Auslaufende des Drehofens 1 hineinragt. Das ortsfeste Förderorgan 31 kann so bewegbar ausgeführt sein, dass sein Austragsende in Richtung der Ofenachse verschiebbar ist. Das Förderorgan 31 kann ein Fallrohr, eine Schurre oder eine sonstige, vertikal oder schräg verlaufende Rutsche oder Gosse sein. Der Materialfluss erfolgt hierbei von der Eintragseinrichtung 4 über die Dosiervorrichtung 12 und eine Dichtvorrichtung 32, die wieder eine Doppelpendelschleuse gemäss Fig. 6 und 7 sein kann, auf das ortsfeste Förderorgan 31, welches das zweite Ausgangsmaterial unmittelbar in das Auslaufende des Drehofens 1 fördert. Das Förderorgan 31 durchsetzt dabei die Übergangseinrichtung 10 und verläuft in einer aussermittig der Drehachse des Drehofens 1 liegenden Ebene, damit der Brenner 11 axial angeordnet bleiben kann. Die an die Übergangseinrichtung 10 anschliessende Kühleinrichtung 3 ist in Fig. 8 und 9 als Rostkühler ausgebildet.

Bei der zweiten Vorrichtung der Fig. 10 wird das zweite Ausgangsmaterial mittels der Eintragseinrichtung 4 über die Dosiervorrichtung 12 und über eine Förderschnecke 33 in das konische Auslaufende 34 des Drehofens 1 aufgegeben. Die dem Drehofen 1 nachgeschaltete Kühleinrichtung 3 weist in Fig. 10 Satellitenkühler 35 auf, die am Umfang des Auslaufendes des Drehofens 1 im Abstand voneinander angeordnet sind und somit mit dem Drehofen 1 umlaufen. Öffnungen 36 erlauben den Durchtritt des gebrannten Gutes vom Drehofen 1 in die einzelnen Satellitenkühler 35. Im konischen Endteil 34 des Drehofens 1 sind mehrere Spiralen bzw. Schneckenflügel 37 eingebaut, die die Ausgangsmaterialien zu je einer der Öffnungen 36 hin fördern. Der Brenner 11 für den Drehofen

1 ist wieder axial angeordnet, wogegen die Förderschnecke 33 parallel zur Ofenachse angeordnet ist.

Die Förderschnecke 33 wird mittels eines Motors 38 angetrieben. Zum Schutz gegen die Strahlungswärme und zum Schutz gegen Verletzungen des Bedienungspersonals durch die rotierenden Satellitenkühler 35 ist ein Schild 39 vorgesehen, den die Förderschnecke 33 durchsetzt. In Fig. 10 wird somit das von der Eintragsvorrichtung 4 über die Förderschnecke 33 und die Spiralen 37 aufzugebene zweite Ausgangsmaterial an die Durchtrittsöffnungen 36 zu den Satellitenkühlern 35 gebracht und dort mit dem aus dem Drehofen 1 kommenden, heissen ersten Ausgangsmaterial, beispielsweise einem Portlandzementklinker, in Kontakt gebracht.

Bei der dritten Vorrichtung der Fig. 11 ist der Brennofen ein Schachtofen 40, der eine Aufgabevorrichtung 41 für den Ausgangsstoff für das erste Ausgangsmaterial, z. B. Kalkstein, eine Brennzone 42 und eine Kühlzone 43 aufweist. An der Übergangsstelle zwischen der Brennzone 42 und der Kühlzone 43 ist eine Eintragsvorrichtung 44 für den Zusatz des zweiten Ausgangsmaterials, z. B. für Mergelklinkerrohrstoff, vorhanden, die eine Dosiervorrichtung 45 in Form einer Bandwaage, eine Doppelpendelschleuse 46, ein Förderorgan 47 und einen Drehteller 48 umfasst, der den Mergelklinkerrohrstoff durch eine Öffnung 49 in der Wand des Schachtofens 40 in denselben einbringt. Das zweite Ausgangsmaterial gelangt dann im Schachtofen mit dem heissen ersten Ausgangsmaterial, z. B. entsäuertem Kalk, in Berührung.

Die in den einzelnen Figuren dargestellten Bauteile können auch miteinander kombiniert bzw. gegeneinander ausgetauscht werden.

