

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1950/2005** (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **C08G 63/78** (2006.01),  
(22) Anmeldetag: **05.12.2005** **C08G 63/80** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: **15.06.2007**

(73) Patentanmelder:

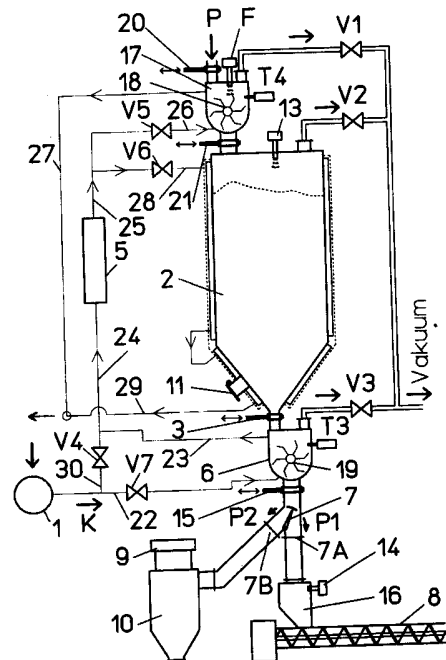
STARLINGER & CO GESELLSCHAFT  
M.B.H.  
A-1060 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

FELLINGER MARKUS  
WILHERING (AT)  
LOVRANICH CHRISTIAN  
WEISSENBACH (AT)

(54) **ANLAGE ZUR WÄRMEBEHANDLUNG VON KUNSTSTOFFMATERIAL**

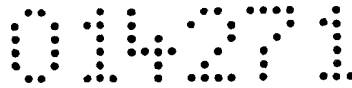
(57) Eine Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation (SSP) umfasst einen beheizbaren Reaktionsbehälter (2), in dem das Kunststoffmaterial bei einer vorgegebenen Wärmebehandlungstemperatur für eine vorgegebene Verweilzeit verweilen gelassen werden kann, wobei dem Reaktionsbehälter (2') optional ein Vorwärmbehälter (17, 17') vorgeschaltet ist, der zur Vorerwärmung und Abgabe des vorerwärmten Kunststoffmaterials an den Reaktionsbehälter (2) ausgebildet ist. Stromabwärts vom Reaktionsbehälter (2) ist ein Kühlbehälter (6, 6') angeordnet, in den das Kunststoffmaterial aus dem Reaktionsbehälter (2) zur Kühlung auf eine unter der Wärmebehandlungstemperatur liegende Kühltemperatur abgebar ist. Erfindungsgemäß ist der Kühlbehälter (6, 6') in einen ein Kühlmedium (K) führenden Kühlkreislauf geschaltet, wobei der Kühlkreislauf stromabwärts vom Kühlbehälter unmittelbar oder indirekt über Wärmetauscher (4) an einen Heizkreislauf zur Erwärmung des Vorwärmbehälters (17, 17') und/oder des Reaktionsbehälters (2) angeschlossen ist.



Zusammenfassung:

Eine Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation (SSP) umfasst  
5 einen beheizbaren Reaktionsbehälter (2), in dem das Kunststoffmaterial bei einer vorgegebenen Wärmebehandlungstemperatur für eine vorgegebene Verweilzeit verweilen gelassen werden kann, wobei dem Reaktionsbehälter (2') optional ein Vorwärmbehälter (17, 17') vorgeschaltet ist, der zur Vorerwärmung und Abgabe des vorerwärmten Kunststoffmaterials an den Reaktionsbehälter (2) ausgebildet ist. Stromabwärts vom  
10 Reaktionsbehälter (2) ist ein Kühlbehälter (6, 6') angeordnet, in den das Kunststoffmaterial aus dem Reaktionsbehälter (2) zur Kühlung auf eine unter der Wärmebehandlungstemperatur liegende Kühltemperatur abgebar ist. Erfindungsgemäß ist der Kühlbehälter (6, 6') in einen ein Kühlmedium (K) führenden Kühlkreislauf geschaltet, wobei der Kühlkreislauf stromabwärts vom Kühlbehälter unmittelbar oder indirekt über Wärmetauscher (4) an einen  
15 Heizkreislauf zur Erwärmung des Vorwärmbehälters (17, 17') und/oder des Reaktionsbehälters (2) angeschlossen ist.

(Fig. 1)



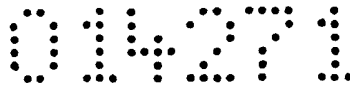
## Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels  
5 Festphasenpolykondensation mit einem beheizbaren Reaktionsbehälter, in dem das Kunststoffmaterial bei einer vorgegebenen Wärmebehandlungstemperatur für eine vorgegebene Verweilzeit verweilen gelassen werden kann, wobei dem Reaktionsbehälter optional ein Vorwärmbehälter vorgeschaltet ist, der zur Vorerwärmung und Abgabe des vorerwärmten Kunststoffmaterials an den Reaktionsbehälter ausgebildet ist, und mit einem  
10 stromabwärts vom Reaktionsbehälter angeordneten Kühlbehälter, in den das Kunststoffmaterial aus dem Reaktionsbehälter zur Kühlung auf eine unter der Wärmebehandlungstemperatur liegende Kühltemperatur abgebar ist.

Bei der Verarbeitung oder Wiederaufbereitung von Kunststoffen ist sehr oft eine  
15 Wärmebehandlung des Kunststoffs erforderlich. So macht man sich beispielsweise bei der Herstellung hochmolekularer Polyester, wie PET und PEN, zunutze, dass bei Verweilen von Polyester unter hohen Temperaturen Polykondensation der Polyester-Moleküle auftritt und sich damit die Viskosität des Polyesters erhöht. Das Verweilenlassen des Polyesters erfolgt unter Vakuum oder Inertgas, um den oxidativen Abbau zu verhindern. Diese Gewinnung  
20 hochmolekularer Polyester aus niedrig-molekularem Polyester-Ausgangsmaterial erfolgt üblicherweise mittels Schmelzpolykondensation (MPPC) oder Festphasenpolykondensation (SSP) oder einer Kombination aus beiden Verfahren.

Bei der Schmelzpolykondensation wird Polyesterschmelze bei Temperaturen um ca. 270°C  
25 bis 300°C für ca. 30 Minuten bis 5 Stunden unter starkem Vakuum von ca. 1 mbar verarbeitet.

