

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50837/2019  
(22) Anmeldetag: 03.10.2019  
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2021

(51) Int. Cl.: **B22C 9/18** (2006.01)  
**B22D 31/00** (2006.01)  
**B08B 3/02** (2006.01)  
**B24C 9/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102011113157 A1  
JP H01299741 A  
CN 107088891 A  
DE 102012203436 A1

(71) Patentanmelder:  
Fill Gesellschaft m.b.H.  
4942 Gurten (AT)

(72) Erfinder:  
Boindecker Alois  
4942 Gurten (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

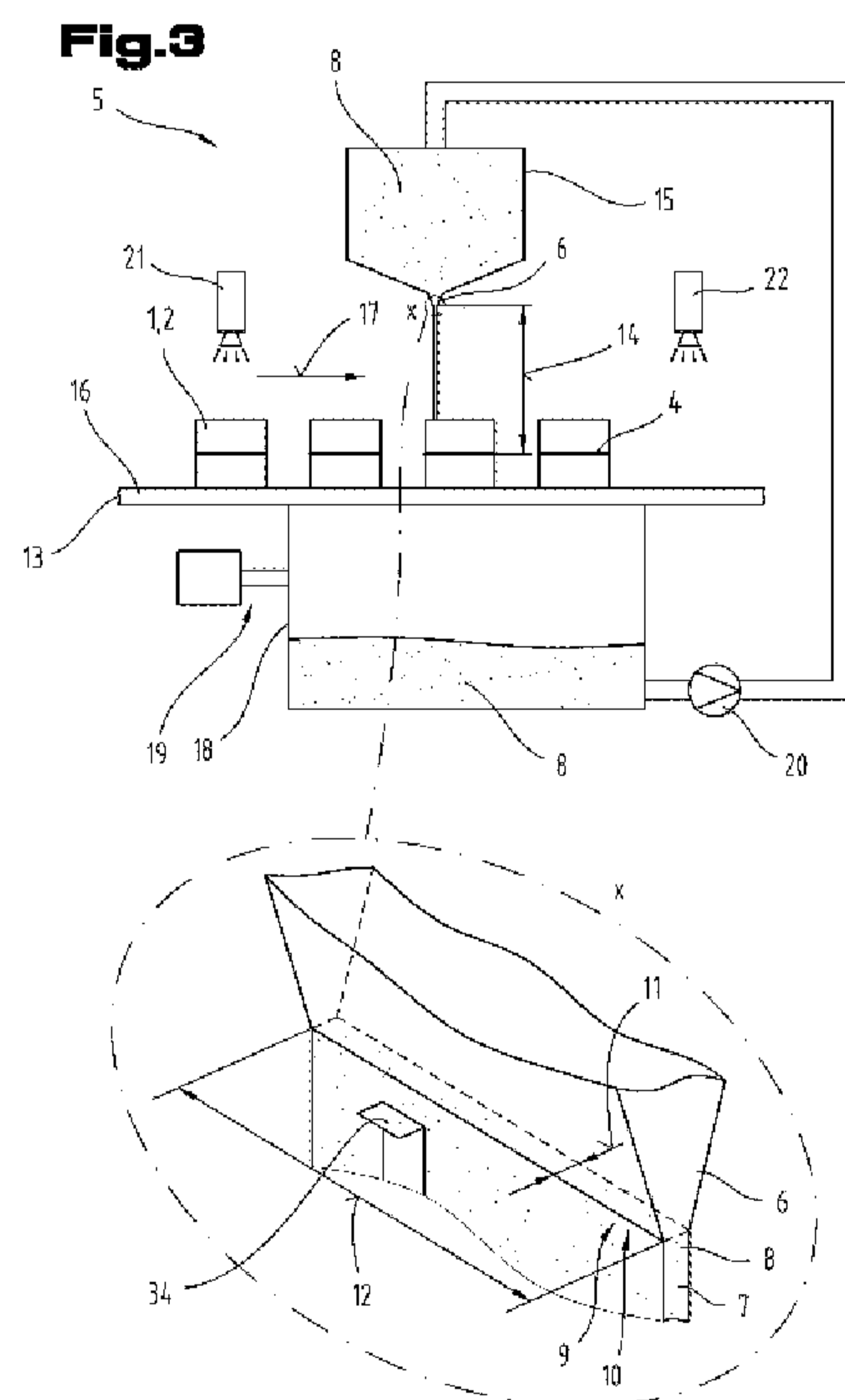
(54) **Oberflächenbehandlungsverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken.

Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Werkstückes (1, 2);
- Bereitstellen eines Strahlgutes (8), wobei das Strahlgut (8) einzelne Teilchen (30) umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes (8) zum Werkstück (1, 2) und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2);

Zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen (30) des Strahlgutes (8) weisen einen Durchmesser zwischen 1,2mm und 3mm bei einer Schüttdichte zwischen 0,3 kg/dm<sup>3</sup> und 0,85 kg/dm<sup>3</sup>, insbesondere zwischen 0,5 kg/dm<sup>3</sup> und 0,75 kg/dm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 0,56 kg/dm<sup>3</sup> und 0,6 kg/dm<sup>3</sup> auf.



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken.

Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Werkstückes (1, 2);
- Bereitstellen eines Strahlgutes (8), wobei das Strahlgut (8) einzelne Teilchen (30) umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes (8) zum Werkstück (1, 2) und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2);

Zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen (30) des Strahlgutes (8) weisen einen Durchmesser zwischen 1,2mm und 3mm bei einer Schüttdichte zwischen 0,3 kg/dm<sup>3</sup> und 0,85 kg/dm<sup>3</sup>, insbesondere zwischen 0,5 kg/dm<sup>3</sup> und 0,75 kg/dm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 0,56 kg/dm<sup>3</sup> und 0,6 kg/dm<sup>3</sup> auf.

Fig. 3

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedenste Vorrichtungen zum Entgraten von Gießformen oder Gießkernen bekannt. Die EP 0608518 A2 oder die DE3617575 A1 offenbaren beispielsweise eine Vorrichtung zum Entgraten von Gießformen oder Gießkernen. Außerdem ist es bekannt die Gießformen oder Gießkerne mittels Roboter zu entgraten.

Die bekannten Vorrichtungen und Verfahren zum Entgraten von Gießformen oder Gießkernen weisen den Nachteil auf, dass sie nicht für verschiedenartig ausgebildete Kerne geeignet sind. Darüber hinaus nehmen die bekannten Entgratverfahren viel Zeit in Anspruch. Außerdem verschleißten die Vorrichtungen zum Entgraten der Gießformen oder Gießkerne. Bei Verwendung von nicht sauber entgrateten Gießkernen oder Gießformen beim Gießen, können die verbliebenen Grate abbrechen und das Gusswerkstück verunreinigen bzw. zur Schwächung von diesem führen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur verbesserten Oberflächenbehandlung von Werkstücken zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß den Ansprüchen gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Werkstückes;

- Bereitstellen eines Strahlgutes, wobei das Strahlgut einzelne Strahlgutpartikel umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes zum Werkstück und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes.

Zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Strahlgutpartikel des Strahlgutes weisen einen Durchmesser zwischen 1,2mm und 3mm bei einer Schüttdichte zwischen 0,3 kg/dm<sup>3</sup> und 0,85 kg/dm<sup>3</sup>, insbesondere zwischen 0,5 kg/dm<sup>3</sup> und 0,75 kg/dm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 0,56 kg/dm<sup>3</sup> und 0,6 kg/dm<sup>3</sup> auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den überraschenden Vorteil mit sich, dass ein Strahlgut, welches derart ausgebildete Strahlgutpartikel aufweist, gute abrasive Fähigkeiten besitzt, wobei die Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes nicht übermäßig beschädigt wird.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen aus einem ungebrochenen Samenkorn einer Pflanze gebildet sind. Besonders die Verwendung eines ungebrochenen Samenkorns einer Pflanze führt zu überraschend guten Oberflächenbehandlungsergebnissen.

Ein ungebrochenes Samenkorn im Sinne dieses Dokumentes ist das Samenkorn einer Pflanze, welches nicht durch mechanische Bearbeitung gebrochen wurde. Ein derartiges Samenkorn weist vorzugsweise seine natürliche und somit rotationssymmetrische Oberfläche auf. Besonders im Vergleich zur Verwendung von herkömmlichen Strahlgutteilchen, welche eine oft scharfkantige Oberfläche aufweisen, lässt sich ein überraschend gutes Ergebnis der Oberflächenbehandlung erzielen.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Pflanze, aus welcher das Samenkorn gewonnen wurde, derart gentechnisch verändert wurde, dass das Samenkorn nicht

keimfähig ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass das Strahlgut auch in warm-feuchten Umgebungen, wie etwa der Gießereitechnik verwendet werden kann, wo oft ideale Keimbedingungen vorliegen.

Ferner kann vorgesehen sein, dass zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen aus einem Samenkorn einer Gattung einer Raps-pflanze gebildet sind. Besonders das Samenkorn einer Raps-pflanze eignet sich überraschend gut zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass das Samenkorn eine Feuchte zwischen 5 Gew.% und 15 Gew.%, insbesondere zwischen 7 Gew.% und 12 Gew.% aufweist. Ein Samenkorn mit einer derartigen Feuchte weist eine optimale Dichte auf und weist darüber hinaus für den vorliegenden Einsatzzweck besonders gute Festigkeitseigenschaften auf.