Beispiel 1

In einem mit Heizöl befeuerten Drehrohrofen (Leistung 460 t/Tag) wurde ein Portlandzementklinker der Zusammensetzung 56,9% C₃S, 15,3% C₂S, 14,0% C₃A und 8,2% C₄AF gebrannt. Über eine Öffnung im Ofenkopf in Höhe der Ofenbühne wurde Mergelklinkerrohrstoff der Korngrösse 12 bis 32 mm auf die Einlaufschurre zum Rohrkühler aufgegeben. (Zusammensetzung: Glühverlust 24,3%, SiO₂ 31,3%, Al₂O₃ 10,8%, Fe₂O₃ 4,5%, CaO 49,8%). Hier vermischte er sich mit dem aus dem Ofen herauslaufenden heissen Portlandzementklinker. Die Zusatzmenge des Mergelklinkerrohrstoffs betrug 5900 kg/h, so dass sich ein Gewichtsverhältnis Portlandzementklinker üblicher Zusammensetzung zu Mergelklinker von etwa 80:20 ergab. Der dabei erhaltene Klinker sowie vergleichsweise ein mergelklinkerfreier Portlandzementklinker wurden nach Mahlung mit Rohgipsstein/Anhydritgemisch in einer Zementrohrmühle (Leistung 55 t/h) nach der österreichischen Zementnorm ÖN B 3310 geprüft. Die Ergebnisse waren:

	(Nicht erfindungsgemäss) unvermischter Portlandzement- klinker	Gemisch Portland- zementklinker und Mergelklinker
Normensteife (%)	25,5	26,0
Erstarrungsbeginn	3 h 35	3 h 45
Erstarrungsende	4 h 00	4 h 20
Kochprobe	bestanden	bestanden
Biegezugfestigkeit (kp/cm ²)		
3 d	46	43
7 d	53	52
28 d	67	72
Druckfestigkeit		
3 d	216	223
7 d	275	272
28 d	387	411

Gleichzeitig durchgeführte Vergleichsbetonierungen zeigten für den Beton mit mergelklinkerhaltigem Zement eine wesentlich bessere Geschmeidigkeit und Verarbeitbarkeit. Kosten-Einsparung (Gesamtenergie, Personal, Zinsendienst für Investitionen): 29%.

Beispiel 2

In einem mit Heizöl befeuerten Drehrohrofen (Leistung 1050 t/Tag) wurde ein Portlandzementklinker der Zusammensetzung 68,2% C₃S, 9,8% C₂S, 9,9% C₃A und 7,4% C₄AF gebrannt. Mit Hilfe eines wassergekühlten Rohres wurde Mergel der Korngrösse 18/40 mm und der Zusammensetzung 21,4% Glühverlust, 42,0% SiO₂, 19,6% Al₂O₃, 5,8% Fe₂O₃ und 25,1% CaO in einen ungefähr 1 m vom Ofenauslauf entfernten Bereich direkt in den Drehrohrofen eingeführt, wo er sich mit dem heissen Klinker vermischte. Das Gemisch fiel anschliessend in einen Rostkühler und wurde dort abgekühlt. Die Menge des dem Ofen aufgegebenen Mergels betrug 6700 kg/h, so dass sich ein Gewichtsverhältnis Portlandzementklinker üblicher Zusammensetzung zu Mergelklinker von etwa 88:12 ergab. Das so erhaltene Klinkergemisch sowie vergleichsweise ein mergelklinkerfreier Portlandzementklinker wurden nach Mahlung mit Rohgipsstein in einer Zementrohrmühle (Leistung 43 t/h, Umlauf) nach der österreichischen Zementnorm ÖN B 3310 geprüft, wobei folgende Ergebnisse erzielt wurden:

Kosten-Einsparung (Gesamtenergie und Personal): 23%

	(Nicht erfindungsgemäss) unvermischter Portlandzement- klinker	Gemisch Portland- zementklinker und Mergelklinker
Normensteife (%)	27,0	28,0
Erstarrungsbeginn	2 h 25	1 h 45
Erstarrungsende	3 h 05	2 h 25
Kochprobe	bestanden	bestanden
Ausbreitmass (cm)	20,0	20,1
Biegezugfestigkeit (kp/cm ²)		
1 d	47	45
3 d	56	53
7 d	65	66
28 d	73	75
Druckfestigkeit (kp/cm ²)		
1 d	186	203
3 d	278	288
7 d	356	364
28 d	479	488