Bei der Festphasenpolykondensation wird die Polyesterschmelze üblicherweise durch  
30 mehrere Düsen extrudiert, und die dabei entstehenden Kunststoffstränge werden darauffolgend in einem Wasserbad abgekühlt. Nach der Erhärtung der Kunststoffstränge werden diese granuliert, d.h. zu Pellets geschnitten. Durch die schnelle Abkühlung liegt das Polyester im amorphen Zustand vor. Dies ist wichtig, da ursprünglich transparente Polyestermaterialien im amorphen Zustand durchsichtig bleiben, wogegen bei langsamer



Abkühlung Polyester einen kristallinen Zustand einnimmt, in dem sich ursprünglich transparentes Material weiß verfärbt. Zur weiteren Verarbeitung muss das Polyestergranulat wieder erwärmt werden, wobei es im Bereich der Kristallisationstemperatur (80 – 120 °C) zu einem Verkleben der Granulatkörper kommt. Daher wird das Granulat zunächst einem sog.

5 Kristallisator zugeführt, in dem es unter starkem Rühren auf eine Temperatur über der Kristallisationstemperatur gebracht wird, um die Rieselfähigkeit der Granulatkörner für die weitere Behandlung zurückzugewinnen, was für den Transport und die Trocknung in einem Behälter ohne Rührwerk von großer Bedeutung ist. In kristalliner Form nimmt das Granulat darüber hinaus weniger Feuchte auf und erlaubt dadurch kürzere Verweilzeiten während der  
10 Trocknung. Das Granulat wird danach zur Erhöhung der Grenzviskosität einem Festphasenpolykondensations-Behälter, auch SSP (Solid State Polycondensation)-Reaktor oder Wärmebehandlungs-Behälter genannt, zugeführt, darin auf ca. 190 bis 250 °C erwärmt und anschließend für ca. 1-40 Stunden unter diesen Bedingungen im SSP-Reaktor belassen, bis die gewünschte Grenzviskosität erreicht ist.

15

Es ist auch auch denkbar, das Granulat mittels Unterwassergranulierung bei sehr kurzer Verweilzeit unter Verwendung von möglichst heißem Kühlwasser herzustellen und das heiße Granulat nach der Trennung vom Kühlwasser direkt oder über einen beheizbaren  
20 Zwischenbehälter dem SSP Reaktor zuzuführen.

20

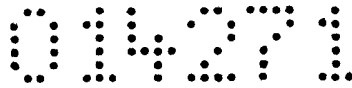
Grundsätzlich kann man die Verfahren für SSP in zwei Gruppen einteilen, nämlich in kontinuierliche SSP, wie z.B. in DE 100 54 240 beschrieben, bei denen normalerweise Stickstoff als Inertgas verwendet wird, der gleichzeitig als Wärmeträgermedium und Transportmedium für aus der Polykondensation abgeschiedene Abspaltprodukte dient, und  
25 diskontinuierliche SSP, wie in DE 197 10 098 beschrieben, bei denen das Kunststoffmaterial in einen Taumeltrockner gefüllt, unter Vakuum bis über die Reaktionstemperatur erwärmt, auf dieser Temperatur verweilen gelassen, bis sich die erwünschte Grenzviskosität einstellt, und anschließend wiederum in derselben Trommel unter die Reaktionstemperatur gekühlt wird. Ein semikontinuierliches SSP-Verfahren ist weiters in WO 2004/029130 A1 offenbart.

30

Es sei erwähnt, dass sich die in den genannten Veröffentlichungen beschriebenen kontinuierlichen bzw. semikontinuierlichen SSP-Verfahren nur für die Erhöhung der Grenzviskosität von Kunststoffgranulat auf solche Weise eignen, bei der das Kunststoffgranulat nach Erreichen der gewünschten Grenzviskosität durch Verweilen im SSP-Reaktor bei Temperaturen über der Reaktionstemperatur im SSP-Reaktor abgekühlt und

35

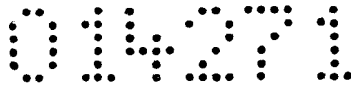
darin im gekühlten Zustand gelagert wird. Alternativ dazu wird das Granulat im



abgekühltem Zustand einem Silo zugeführt, wobei der SSP-Reaktor sowohl als Heizbehälter zur Durchführung der Wärmebehandlung als auch nach erfolgter Wärmebehandlung als Kühlbehälter verwendet wird.

- 5 Hochmolekulare Polyester, wie PET, PEN, PA oder PC, werden nach ihrer Behandlung zur Erhöhung der Grenzviskosität in zahlreichen Anwendungsgebieten eingesetzt, beispielsweise in so genannten Preforms zur Herstellung von Kunststoffflaschen, weiters für Umreifungsbänder, Thermoformfolien und -platten etc.. Die Behandlung des Polyestermaterials zur Erhöhung der Grenzviskosität erfolgt nach einem der oben
- 10 beschriebenen Verfahren in Raffinerien, anschließend wird das behandelte Kunststoffgranulat auf Umgebungstemperatur abgekühlt, in Transportbehälter abgefüllt und z.B. zu einer Preform-Fabrik geliefert. Da das Polyester-Granulat aufgrund seiner hygroskopischen Eigenschaften während der Lagerung und des Transports Wasser gebunden hat, muss in der Preform-Fabrik das hochmolekulare Polyester-Granulat zunächst in einem
- 15 Trockner aus dem kalten Zustand auf ca. 160 - 180 °C erhitzt werden, um das gebundene Wasser zu entfernen, bevor es in Spritzgussmaschinen zu Preforms verarbeitet werden kann. Zur Trocknung des Granulats sind Verweilzeiten im Trockner von sechs Stunden oder mehr erforderlich, anderenfalls käme es zu großen Viskositätsverlusten des Polyesters. Dieser erforderliche Trocknungsschritt schränkt die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Kunststoff-
- 20 Granulats ein und erfordert hohe Energiezufuhr, wobei in Betrachtung der Gesamt-Energiebilanz die Abkühlung des Polyester-Granulats in der Raffinerie und seine spätere Wiedererwärmung zur Trocknung in der Verarbeitungsfabrik äußerst nachteilig sind.