Ein Samenkorn, insbesondere einer Raps-pflanze bringt darüber hinaus den Vorteil mit sich, dass es einen Ölanteil zwischen 40 % und 50 % aufweist. Wenn daher einzelne der Samenkörner im Oberflächenbehandlungsprozess aufgebrochen werden, so dient das austretende Öl gleichzeitig zur Schmierung im Oberflächen-behandlungsprozess. Darüber hinaus kann durch das austretende Öl erreicht werden, dass die Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes durch das Öl benetzt wird, was in weiterer Folge einen Korrosionsschutz für die Oberfläche des zu be-handelnden Werkstückes bringt.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass das Werkstück in Form eines Gießkernes oder einer Gießform ausgebildet ist, und das Verfahren folgende zusätzliche Verfahrensschritte umfasst:

- Bereitstellen des Gießkernes oder der Gießform mit einem darauf befindlichen Grat;
- Bereitstellen einer Entgratvorrichtung, umfassend:
  - eine Schwallbrause zum Erzeugen eines aus dem Strahlgut gebildeten Strahlgutswalles;
  - eine Haltevorrichtung zur Aufnahme des Gießkerns und/oder der Gießform;

- Relativbewegen des Gießkernes oder der Gießform zum Strahlgutschwall, so dass der Strahlgutschwall auf den Grat am Gießkern oder der Gießform auftrifft und der Grat mittels des Strahlgutschwalles vom Gießkern oder der Gießform abgeschlagen wird. Besonders zum Entgraten von Gießkernen bzw. Gießformen, welche insbesondere aus Sand hergestellt sind, eignet sich das erfindungsgemäße Strahlgut überraschend gut. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass durch die Beschaffenheit des Strahlgutes die Sandoberfläche bzw. die keramische Oberfläche von Gießkernen bzw. von Gießformen nicht angegriffen wird und gleichzeitig das Strahlgut eine ausreichende Festigkeit bzw. Masse aufweist, um die auf den Gießkernen bzw. Gießformen befindlichen Grate abschlagen zu können.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass der Strahlgutschwall nach dem Austreten aus der Schwallbrause ausschließlich durch seine potentielle Energie beschleunigt wird und nach einer vorbestimmten Fallhöhe auf den Gießkern oder die Gießform auftrifft. Das erfindungsgemäße Strahlgut eignet sich überraschend gut dazu, durch seine potentielle Energie beschleunigt zu werden, um den Grat am Gießkern bzw. an der Gießform abschlagen zu können, ohne dabei die Oberfläche des Gießkernes oder der Gießform zu beschädigen.

Dadurch ist es möglich, die Energie des Strahlgutschwalles über die Fallhöhe exakt zu regeln. Die Fallhöhe kann zwischen 0,1m und 5m, insbesondere zwischen 0,15m und 0,6m, bevorzugt zwischen 0,2m und 0,4m betragen.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Entgratvorrichtung eine Strahlgutdüse aufweist, mittels welcher das Strahlgut durch Druckluft beschleunigt wird. Bei einer derartigen Ausbildung einer Strahlgutdüse kann das Strahlgut durch die Druckluft beschleunigt auf das zu behandelnde Werkstück befördert werden. Durch Einstellen des Druckes kann die Aufprallgeschwindigkeit somit die Aufprallenergie des Strahlgutes am Werkstück eingestellt werden. Besonders Samenkörner lassen sich überaus gut und präzise mittels Druckluft beschleunigen, um die geforderte Aufprallenergie erreichen zu können.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die als Strahlgut verwendeten Samenkörner, welche aufgebrochen sind und nicht mehr einem Oberflächenbehandlungsvorgang zugeführt werden können, nach deren Oberflächenbehandlungseinsatz einem Weiterverwendungsprozess, insbesondere der Verwendung in einer Biogasanlage zugeführt werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass das Strahlgut weiterstehend verwertet werden kann, wodurch die Ökobilanz des Oberflächenbehandlungsverfahrens verbessert werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass mittels einer Blende die Schwallbrause teilweise abgedeckt wird. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass jene Bereiche des Werkstückes, welche keine Oberflächenbehandlung erfahren sollen, auch nicht vom Strahlgut getroffen werden und somit unbehandelt bleiben.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass die Schwallbrause und/oder die Strahlgutdüse mehrere Einzelöffnungen aufweist, welche einzeln und unabhängig voneinander geöffnet werden, sodass über die Schwallbrause gesehen die Intensität des Strahlgutschwalles an die jeweiligen Erfordernisse angepasst wird. Besonders mittels einer derart ausgebildeten Schwallbrause oder Strahlgutdüse kann eine exakte Oberflächenbehandlung der zu bearbeitenden Werkstücke erzielt werden.