Beispiel 3

In einem mit Gas befeuerten Drehrohrofen (Leistung 660 t/Tag) mit Satellitenkühlern wurde Mergel der Zusammensetzung 25,7% Glühverlust, 28,4% SiO₂, 15,5% Al₂O₃, 9,4% Fe₂O₃ und 43,1% CaO und der Korngrösse ³/₁₀ mm mittels einer Schnecke in den an die Satellitenkühler anschliessenden Ofenteil eingeführt. Infolge der konischen Ausbildung dieses Ofenteils wurde der Mergelklinkerrohrstoff zu den Einlauföffnungen der Satellitenkühler transportiert, wo er sich mit dem heissen aus dem Ofen kommenden Klinker vermischte und mit diesem gemeinsam in den Kühler eintrat. Durch den Wärmeübergang vom heissen Portlandzementklinker auf den Mergelklinkerrohrstoff wurde eine wesentliche Absenkung der Temperatur im Kühler erreicht. Die Zusatzmenge wurde so gewählt, dass sich ein Verhältnis von Portlandzementklinker üblicher Zusammensetzung zu Mergelklinker wie 85:15 ergab. Der so erhaltene Klinker, sowie ver-

gleichsweise ein mergelklinkerfreier Portlandzementklinker wurden unter Zusatz von 15% Hochofenschlacke mit einem Rohgipsstein/Anhydritgemisch vermahlen. Aus diesen Zementen wurden dann Betonwürfel mit der Kantenlänge 20 cm hergestellt (Zementgehalt 325 kg/m^3 , Grösstkorn 25 mm, Sieblinie im guten Bereich, $w/z = 0,55$).

	(Nicht erfindungsgemäss)	
	unvermischter Portlandzementklinker	Gemisch Portlandzementklinker und Mergelklinker
Ausbreitmass (cm)	35	38
Druckfestigkeit (kp/cm ²)		
40 h	115	135
7 d	307	319
28 d	411	436

Gleichzeitig durchgeführte Betonierungen von Abdeckplatten zeigten bei dem Beton mit mergelklinkerhaltigem Zement eine wesentlich bessere Verarbeitbarkeit. Auch die Rissbildung im erhärteten Zustand war bei diesem Beton deutlich geringer.

Gemäss Beispiel 3 wurde der Energieverbrauch um 17% gesenkt (verglichen mit getrennter Brennung). Dabei sind Einsparungen an Personal und der apparative Aufwand noch nicht berücksichtigt.

Der Mischklinker von Beispiel 3 hatte obendrein eine bessere Qualität als ein aus in getrennten Prozessen hergestelltes Klinkern erhaltenes Klinkergemisch.

Beispiel 4

In einen einem Drehofen (Leistung 900 t Portlandzementklinker/Tag) nachgeschalteten Rostkühler wurde über ein Fallrohr eine Kraftwerksflugasche eingeführt, die folgende Zusammensetzung aufwies: 41,0 Gew. % SiO₂, 24,7 Gew. % Al₂O₃, 3,9 Gew. % Fe₂O₃, 19,0 Gew. % CaO, 8,3 Gew. % Glühverlust, wobei der Zusatz etwa 8 Gew. % Flugasche, bezogen auf den Klinker, betrug, durch den innigen Kontakt zwischen dem heissen, aus dem Drehofen kommenden Portlandzementklinker und der Flugasche sank der Glühverlust der Flugasche auf 1,3 Gew. %. Eine derartige Senkung des Glühverlustes konnte in getrennten Brenn- bzw. Erhitzungsprozessen im Drehofen nicht erreicht werden. Das resultierende Portlandzementklinker/Flugasche-Mischprodukt sowie vergleichsweise ein Gemisch von Portlandzementklinker und nichterhitzter Flugasche wurde mit Zusatz von je 5% Rohgipsstein in einer Mühle auf jeweils $3400 \text{ cm}^2/\text{g}$ (gemessen nach Blaine) vermahlen und damit Normenmörtelprismen nach österreichischer Norm B 3310 hergestellt. Diese wurden Frosttauwechseln entsprechend OE-Norm B 3303 ausgesetzt. Es ergaben sich folgende Resultate:

(Nicht erfindungsgemäss)

Zemente mit erhitzter Flugasche Zemente mit nichterhitzter Flugasche

Elastizitätsmodul nach 50 Frosttauwechseln in % des Anfangswertes 92 46

Das neue Verfahren hat demnach den schädigenden Einfluss der unverbrannten Bestandteile in der Flugasche auf die Frostbeständigkeit praktisch aufgehoben.