- Um die Gesamtenergiebilanz zu verbessern, ist es zweckmäßig, wenn der Reaktionsbehälter
- 25 des SSP-Reaktors direkt einer Kunststoffverarbeitungsmaschine, wie einer Spritzguss- oder Extrusionsmaschine vorgeschaltet ist, wobei aber schwankender Durchsatz des Kunststoffmaterials oder Stillstand der Kunststoffverarbeitungsmaschine nicht zu einer schwankenden Qualität des zugeführten Kunststoffmaterials führen darf, oder durch ein Stoppen und Wiederanfahen des SSP-Reaktors lange Anlaufzeiten und/oder hohe
- 30 Materialverluste hingenommen werden müssen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird in der noch nicht veröffentlichten österreichischen Patentanmeldung A 1000/2005 des vorliegenden Erfinders vorgeschlagen stromabwärts vom Reaktionsbehälter einen



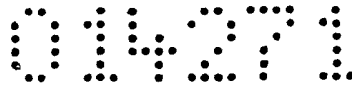
Kühlbehälter anzuordnen, der zur Kühlung des aus dem Reaktionsbehälter abgegebenen Polyestermaterials auf eine unter der Reaktionstemperatur liegende Kühltemperatur ausgebildet ist.

- 5 In Zeiten steigender Energiepreise sowie dem allgemein herrschenden Wunsch nach einem sorgsamem Verbrauch von Rohstoffen sowie möglicher Schonung der Umwelt Rechnung tragend, liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation (SSP), zu schaffen, die eine  
10 weitere Verringerung des Energieverbrauchs mit sich bringt.

Die vorliegende Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch Fortbilden einer eingangs bezeichneten Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation  
15 (SSP), indem der Kühlbehälter in einen ein Kühlmedium führenden Kühlkreislauf geschaltet ist, wobei der Kühlkreislauf stromabwärts vom Kühlbehälter unmittelbar oder indirekt über Wärmetauscher an einen Heizkreislauf zur Erwärmung des Vorwärmbehälters und/oder des Reaktionsbehälters angeschlossen ist. Durch diese Maßnahme wird die beim Abkühlen des Kunststoffguts im Kühlbehälter freiwerdende Wärme innerhalb der Anlage weiterverwendet  
20 und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Absenkung des Energieverbrauchs beim Betrieb der erfindungsgemäßen Anlage.

Hervorragende Rückgewinnung von Wärme zum Betrieb der erfindungsgemäßen Anlage wird erzielt, wenn der Kühlbehälter vom Kühlmedium durchströmt wird. Durch diese  
25 Maßnahme wird das gesamte Kunststoffmaterial im Kühlbehälter vom Kühlmedium durchströmt und es findet eine unmittelbare Wärmeübertragung vom Kunststoffmaterial auf das Kühlmedium statt.

Um unerwünschte Beeinflussung des Kunststoffmaterials im Kühlbehälter durch das  
30 Kühlmedium zu vermeiden, erweist es sich als günstig, wenn das Kühlmedium Trockenluft oder ein Inertgas ist.



In einer Ausführungsform der Erfindung wird das mit Wärmeenergie „aufgeladene“ Kühlmedium unmittelbar zur Erwärmung des Vorwärmbehälters oder des Reaktionsbehälters verwendet. Dies wird erzielt, indem der Kühlkreislauf und der Heizkreislauf in Fluidkommunikation stehen, so dass das beim Durchströmen des Kühlbehälters erwärmte Kühlmedium durch den Heizkreislauf geführt wird, wobei es die gespeicherte Wärme an den Vorwärmbehälter und/oder den Reaktionsbehälter abgibt. Hervorragende Wärmeübertragung wird erzielt, wenn der Vorwärmbehälter und/oder der Reaktionsbehälter in den Heizkreislauf geschaltet sind, so dass er/sie vom erwärmten Kühlmedium, das durch den Heizkreislauf strömt, durchströmt wird/werden. Voraussetzung dafür ist selbstverständlich, dass das Kühlmedium mit dem Kunststoffmaterial im Reaktionsbehälter oder Vorwärmbehälter kompatibel ist. Kompatible Kühlmedien umfassen Trockenluft und Inertgas, wobei aus Kostengründen und aufgrund des erhöhten konstruktiven Aufwandes Inertgas, wie Stickstoff, hauptsächlich bei Großanlagen zur Verwendung kommt. Da das im Kühlbehälter befindliche Kunststoffmaterial nach seiner Wärmebehandlung im Reaktionsbehälter bereits trocken ist, erweist es sich am günstigsten, wenn als Kühlmedium Trockenluft verwendet wird, die den Kühlbehälter durchströmt. Aufgrund des vorgetrockneten Kunststoffmaterials im Kühlbehälter erfolgt dabei keine unerwünschte Beladung der Trockenluft mit Feuchtigkeit.

In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung umfasst der Kühlkreislauf einen in den Kühlbehälter eingebauten Wärmetauscher. Man vermeidet dadurch den unmittelbaren Kontakt zwischen dem Kühlmedium und dem in dem Kühlbehälter befindlichen Kunststoffmaterial. Durch diese Ausgestaltung kann beispielsweise auch ein flüssiges Kühlmedium (auf Wasser- oder Ölbasis) verwendet werden, das ein höheres Wärmespeichervermögen aufweist als gasförmige Kühlmedien.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung stehen das Kühlmedium und das Heizmedium nicht in unmittelbarem Kontakt miteinander, sondern ist der Kühlkreislauf mit dem Heizkreislauf über einen Wärmetauscher wärmeübertragend verbunden. Durch diese Ausgestaltung können unterschiedliche Medien als Kühlmedium und Heizmedium verwendet werden, was in Abhängigkeit vom Wärmebehandlungsprozess des Kunststoffmaterials höhere Flexibilität mit sich bringt. Aufgrund höheren

Wärmespeichervermögens kann es sich als zweckmäßig erweisen, wenn dabei der Heizkreislauf von einem flüssigen Wärmeträgermedium durchströmt wird. Um andererseits eine Beeinträchtigung des Kunststoffmaterials im Vorwärmbehälter oder im Reaktionsbehälters zu vermeiden, ist direkter Kontakt zwischen flüssigem  
 5 Wärmeträgermedium und Kunststoffmaterial zu vermeiden, indem das Wärmeträgermedium eine Wand des Vorwärmbehälters und/oder Reaktionsbehälters umströmt, nicht aber durch den Vorwärmbehälter und/oder Reaktionsbehälter selbst strömen gelassen wird. Dies kann beispielsweise durch eine doppelwandige Ausgestaltung der genannten Behälter oder durch Ausbildung von Kanälen zur Führung des Wärmeträgermediums in der Behälterwand  
 10 erfolgen.

Da die Wärmeabgabe des Kunststoffmaterials im Kühlbehälter auf das Kühlmedium und die nachfolgende Wärmeübertragung vom Kühlmedium auf das Wärmeträgermedium (soweit nicht identisch) im Allgemeinen allein nicht zur Beheizung von Vorwärmbehälter oder  
 15 Reaktionsbehälter ausreicht, sowie um eine bessere Steuerung der Temperaturen in der erfindungsgemäßen Anlage zu erzielen, ist es weiters zweckmäßig, in den Heizkreislauf stromaufwärts vom Vorwärmbehälter und/oder Reaktionsbehälter ein Heizregister zu schalten.