Weiters kann auch vorgesehen sein, dass zusätzlich zur potentiellen Energie die einzelnen Partikel durch ein Medium, wie etwa Druckluft beschleunigt werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Schwallbrause zum Erzeugen des Strahlgutschwalles ortsfest angeordnet ist und der Gießkern oder die Gießform mittels der Haltevorrichtung relativ zum Strahlgutschwall bewegt wird.

Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung ortsfest angeordnet ist und die Schwallbrause relativ zur Haltevorrichtung bewegt wird.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass die Haltevorrichtung, mittels der der Gießkern oder die Gießform relativ zum Strahlgutschwall bewegt wird, als Schwenkarmroboter ausgebildet ist und der

Schwenkarmroboter den Gießkern oder die Gießform dem Pfad des Grates folgend durch den Strahlgutschwall bewegt. Mittels dem Schwenkarmroboter kann der Gießkern oder die Gießform exakt relativ zum Strahlgutschwall geführt werden und somit einem Pfad des Grates folgen, sodass der Grat am gesamten Umfang des Gießkerns oder der Gießform gleichmäßig abgeschlagen werden kann. Gleichzeitig kann mittels dem Schwenkarmroboter auch die Orientierung des Gießkerns oder der Gießform geändert werden.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass am Schwenkarmroboter eine Greifvorrichtung angeordnet ist, mittels der der Gießkern oder die Gießform gehalten wird, wobei der Gießkern oder die Gießform derart gehalten wird, dass der Grat am Gießkern oder an der Gießform frei zugänglich ist. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Greifvorrichtung nicht die Zugänglichkeit des Grates behindert. Somit kann der Gießkern oder die Gießform mittels der Greifvorrichtung gehalten und manipuliert werden.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Haltevorrichtung in Form einer Fördervorrichtung ausgebildet ist, wobei mehrere der Gießkerne oder der Gießformen an der Fördervorrichtung angeordnet sind und mittels dieser durch den Strahlgutschwall hindurch bewegt werden. Von Vorteil ist hierbei, dass mehrere Gießkerne oder Gießformen gleichzeitig entgratet werden können bzw. in einem kontinuierlich ablaufenden Prozess entgratet werden können. Dies ist besonders bei der Serienfertigung vorteilhaft, wenn der Gießkern oder die Gießform eine einfache Geometrie aufweisen.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der Strahlgutschwall eine große Anzahl von Teilchen umfasst, die einen Durchmesser zwischen 0,3mm und 5mm, insbesondere zwischen 1mm und 3mm, bevorzugt zwischen 1,4mm und 2mm aufweisen. Wenn die Teilchen des Strahlgutes einen Durchmesser im angegebenen Bereich aufweisen, bringt dies den überraschenden Vorteil mit sich, dass der Grat sauber und effizient abgeschlagen werden kann und die umliegende Oberfläche des Gießkerns oder der Gießform dabei nicht beschädigt wird.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass auf Basis der Beschaffenheit des abzuschlagenden Grates die Fallhöhe und die Bewegungsgeschwindigkeit des Gießkerns oder der Gießform relativ zum Strahlgutschwall derart festgelegt wird, dass ausschließlich der Grat abgeschlagen wird und die restliche Außenkontur des Gießkerns oder der Gießform nicht beschädigt wird. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme eine saubere Entgratung erreicht werden kann, wobei der Gießkern oder die Gießform nicht beschädigt wird. Insbesondere die Fallhöhe und die Bewegungsgeschwindigkeit können variiert werden, um bei gleichbleibendem Strahlgut die Intensität des Strahlgutschwalles anpassen zu können. Hierbei ist es sinnvoll, dass durch Einstellung dieser Parameter die Intensität des Strahlgutschwalles an die Beschaffenheit des Grates angepasst wird. In einer Weiterbildung ist es auch denkbar, dass in einer CFD-Simulation bzw. in einer numerischen Simulation das Abschlagen des Grates simuliert bzw. die notwendigen Parameter entsprechend berechnet werden. Insbesondere kann hierbei eine Partikelsimulation verwendet werden. Hierbei wird in der Fluidströmung die komplexe, sich bewegende Geometrie der einzelnen Teilchen des Strahlgutes berücksichtigt.

Weiters ist es auch denkbar, dass zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen des Strahlgutes als Mahlgut ausgebildet ist, welches aus einem Kunststoff-Recyclingprozess gewonnen wird.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Beschaffenheit des Grates vor der Behandlung mittels dem Strahlgutschwall mittels einem Erfassungsmittel, insbesondere einem optischen Erfassungsmittel, erfasst wird. Von Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die Parameter wie Fallhöhe und Bewegungsgeschwindigkeit gezielt an die Beschaffenheit des Grates angepasst werden können. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Oberflächenstruktur des Grates mittels einem Kamerasystem erfasst und entsprechend ausgewertet wird.

Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn mittels einer Absaugvorrichtung die abgeschlagenen Gratfragmente aus der Entgratvorrichtung entfernt werden. Von

Vorteil ist hierbei, dass durch diese Maßnahme die abgeschlagenen Gratfragmente nicht zu einer Verunreinigung des Strahlgutes führen und somit eine gleichbleibende Qualität der Entgratung erreicht werden kann.

Ferner kann vorgesehen sein, dass der Gießkern oder die Gießform derart orientiert durch den Strahlgutschwall geführt wird, dass der Strahlgutschwall in etwa Normal bzw. im rechten Winkel auf eine Gratseitenfläche des Grates trifft. Durch diese Maßnahme kann der Grat am Gießkern oder an der Gießform sauber entfernt werden, wobei die Energie des Strahlgutschwalles hierbei möglichst geringgehalten werden kann.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der Gießkern oder die Gießform nach der Behandlung mittels dem Strahlgutschwall mittels einem Erfassungsmittel, insbesondere einem optischen Erfassungsmittel, erfasst wird und die korrekte Entfernung des Grates kontrolliert wird. Mittels dem optischen Erfassungsmittel kann die Qualität der durchgeführten Entgratung kontrolliert werden und sichergestellt werden, dass der Grat gleichmäßig abgeschlagen ist bzw. können durch diese Maßnahme etwaige Beschädigungen am Gießkern oder an der Gießform festgestellt werden.

Weiters kann auch eine Entgratvorrichtung zum Entgraten von Gießkernen und/oder Gießformen vorgesehen sein. Die Entgratvorrichtung umfasst:

- eine Schwallbrause zum Erzeugen eines Strahlgutschwalles;
- eine Haltevorrichtung zur Aufnahme zumindest eines Gießkerns und/oder einer Gießform. Die Haltevorrichtung und die Schwallbrause sind derart ausgebildet sind, dass der Gießkern und/oder die Gießform durch den Strahlgutschwall führbar ist.

Von Vorteil an der Entgratvorrichtung ist, dass mit dieser der Entgratvorgang effizient durchgeführt werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass die Haltevorrichtung in Form eines Schwenkarmroboters ausgebildet ist. Ein Schwenkarmroboter weist eine hohe Flexibilität auf, wodurch der Gießkern bzw. die Gießform entlang des Pfades des

Grates geführt werden kann und der Grat somit umlaufend abgeschlagen werden kann.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn am Schwenkarmroboter eine Greifvorrichtung zum Halten des Gießkerns oder der Gießform angeordnet ist, wobei die Greifvorrichtung und/oder der Schwenkarmroboter zumindest teilweise eine Beschichtung aufweist, die die Greifvorrichtung und/oder den Schwenkarmroboter vor dem Strahlgutschwall schützt. Durch die Beschichtung kann die Greifvorrichtung bzw. der Schwenkarmroboter vor Beschädigung durch den Strahlgutschwall geschützt werden. Dadurch ist es möglich, eine hohe Lebensdauer der Entgratvorrichtung zu erreichen.

In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Schwallbrause an einen Strahlgutbehälter gekoppelt ist, welcher oberhalb der Schwallbrause angeordnet ist. Durch diese Maßnahme kann das Strahlgut direkt aus dem Strahlgutbehälter durch Einwirkung der Schwerkraft auf den Gießkern bzw. die Gießform geführt werden.

Als Gießkerne werden Gebilde bezeichnet, die während dem Gießen vorzugsweise einer metallischen Schmelze in eine Gießform als Platzhalter dienen, um im fertigen Gusswerkstück entfernt zu werden und einen Hohlraum zu bilden. Die Gießkerne können aus verschiedensten Materialien bestehen und durch verschiedenste Verfahren hergestellt werden.

Die Gießkerne können beispielsweise aus Sand gefertigt sein, welcher mittels einem Bindemittel in Form gehalten wird. Ein derartiger aus Sand geformter Kern wird als Sandkern bezeichnet.

Ein derartiger Sandkern kann beispielsweise mittels Kernschießen hergestellt werden, wie es in der DE 102011100415 A1 beschrieben ist.

Weiters ist es auch denkbar, dass der Gießkern mittels einem 3D-Druck-Verfahren hergestellt wird, wie es in der DE102005019699 B3 beschrieben ist.

Darüber hinaus ist es auch denkbar, dass der Gießkern als Keramikern ausgeführt ist, wie er in der EP0818256 A1 beschrieben ist.