Gesamtenergieeinsparung gegenüber getrennter Brennung: 11%.

Beispiel 5

Einem Drehofen zur Brennung von Kalk (Leistung 50 t Kalk/Tag) war ein Rohrkühler nachgeschaltet. In diesen Rohrkühler wurde mittels einer Transportschnecke ein Trass so eingeführt, dass sich zwischen dem heissen Kalk und dem Trass ein inniger Kontakt ergab. In einem zweiten Versuch wurde als Zusatz statt des Trasses ein kalkarmer, dolomitreicher Mergel gewählt. Das Gewichtsverhältnis gebrannter Kalk zu Trass bzw. Kalk zu Mergel betrug jeweils 60:40. Die resultierenden Gemische, sowie vergleichsweise ein Gemisch mit nichterhitztem Trass wurden auf die gleiche Feinheit vermahlen und nach der Kalknorm österreichischer Norm B 3324 geprüft.

(Nicht erfindungsgemäss)

Kalk + nichterhitzter Trass Kalk + erhitzter Trass Kalk + erhitzter Mergel

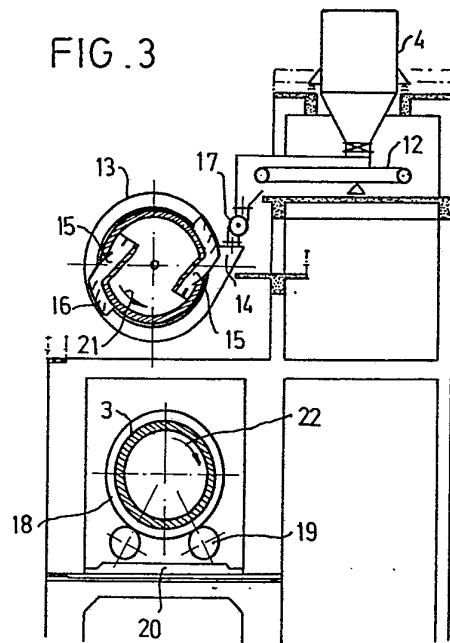
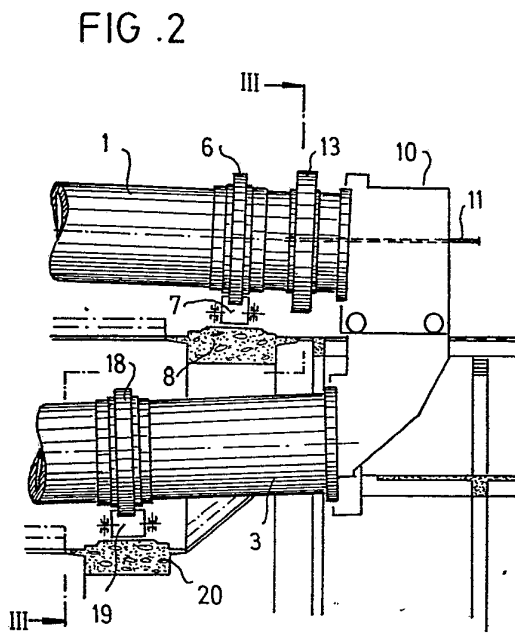
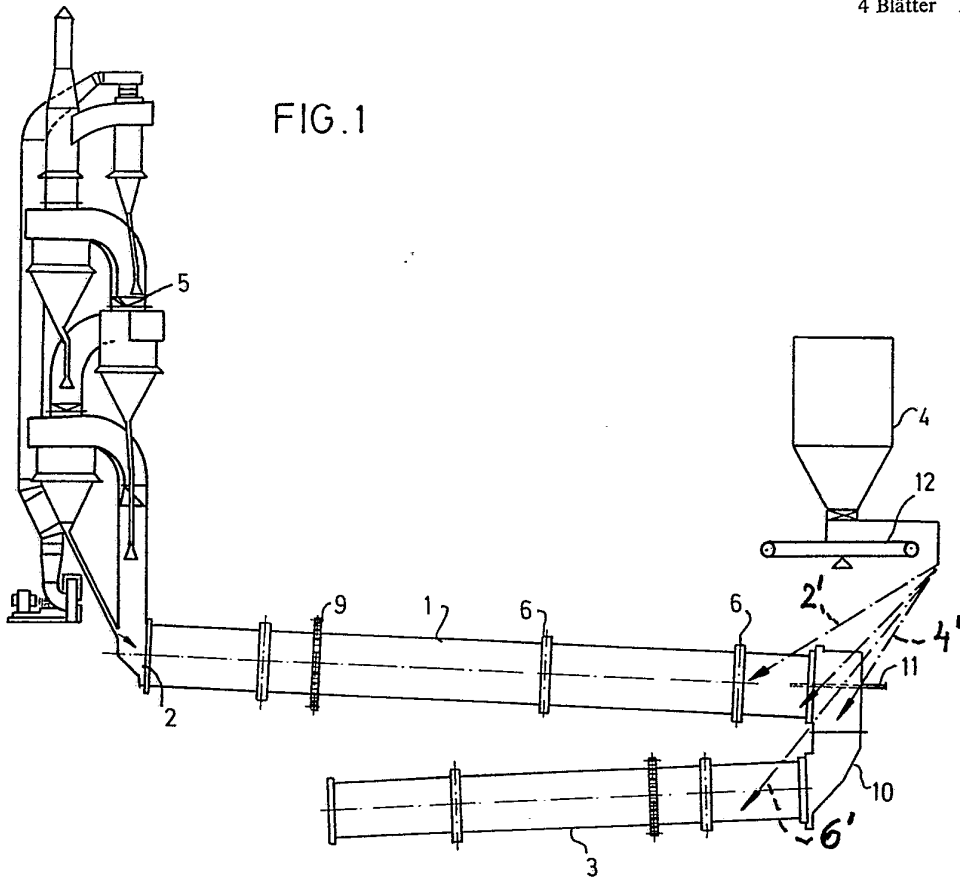
Druckfestigkeit (kp/cm²) nach 7 Tagen Lagerung im Feuchtkasten, dann in Wasser 42 85 77