20 Sollte der Kühlbehälter nicht mit Kunststoffmaterial gefüllt sein oder der prozesstechnische Ablauf das Kühlen des Kunststoffmaterials im Kühlbehälter nicht zulassen, so ist einerseits im Kühlkreislauf eine zu- und wegschaltbare Bypassleitung zur Umgehung des Kühlbehälters vorgesehen, und andererseits im Kühlkreislauf vor dem Kühlbehälter ein Absperrventil vorgesehen.

25

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert, auf die die Erfindung jedoch nicht beschränkt ist.

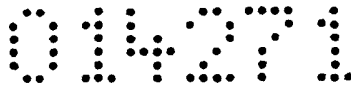
In den Zeichnungen zeigen Fig. 1 in einem schematischen Schaltbild eine erste  
 30 Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, und Fig. 2 in einem schematischen Schaltbild eine zweite

Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial.

Zunächst auf Fig. 1 Bezug nehmend wird eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial erläutert, die als Anlage zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mit einem durch Trockenluft, alternativ durch Inertgas, beheizbaren Reaktionsbehälter 2 ausgebildet ist. Polyestermaterial P, das PET, PA, PC etc. umfasst und als Granulat oder Mahlgut aus Flaschen, Preforms etc. vorliegt, wird in kristalliner Form, vorzugsweise vorgewärmt, batchweise mittels Vakuumpförderung in einen evakuierbaren Vorwärmbehälter 17 eingebracht, der gleichzeitig als Vakuumschleuse für den SSP-Reaktionsbehälter 2 dient. Dazu verfügt der Vorwärmbehälter 17 sowohl an seinem Eingang als auch an seinem Ausgang über vakuumdichte Absperrorgane 20, 21. Die Temperatur im Vorwärmbehälter wird mit einem Temperatursensor T4 erfasst. Nach dem Einbringen des Polyestermaterials P wird es im Vorwärmbehälter 17 auf eine Wärmebehandlungstemperatur erwärmt, welche zumindest der Reaktionstemperatur entspricht, jedenfalls aber unter seiner Schmelztemperatur liegt. Zur schnelleren Erwärmung des Polyesters P auf Reaktionstemperatur ist der Vorwärmbehälter 17 mit einem Rührwerk 18 versehen. Die Reaktionstemperatur ist jene Temperatur, bei der die Erhöhung der Grenzviskosität des Polyestermaterials messbar beginnt. Die eingestellte Wärmebehandlungstemperatur ist vom zugeführten Polyestermaterial abhängig, beträgt im Allgemeinen aber zumindest 180 °C, vorzugsweise etwa 220°. Nachdem das Polyestermaterial die erwünschte Temperatur erreicht hat, wird es durch Öffnen des Absperrorgans 21 an den SSP-Reaktionsbehälter 2 abgegeben und im SSP-Reaktionsbehälter 2 für eine definierte Verweilzeit auf der Reaktionstemperatur gehalten. Über die Verweilzeit des Polyestermaterials im SSP-Reaktionsbehälter 2 stellt sich eine Festphasen-Polykondensation des Polyestermaterials ein, die zu einer Erhöhung seiner Grenzviskosität führt. Im unteren Bereich des Reaktionsbehälters 2 ist eine Öffnung 11 zur Probeentnahme vorgesehen, um den Polymerisierungsgrad des Kunststoffes zu bestimmen.

30

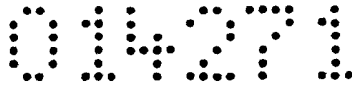
Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der SSP-Reaktionsbehälter 2 unter Vakuum betrieben, die Erfindung ist aber nicht darauf beschränkt. Bezugszeichen 13 bezeichnet einen



Füllstandssensor für den Reaktionsbehälter 2. Nach der gewünschten Verweilzeit im Reaktionsbehälter 2 (d.h. nachdem sich der gewünschte IV eingestellt hat) wird das Polyestermaterial über ein Absperrorgan 3, das hier als Schieber ausgebildet ist, chargenweise an den Kühlbehälter 6 abgegeben, in dem das Polyestermaterial auf eine geeignete Kühltemperatur abgekühlt wird. Zur Beschleunigung des Abkühlvorgangs weist der Kühlbehälter 6 ein Rührwerk 19 auf.

Am Ausgang des Kühlbehälters 6 ist ein weiteres Absperrorgan 15 angeordnet, dem eine Polyestermaterial-Weiche 7 folgt, die zwei Ausgänge 7A, 7B aufweist, wobei Ausgang 7A über eine Rohrleitung mit einer Polyestermaterial-Verarbeitungsmaschine 8, hier als Schneckenextruder ausgebildet, verbunden ist, und Ausgang 7B über eine Rohrleitung mit einem Zwischenspeicherbehälter 10 verbunden ist. Die Polyestermaterial-Weiche 7 leitet je nach Stellung den durch das Absperrorgan 15 hindurchtretenden Polyestermaterialstrom als Materialstrom P1 zur Verarbeitungsmaschine 8 oder als Materialstrom P2 zum Zwischenspeicherbehälter 10, wobei auch Zwischenstellungen der Weiche 7 und damit die Bildung von Polyestermaterial-Teilströmen möglich sind.

Im Kühlbehälter 6 wird das Polyestermaterial auf eine unter der Reaktionstemperatur liegende Kühltemperatur abgekühlt, die, wenn die nachgeschaltete Verarbeitungsmaschine 8 Material benötigt, was durch einen Füllstandssensor 14 an einem Zuführtrichter 16 der Verarbeitungsmaschine 8 gemessen wird, z.B. für PET auf maximal 180°C eingestellt wird, um einerseits den Prozess der Erhöhung der Grenzviskosität zu stoppen, andererseits aus Energiespargründen aber die Abkühlung möglichst gering zu halten, da in der Verarbeitungsmaschine 8 wieder unter Energiezufuhr eine Erhöhung der Temperatur des Kunststoffguts auf die Schmelztemperatur erforderlich ist. Wenn die Verarbeitungsmaschine 8 kein Material benötigt, kann eine wesentlich niedrigere Kühltemperatur gewählt werden, z.B. unter 160°C für PET, um eine Gelbfärbung des Polyestermaterials zu verhindern. Es versteht sich, dass die Kühltemperatur auch wesentlich niedriger, beispielsweise zwischen 70 und 120 °C, ausgewählt werden kann. Die Abkühlung des Polyestermaterials auf diese niedrigere Kühltemperatur wird dann vorgenommen, wenn das Polyestermaterial an den Zwischenspeicher 10 abzugeben ist. Die Regelung der Temperatur im Kühlbehälter 6 kann entweder in Abhängigkeit von den Signalen des Füllstandssensors 14 erfolgen, oder in