Weiters ist es auch möglich, dass der Gießkern als Salzkern ausgeführt ist.

Als Gießformen werden Gebilde bezeichnet, die zum Aufnehmen der Schmelze dienen. Derartige Gießformen können ebenfalls wie die Gießkerne aus verschiedensten Materialien und durch verschiedene Herstellverfahren gefertigt werden. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um verlorene Formen, die beispielsweise aus Sand hergestellt sind.

Die Grate an den Gießkernen bzw. Gießformen entstehen an jenen Stellen, an denen zwei Formhälften zum Herstellen der Gießkerne bzw. Gießformen aneinander anliegen. Je mehr die Formhälften verschlissen sind, desto eher besteht die Gefahr, dass am Gießkern bzw. an der Gießform ein Grat entsteht bzw. desto größer ist in den meisten Fällen der entstandene Grat. Der Grat weist eine Gratseitenfläche auf, die sich von einer Gratbasis bis zu einem Gratkopf erstreckt.

Als Durchmesser des Strahlgutpartikels im Sinne dieses Dokumentes wird der Durchmesser einer idealen Kugel herangezogen, in welcher der Strahlgutpartikel gerade noch Platz findet. Die Oberfläche des Strahlgutpartikels berührt somit die Kugeloberfläche dieser idealen Kugel an zumindest zwei Punkten.

Die Abkürzung Gew.% bedeutet Gewichtsprozent und wird umgangssprachlich auch der Masseanteil bezeichnet.

Insbesondere kann ein Verfahren zum Entgraten von Gießkernen und/oder Gießformen vorgesehen sein, welches folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Bereitstellen des Gießkernes oder der Gießform mit dem darauf befindlichen Grat;
- Bereitstellen einer Entgratvorrichtung, umfassend:
  - eine Schwallbrause zum Erzeugen eines aus dem Strahlgut gebildeten Strahlgutschwalles;
  - eine Haltevorrichtung zur Aufnahme des Gießkernes und/oder der Gießform;

- Relativbewegen des Gießkernes oder der Gießform zum Strahlgutschwall, so dass der Strahlgutschwall auf den Grat am Gießkern oder der Gießform auftrifft und der Grat mittels dem Strahlgutschwall vom Gießkern oder der Gießform abgeschlagen wird, wobei zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Strahlgutpartikel aus einem Samenkorn einer Rapspflanze gebildet sind.

Die Verwendung des Samenkorns einer Rapspflanze in einem Verfahren zum Entgraten von Gießkernen und/oder Gießformen bringt den überraschenden Vorteil mit sich, dass durch die Eigenschaften des Samenkorns erreicht werden kann, dass der Grat vom Gießkern oder der Gießform abgeschlagen werden kann, ohne dass dabei die Oberfläche des Gießkerns oder der Gießform beschädigt wird.

Besonders wenn der Strahlgutschwall enthaltend die Samenkörner der Rapspflanze nach dem Austreten aus der Schwallbrause ausschließlich durch seine potentielle Energie beschleunigt wird und nach einer vorbestimmten Fallhöhe auf den Gießkern oder die Gießform auftrifft kann ein überraschend gutes Abschlagergebnis des Grates erreicht werden. Insbesondere bei einer Fallhöhe zwischen 250mm und 500mm, bevorzugt zwischen 300mm und 350mm, kann ein überraschend gutes Abreinigungsergebnis erreicht werden.

Weiters ist ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Berechnen einer notwendigen Aufprallenergie und Aufprallwinkel von einzelnen Teilchen eines Strahlgutes auf die Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes, mittels einer computerimplementierten Simulation, insbesondere Partikelsimulation;
- Bereitstellen des Werkstückes;
- Bereitstellen des Strahlgutes, wobei das Strahlgut die einzelnen Teilchen umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes zum Werkstück und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes anhand der mittels der computerimplementierten Partikelsimulation berechneten Daten.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass das Verhalten des Werkstückes bzw. die notwendige Einwirkintensität des Strahlgutes auf das Werkstück schon in der Simulation berechnet werden kann, um dann im Oberflächenbehandlungsprozess die Parameter entsprechend anzupassen. Insbesondere ist es natürlich vorteilhaft, wenn die Simulation auf das obig beschriebene Strahlgut angewandt wird.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass in der Simulation die notwendige Aufprallenergie der einzelnen Teilchen des Strahlgutes auf den vom Gießkern abzuschlagenden Grat berechnet wird. Bei der Berechnung kann als gegebener Parameter die Größe und die Dichte der Teilchen des Strahlgutes herangezogen werden und zur Berechnung der notwendigen Aufprallenergie des Strahlgutes auf das Werkstück die Fallhöhe bzw. eine etwaige Beschleunigung des Strahlgutes durch Druckluft herangezogen werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass vor dem Behandeln der Oberfläche des Werkstückes, das Werkstück mittels eines Erfassungsmittels erfasst wird und dass die als Ergebnis der computerimplementierten Partikelsimulation festgelegte Aufprallenergie und Aufprallwinkel an die aus den Daten der Erfassung mittels des Erfassungsmittels gewonnenen Realkörperdaten angepasst wird. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass zur computerimplementierten Simulation Virtualkörperdaten aus einem CAD-Modell des zu behandelnden Werkstückes herangezogen werden und dass die Simulationsergebnisse durch Ersetzen der Virtualkörperdaten mit Realkörperdaten nur angepasst werden.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass nach dem Behandeln der Oberfläche des Werkstückes, das Werkstück mittels eines Erfassungsmittels erfasst wird und dass für zukünftig zu behandelnde baugleiche Werkstücke die als Ergebnis der computerimplementierten Partikelsimulation festgelegte Aufprallenergie und Aufprallwinkel, an die aus den Daten der Erfassung mittels des Erfassungsmittels gewonnenen Realkörperdaten angepasst wird.

Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Arbeitsergebnisse der Oberflächenbehandlung erfasst werden können und die erfassten Arbeitsergebnisse für zukünftige Entwicklungen herangezogen werden können.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass durch den Einsatz eines neuronalen Netzes die computerimplementierte Simulation fortlaufend auf Basis der Vermessungsergebnisse des Werkstückes mittels des Erfassungsmittels angepasst wird.

Als Oberflächenbehandlung im Sinne dieses Dokumentes wird jegliche Änderungen der Oberfläche verstanden. Eine derartige Oberflächenbehandlung kann beispielsweise das Abschlagen eines Grates aber auch das Oberflächenreinigen und Entfernen von Anhaftungen sowie verdichten und glätten sein. Beispielsweise können bei Gießkernen aus Sand und Binder, Sandkörner ausgebrochen werden und/oder nur Teile von Sandkörnern. Weiters kann auch Binder entfernt werden. Ebenso kann eine Porigkeit des Materials verringert oder geschlossen werden. Auch ist von der Oberflächenbehandlung umfasst das durch Abtrag einer Randschicht die Porigkeit vergrößert wird.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Gießkerns;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Gießform;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Entgratvorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Entgratvorrichtung;

Fig. 5 eine Detailansicht eines Strahlgutswalles der am abzuschlagenden Grat auftrifft;

- Fig. 6 einen Oberflächenausschnitt eines im 3D-Druck-Verfahren hergestellten Gießkernes oder Gießform;
- Fig. 7 den Oberflächenausschnitt des im 3D-Druck-Verfahren hergestellten Gießkernes oder Gießform nach der Behandlung mittels dem Strahlgut-schwall;
- Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Schwallbrause.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Gießkerns 1.

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Gießform 2.

Der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 können im Allgemeinen auch als Werkstück 1, 2 bezeichnet werden.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 als Sandkern bzw. als Sandform ausgebildet sind und somit bedingt durch deren Herstellungsprozess an der Außenkontur 3 einen Grat 4 aufweisen. Als Außenkontur 3 wird hierbei jene Oberfläche des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 bezeichnet, welche während dem Gießvorgang in Kontakt mit der flüssigen Schmelze kommt. Bei der Gießform 2 ist daher die relevante Außenkontur 3 innerhalb der Gießform 2 angeordnet.

Der Grat 4 entsteht bei der Herstellung des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 dadurch, dass beispielsweise zur Herstellung des Gießkerns 1 zwei Formhälften verwendet werden, welche die Kontur des Gießkerns 1 vorgeben und in welchen der Sand zur Herstellung des Gießkerns 1 eingebracht wird. Der Grat 4 entsteht hierbei an einer Trennebene der beiden Formhälften.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Entgratvorrichtung 5 zum entgraten eines Gießkerns 1 bzw. einer Gießform 2. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist vorgesehen, dass die Entgratvorrichtung 5 eine Schwallbrause 6 aufweist, aus der ein Strahlgut 8 austritt. Die Schwallbrause 6 kann vorzugsweise derart ausgebildet sein, dass das Strahlgut 8 für den Strahlgutswall 7 schwerkraftbeschleunigt aus der Schwallbrause 6 austreten kann. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die Schwallbrause 6 an deren Unterseite 9 eine Austrittsöffnung 10 aufweist, an welcher das Strahlgut 8 austreten kann und somit zum Strahlgutswall 7 wird.