Gesamtenergieeinsparung gegenüber getrennter Brennung: 21%.

Beispiel 6

In einen einem Portlandzementklinker-Drehofen nachgeschalteten Rostkühler wurde über eine Schurre Perlit der Korngrösse 0,2 bis 1,0 mm so eingeführt, dass sich ein inniger Kontakt zwischen dem heissen Klinker und dem Perlit ergab. Durch die Erhitzung verminderte der Perlit infolge Aufblähens seine Rohdichte auf 0,9 bis 1,1 g/cm³. Mit dem so gewonnenen Leichtfeinsand wurden sowohl Leichtputze, als auch Leichtmörtel und in Verbindung mit herkömmlichen grobkörnigen Leichtzuschlägen auch Leichtbetone hergestellt. Ganz ähnliche Ergebnisse werden mit blähfähigen Schiefern erzielt.

Gesamtenergieeinsparung gegenüber getrennter Erhitzung bzw. Brennung: 5%.



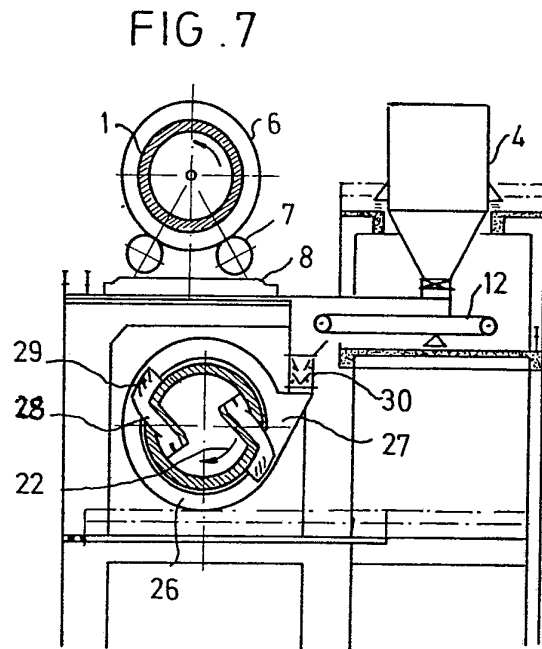
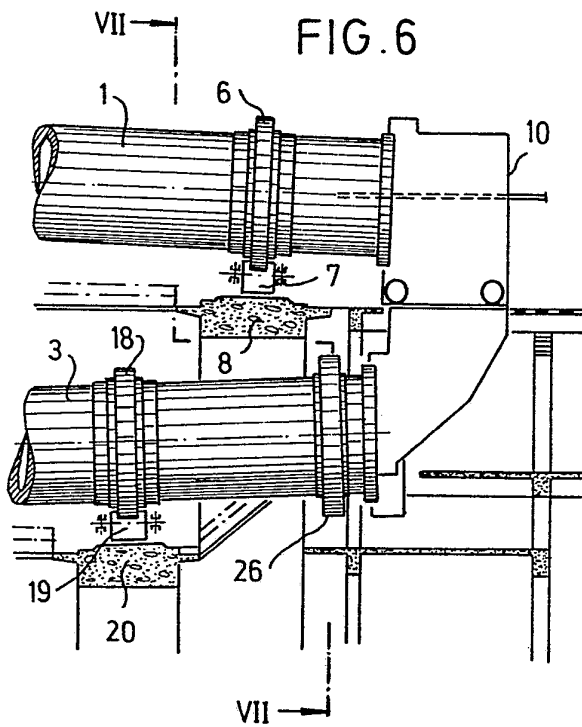
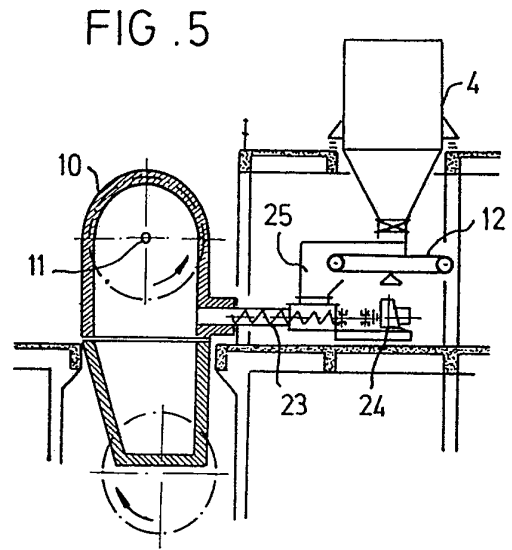
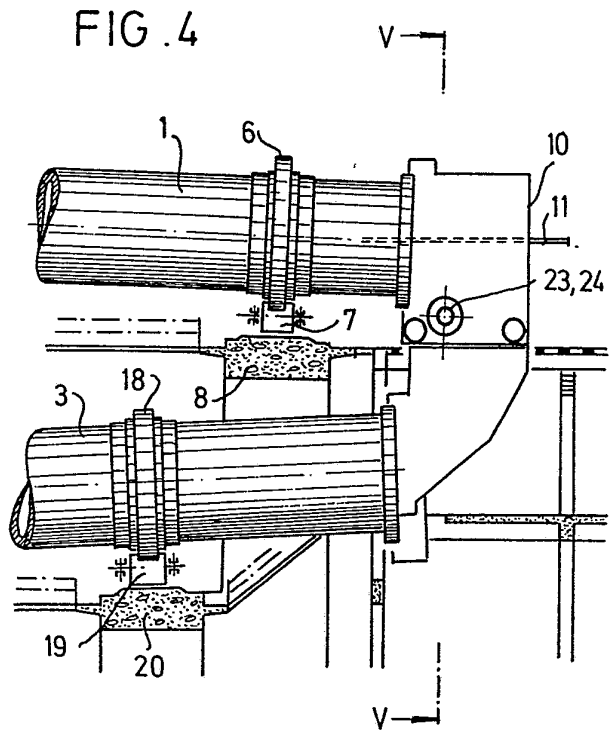