Abhängigkeit von der Stellung der Polyestermaterialweiche 7. Meldet der Füllstandssensor 14, dass der Zuführtrichter 16 voll ist, so wird die Polyestermaterialweiche 7 so umgeschaltet, dass der Polyestermaterialstrom P2 in den Zwischenspeicherbehälter 10 fließt, wobei das Polyestermaterial im Materialstrom P2 zuvor bereits auf besagte niedrigere

5 Kühltemperatur abgekühlt worden ist. Der Materialstrom P2 kann durch ein Förderorgan, wie z.B. eine Vakuumförderung 9, gefördert werden. Somit kann, auch wenn die Verarbeitungsmaschine 8 kein Polyestermaterial aufnehmen kann, sei es störungsbedingt oder wegen Maschinenstillstands im Zuge einer Umrüstung, der Wärmebehandlungsprozess im Reaktionsbehälter 2 unverändert weiter ablaufen, indem das abgekühlte Polyestermaterial

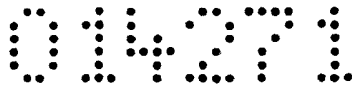
10 an den Zwischenspeicherbehälter 10 abgegeben wird. Benötigt die Verarbeitungsmaschine 8 wieder Polyestermaterial, so wird die Polyestermaterialweiche 7 umgeschaltet, um den Materialstrom P1 zur Verarbeitungsmaschine 8 zu leiten, wobei gleichzeitig die Kühlung des Materials in dem Kühlbehälter auf die höhere Kühltemperatur eingestellt wird.

15 Der Vorwärmbehälter 17, der Reaktionsbehälter 2 und der Kühlbehälter 6 sind über Vakuumleitungen mit einer nicht dargestellten Vakuumquelle verbunden, so dass in den genannten Behältern ein Vakuum zwischen 0,1 und 10 mbar erzeugbar ist. Die Steuerung der Evakuierung der einzelnen Behälter erfolgt über Ventile V1, V2, V3 in den Vakuumleitungen.

20 Erfindungsgemäß erfolgt die Abkühlung des Kunststoffguts im Kühlbehälter 6, indem der Kühlbehälter 6 in einen Kühlkreislauf geschaltet ist, in dem ein Kühlmedium K geführt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst der Kühlkreislauf eine Trockenluftquelle 1 zur Erzeugung von Trockenluft als Kühlmedium K. Von der Trockenluftquelle führt eine

25 Rohrleitung 22 in den Kühlbehälter 6, durch die das Kühlmedium K in den Kühlbehälter 6 eingebracht wird. Das Kühlmedium K durchströmt den Kühlbehälter 6, entzieht dabei dem darin befindlichen Kunststoffgut die Wärme, wobei es sich selbst aufheizt und verlässt im erwärmten Zustand den Kühlbehälter 6 durch eine Rohrleitung 23. Da das Kunststoffgut im Kühlbehälter 6 aufgrund des vorangegangenen Wärmebehandlungsprozesses im

30 Reaktionsbehälter 2 absolut trocken ist, kann das Kühlmedium K nicht mit Feuchtigkeit beladen werden, was absolut unerwünscht wäre. Trockenluft als Kühlmedium beeinflusst das Kunststoffgut nicht und löst insbesondere keine unerwünschten Reaktionen des



Kunststoffguts aus. Es sei erwähnt, dass anstelle von Trockenluft auch ein Inertgas, wie z.B. Stickstoff, als Kühlmedium verwendet werden kann. In diesem Fall ist jedoch dafür zu sorgen, dass das Inertgas nach seiner Benützung gereinigt werden und dem Kühlkreislauf zurückgeführt werden muss.

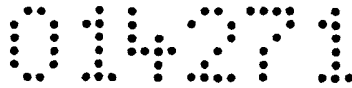
5

Die Rohrleitung 23 mündet in eine weitere Rohrleitung 24, die das erwärmte Kühlmedium K einem Heizregister 5 zuführt, wo es auf eine vorbestimmte Heiztemperatur weiter erhitzt und anschließend durch einen Heizkreislauf geführt wird, der die Rohrleitung 25 umfasst, von der zwei Heizkreise abzweigen, nämlich ein Heizkreis zur Erwärmung des Vorwärmbehälters 17 und ein Heizkreis zur Erwärmung des Reaktionsbehälters 2. Der Heizkreis zur Erwärmung des Vorwärmbehälters 17 umfasst eine durch ein Ventil V5 absperbare Rohrleitung 26, die in den Vorwärmbehälter 17 führt, so dass das erhitzte Kühlmedium den Vorwärmbehälter 17 durchströmt und dabei Wärmeenergie an das im Vorwärmbehälter befindliche Kunststoffgut abgibt. Das abgekühlte Kühlmedium verlässt den Vorwärmbehälter 17 über eine Rohrleitung 27. Der Heizkreis zur Erwärmung des Reaktionsbehälters 2 umfasst eine durch ein Ventil V6 absperbare Rohrleitung 28, die das erwärmte Kühlmedium in den Zwischenraum zwischen den Umfangswänden des doppelwandig ausgeführten Reaktionsbehälters 2 führt, wo es die Innenwand und somit das im Inneren des Reaktionsbehälters 2 befindliche Kunststoffgut erwärmt bzw. auf der Reaktionstemperatur hält. Da im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Reaktionsbehälter 2 unter Vakuum betrieben wird, ist es wichtig, dass das Kühlmedium nicht in das Behälterinnere gelangt, sondern nur den Zwischenraum zwischen den Umfangswänden durchströmt und - nachdem es die gespeicherte Wärmeenergie indirekt an das Kunststoffgut im Reaktionsbehälter 2 abgegeben hat - über eine Rohrleitung 29 abgezogen wird.

25

Für den Fall, dass der Kühlbehälter 6 einmal nicht mit Kunststoffmaterial gefüllt sein sollte oder der prozesstechnische Ablauf das Kühlen des Kunststoffgutes im Kühlbehälter 6 vorübergehend nicht zulässt, so ist eine durch ein Ventil V4 absperbare Bypassleitung 29 zwischen die Rohrleitungen 22 und 24 geschaltet, um das Kühlmedium K an dem Kühlbehälter 6 vorbeizuführen. Weiters ist die Rohrleitung 22 zwischen der Abzweigung der Bypassleitung 29 und dem Kühlbehälter 6 durch ein Ventil V6 versperbar.

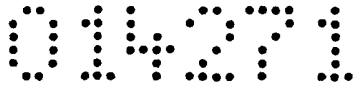
30



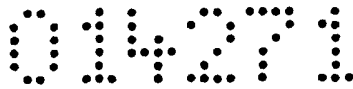
Nun auf Fig. 2 Bezug nehmend wird eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial erläutert. Bauteile der zweiten Ausführungsform, die jenen der ersten Ausführungsform entsprechen, sind mit denselben  
5 Bezugszeichen bezeichnet und bei konstruktiven Unterschieden, aber gleicher Funktion zusätzlich mit einem Apostroph versehen, und es wird diesbezüglich auf die obigen Erklärungen verwiesen.

Die zweite Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der ersten durch eine  
10 geänderte Art der Führung von Kühlkreislauf und Heizkreislauf. Der Kühlkreislauf umfasst eine Kühlmediumquelle 31, die ein Kühlmedium K bereitstellt, z.B. in flüssiger Form auf Basis von Wasser oder Öl. Das Kühlmedium K wird durch eine Rohrleitung 32 in den Hohlraum zwischen den Wänden des doppelwandig ausgeführten Kühlbehälters 6' geführt und nimmt dabei die Wärme von der Innenwand auf, die wiederum in wärmeleitender  
15 Beziehung mit dem im Inneren des Kühlbehälters 6' befindlichen Kunststoffgut steht. Auf diese Weise entzieht das Kühlmedium K indirekt dem Kunststoffgut die Wärme und erhitzt sich dabei selbst. Als Alternative zur doppelwandigen Ausführung des Kühlbehälters könnte dieser auch im Behälterinneren mit einem Wärmetauscher versehen sein, durch den das Kühlmedium strömt und dabei dem Kunststoffgut die Wärme entzieht. Wesentlich ist, dass  
20 das flüssige Kühlmedium K nicht mit dem Kunststoffgut in Berührung kommt. Nachdem das Kühlmedium K vom Kunststoffgut indirekt erwärmt wurde, verlässt es durch eine Rohrleitung 33 den Zwischenraum des doppelwandigen Kühlbehälters 6', fließt durch einen Wärmetauscher 4 und kehrt anschließend zur Kühlmediumquelle 31 zurück.

25 Im Wärmetauscher 4 wird das Kühlmedium K dazu benützt, ein Wärmeträgermedium W eines Heizkreislaufs zu erwärmen, ohne mit ihm direkt in Berührung zu kommen. Der Heizkreislauf umfasst eine Wärmeträgermediumquelle 34, die ein Wärmeträgermedium W, z.B. auf Wasser- oder Ölbasis, bereitstellt. Das Wärmeträgermedium W wird durch eine Rohrleitung 35 zum Wärmetauscher 4 geführt, darin, wie erwähnt, durch das erwärmte  
30 Kühlmedium K indirekt aufgeheizt und wird nach dem Verlassen des Wärmetauschers weiter zu einem Heizregister 5 geführt, wo es zusätzlich erhitzt und dadurch auf eine vorbestimmte Heiztemperatur gebracht wird. Vom Heizregister 5 gelangt das

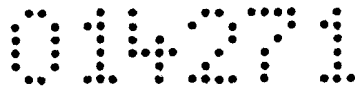


Wärmeträgermedium W durch eine Rohrleitung 36 in den Zwischenraum des doppelwandig ausgeführten Vorwärmbehälters 17', wo es dazu benutzt wird, die Innenwand des Vorwärmbehälters 17 zu erwärmen und dadurch das im Inneren des Vorwärmbehälters befindliche Kunststoffmaterial aufzuheizen. Nachdem das Wärmeträgermaterial seine gespeicherte Wärmeenergie an die Innenwand abgegeben hat, wird es über eine Rohrleitung 37 zur Wärmeträgermediumquelle 34 zurückgeführt.



Patentansprüche:

1. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation (SSP), mit einem  
5 beheizbaren Reaktionsbehälter (2), in dem das Kunststoffmaterial bei einer vorgegebenen Wärmebehandlungstemperatur für eine vorgegebene Verweilzeit verweilen gelassen werden kann, wobei dem Reaktionsbehälter (2') optional ein Vorwärmbehälter (17, 17') vorgeschaltet ist, der zur Vorerwärmung und Abgabe des vorerwärmten Kunststoffmaterials an den Reaktionsbehälter (2) ausgebildet ist, und mit einem stromabwärts vom  
10 Reaktionsbehälter (2) angeordneten Kühlbehälter (6, 6'), in den das Kunststoffmaterial aus dem Reaktionsbehälter zur Kühlung auf eine unter der Wärmebehandlungstemperatur liegende Kühltemperatur abgebbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlbehälter (6, 6') in einen ein Kühlmedium (K) führenden Kühlkreislauf geschaltet ist, wobei der Kühlkreislauf stromabwärts vom Kühlbehälter unmittelbar oder indirekt über  
15 Wärmetauscher (4) an einen Heizkreislauf zur Erwärmung des Vorwärmbehälters (17, 17') und/oder des Reaktionsbehälters (2) angeschlossen ist.
2. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlbehälter (6) vom Kühlmedium (K) durchströmt wird.  
20
3. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K) Trockenluft oder ein Inertgas ist.
4. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach einem der vorhergehenden  
25 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf und der Heizkreislauf in Fluidkommunikation stehen.
5. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorwärmbehälter (17) und/oder der Reaktionsbehälter (2) in den  
30 Heizkreislauf geschaltet sind, so dass er/sie vom erwärmten Kühlmedium (K), das durch den Heizkreislauf strömt, durchströmt wird/werden.



6. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf einen in den Kühlbehälter (6') eingebauten Wärmetauscher umfasst, der vom Kühlmedium (K) durchströmt wird.
- 5 7. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K) eine Kühlflüssigkeit, insbesondere auf Wasser- oder Ölbasis, ist.
8. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf mit dem Heizkreislauf über einen Wärmetauscher (4) wärmeübertragend verbunden sind.
- 10 9. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreislauf von einem flüssigen Wärmeträgermedium (W) durchströmt wird.
- 15 10. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeträgermedium (W) eine Wand des Vorwärmbehälters (17') und/oder Reaktionsbehälters (2) umströmt.
- 20 11. Anlage zur Wärmebehandlung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Heizkreislauf stromaufwärts vom Vorwärmbehälter (17, 17') und/oder Reaktionsbehälter (2) ein Heizregister (5) geschaltet ist.
- 25 12. Anlage zur Wärmebehandlung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf eine zu- und wegschaltbare Bypassleitung (29) zur Umgehung des Kühlbehälters (6) aufweist.
- 30 13. Anlage zur Wärmebehandlung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf vor dem Kühlbehälter (6) ein Absperrventil (V7) aufweist.

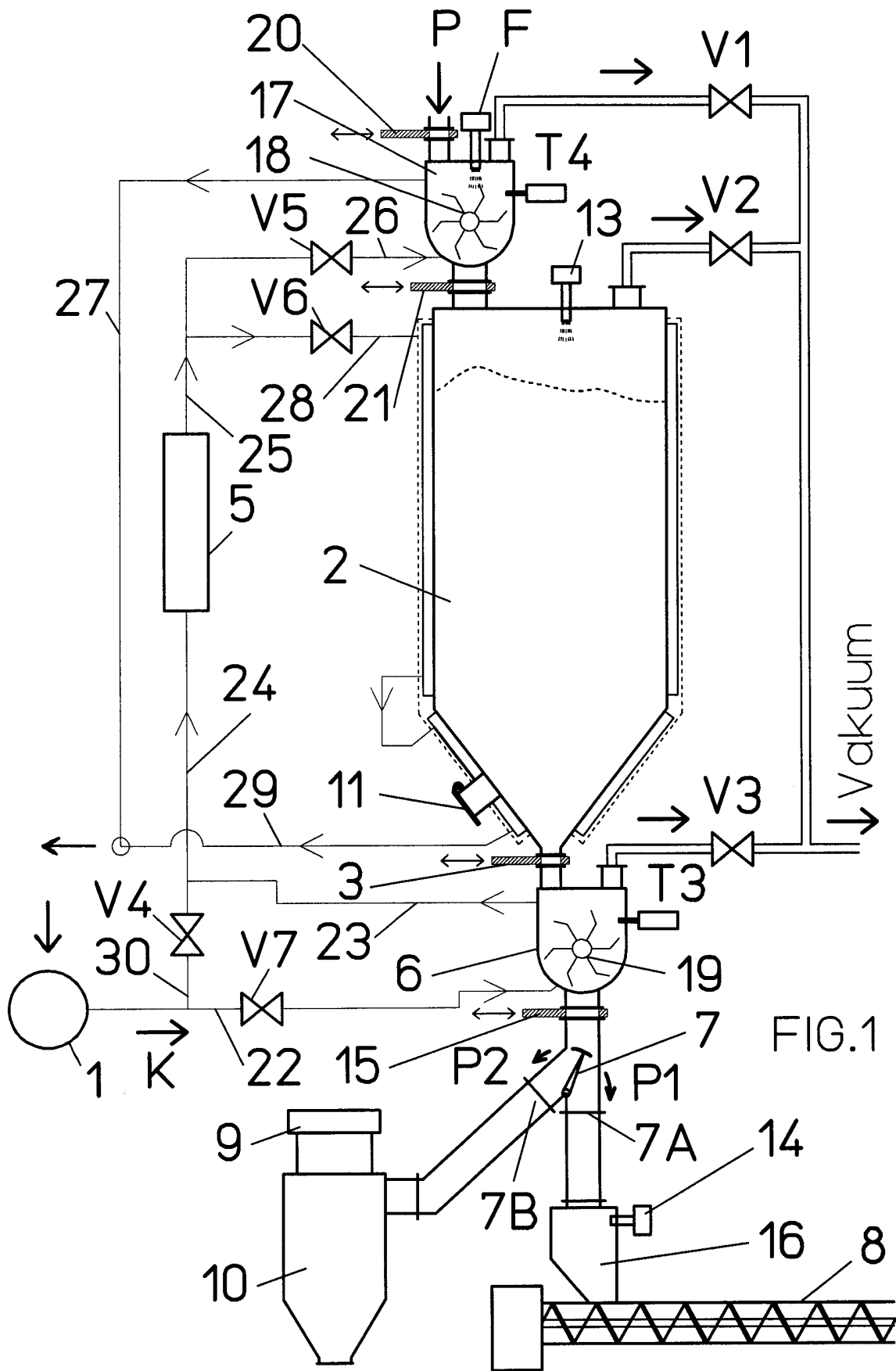
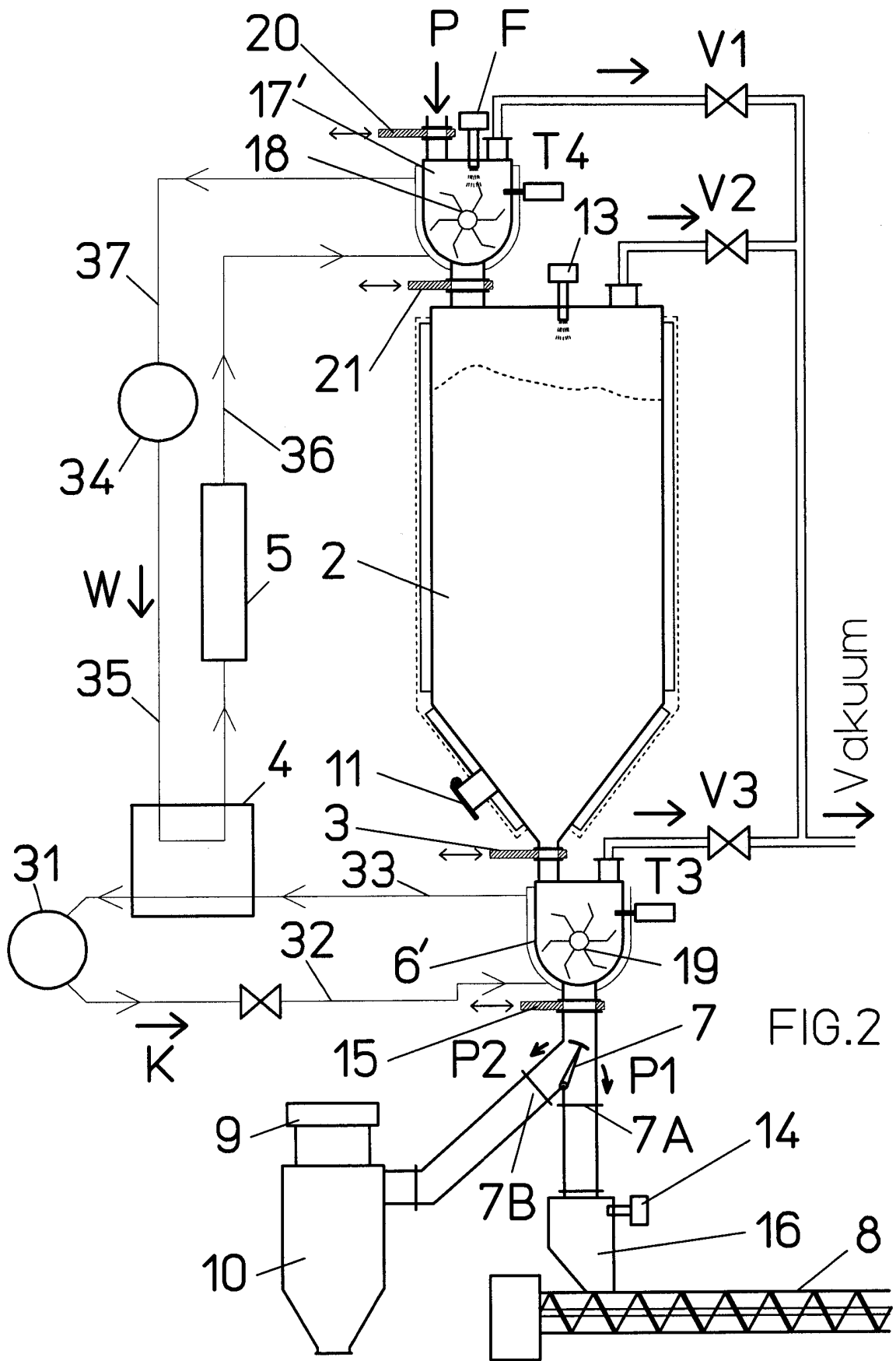
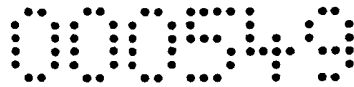
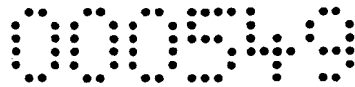