FIG. 8

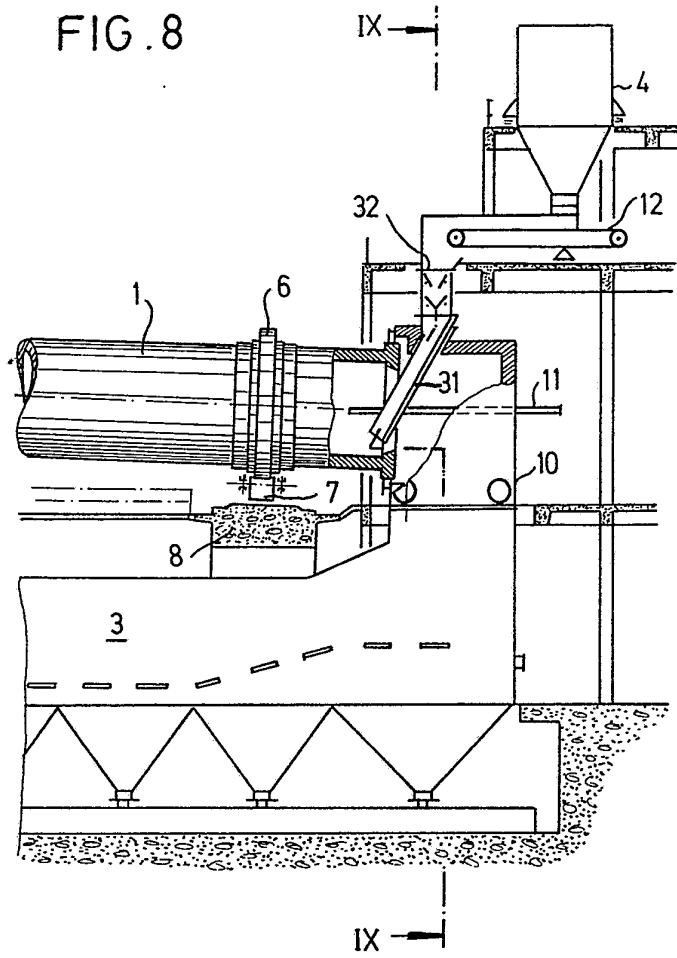


FIG. 9

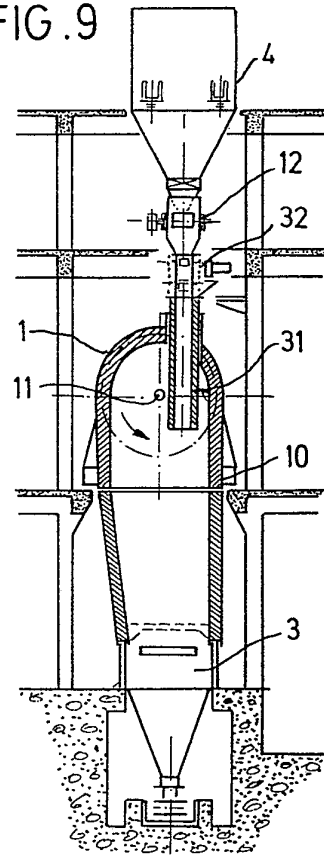


FIG. 10

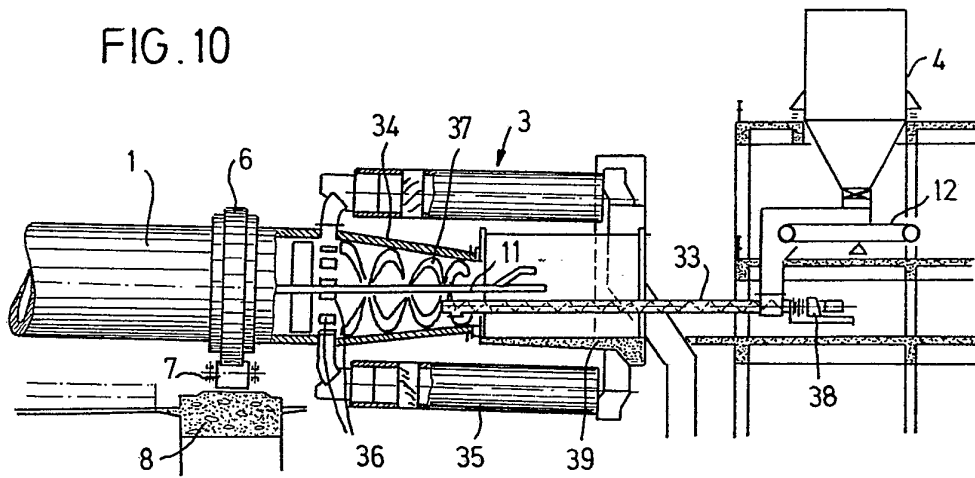


FIG. 11