FIG.1



Neue Patentansprüche:

1. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial, insbesondere zur Erhöhung der Grenzviskosität von Polyestermaterial mittels Festphasenpolykondensation (SSP), mit einem beheizbaren Reaktionsbehälter (2), in dem das Kunststoffmaterial bei einer vorgegebenen Wärmebehandlungstemperatur für eine vorgegebene Verweilzeit verweilen gelassen werden kann, wobei dem Reaktionsbehälter (2') optional ein Vorwärmbehälter (17, 17') vorgeschaltet ist, der zur Vorerwärmung und Abgabe des vorerwärmten Kunststoffmaterials an den Reaktionsbehälter (2) ausgebildet ist, und mit einem stromabwärts vom Reaktionsbehälter (2) angeordneten Kühlbehälter (6, 6'), in den das Kunststoffmaterial aus dem Reaktionsbehälter zur Kühlung auf eine unter der Wärmebehandlungstemperatur liegende Kühltemperatur abgebar ist, wobei der Kühlbehälter (6, 6') in einen ein Kühlmedium (K) führenden Kühlkreislauf geschaltet ist, wobei der Kühlkreislauf stromabwärts vom Kühlbehälter unmittelbar oder indirekt über Wärmetauscher (4) an einen Heizkreislauf zur Erwärmung des Vorwärmbehälters (17, 17') und/oder des Reaktionsbehälters (2) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf eine zu- und wegschaltbare Bypassleitung (30) zur Umgehung des Kühlbehälters (6) aufweist.
2. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlbehälter (6) vom Kühlmedium (K) durchströmt wird.
3. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K) Trockenluft oder ein Inertgas ist.
4. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf und der Heizkreislauf in Fluidkommunikation stehen.
5. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorwärmbehälter (17) und/oder der Reaktionsbehälter (2) in den Heizkreislauf geschaltet sind, so dass er/sie vom erwärmten Kühlmedium (K), das durch den Heizkreislauf strömt, durchströmt wird/werden.
6. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf einen in den Kühlbehälter (6') eingebauten Wärmetauscher umfasst, der vom Kühlmedium (K) durchströmt wird.



7. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K) eine Kühlflüssigkeit, insbesondere auf Wasser- oder Ölbasis, ist.
- 5
8. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf mit dem Heizkreislauf über einen Wärmetauscher (4) wärmeübertragend verbunden sind.
- 10
9. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreislauf von einem flüssigen Wärmeträgermedium (W) durchströmt wird.
10. Anlage zur Wärmebehandlung von Kunststoffmaterial nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeträgermedium (W) eine Wand des Vorwärmbehälters (17') und/oder Reaktionsbehälters (2) umströmt.
- 15
11. Anlage zur Wärmebehandlung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Heizkreislauf stromaufwärts vom Vorwärmbehälter (17, 17') und/oder Reaktionsbehälter (2) ein Heizregister (5) geschaltet ist.
- 20
12. Anlage zur Wärmebehandlung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkreislauf vor dem Kühlbehälter (6) ein Absperrventil (V7) aufweist.
- 25



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC <sup>8</sup> : <b>C08G 63/78 (2006.01); C08G 63/80 (2006.01)</b>
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA:
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): <b>C08G</b>
Konsultierte Online-Datenbank: <b>WPI, EPODOC</b>
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>5. Dezember 2005</b> eingereichten Ansprüchen <b>1 - 13</b> erstellt.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
E	WO 2006/002118 A1 (BÜHLER AG), 2. März 2006 (02.03.2006) <i>Seite 19; Figur 2.</i> --	1 - 11
E	WO 2006/021117 A1 (BÜHLER AG), 2. März 2006 (02.03.2006) <i>Seite 17, Zeilen 18 - 26.</i> --	1 - 11
X	EP 0836921 A2 (SINCO ENGINEERING S.p.A.), 22. April 1998 (22.04.1998) <i>Seite 3, Zeile 36 - Seite 4, Zeile 4; Figur 2.</i> --	1 - 11
A	WO 1994/001484 A1 (BUEHLER AG), 20. Jänner 1994 (20.01.1994) <i>Seite 10, Zeilen 19 - 22; Figur 1.</i> ----	1

Datum der Beendigung der Recherche:  
**12. April 2007**

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):  
**Dr. BAUMSCHABL**

<sup>1)</sup> **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.