Die Form der Austrittsöffnung 10 bestimmt auch die Form des Strahlgutswalls 7. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Austrittsöffnung 10 eine Breite 11 und eine Länge 12 aufweist. Die Breite 11 bzw. die Länge 12 sind möglichst klein gewählt, sodass möglichst wenig Strahlgut 8 aus der Schwallbrause 6 austritt, jedoch so groß gewählt ist, dass der Strahlgutswall 7 ausreichend Energie aufweist, um den Grat 4 am Gießkern 1 bzw. der Gießform 2 abschlagen zu können. Darüber hinaus ist die Länge 12 der Austrittsöffnung 10 so groß gewählt, dass je nach Beschaffenheit der Entgratvorrichtung 5 der Grat 4 am Gießkern 1 bzw. an der Gießform 2 einfach und effizient abgeschlagen werden kann. Die Breite 11 der Austrittsöffnung 10 kann hierbei sehr viel kleiner sein als die Länge 12 der Austrittsöffnung 10. Mit anderen Worten ausgedrückt kann der Strahlgutswall 7 aufgrund der Dimensionierung der Schwallbrause 6 eine Art Vorhang aus Strahlgut 8 bilden, durch welchen der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 hindurchbewegt werden kann.

Weiters ist eine Haltevorrichtung 13 vorgesehen, die zur Aufnahme des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 dient und diese relativ zur Schwallbrause 6 positioniert. Die

Haltevorrichtung 13 und die Schwallbrause 6 sind derart relativ zueinander angeordnet, dass der Strahlgutschwall 7 mit einer vorbestimmten Fallhöhe 14 auf den Grat 4 des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 auftrifft. Durch Veränderung der Fallhöhe 14 kann die Auftreffenergie des Strahlgutschwalles 7 variiert werden.

Zur kontinuierlichen Versorgung der Schwallbrause 6 mit Strahlgut 8 kann ein Strahlgutbehälter 15 vorgesehen sein, welcher direkt an die Schwallbrause 6 gekoppelt sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Schwallbrause 6 an einer Unterseite des Strahlgutbehälters 15 angeordnet ist.

Die Haltevorrichtung 13 kann verschiedenartig ausgebildet sein. Wie aus dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung 13 als Fördervorrichtung 16 ausgebildet ist, mittels welcher die Gießkerne 1 bzw. die Gießformen 2 in Förderrichtung 17 relativ zur Schwallbrause 6 bewegt werden können.

Die Fördervorrichtung 16 kann hierbei einen Bandförderer umfassen, wobei das Förderband des Bandförderers aus einem Drahtgeflecht gebildet sein kann, durch welches das Strahlgut 8 und die Gratfragmente des abgeschlagenen Grates 4 hindurchrieseln können, somit ist es möglich, dass die Haltevorrichtung 13 als kontinuierliche Förderrichtung ausgebildet ist, an welcher mehrere Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 aufgelegt bzw. bearbeitet werden können.

Bei Ausbildung einer derartigen Fördervorrichtung 16 kann es zweckmäßig sein, wenn die Länge 12 der Schwallbrause 6 so groß gewählt ist, dass sie größer ist als die Erstreckung der Gießkerne 1 bzw. der Gießformen 2, sodass beim Durchführen der Gießkerne 1 bzw. der Gießformen 2 durch den Strahlgutschwall 7 der Grat 4 vollumfänglich abgeschlagen werden kann.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann auch vorgesehen sein, dass die Fördervorrichtung 16 einen Gitterrost umfasst, auf welchem ebenfalls mehrere Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 aufgelegt werden können, wobei die Fördervorrichtung 16 alternierend zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition bewegt werden kann.

In einer weiteren Ausführung ist es auch denkbar, dass die Fördervorrichtung 16 als Rundtisch ausgebildet ist, welche ebenfalls einen Gitterrost umfasst auf dem die Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 aufgelegt werden können. Die Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 können in einem ersten Bereich des Rundtisches aufgelegt werden, in einem zweiten Bereich des Rundtisches durch die Schwallbrause 6 geführt werden und in einem dritten Bereich des Rundtisches wieder vom Rundtisch abgenommen werden. Der Rundtisch kann sich hierbei kontinuierlich drehen.

In wieder einer andern Ausführungsvariante kann auch vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung 13 beispielsweise einen Gitterrost umfasst auf welchem ebenfalls mehrere Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 aufgelegt werden können. Der Gitterrost kann hierbei ortsfest angeordnet sein und die Schwallbrause 6 kann relativ zur Haltevorrichtung 13 bewegt werden.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Entgratvorrichtung 5 einen Auffangbehälter 18 aufweist, welcher unterhalb der Schwallbrause 6 angeordnet ist und welcher zum Auffangen des Strahlgutes 8 bzw. der abgeschlagenen Gratfragmente dient.

Außerdem kann eine Absaugvorrichtung 19 vorgesehen sein, welche beispielsweise an den Auffangbehälter 18 gekoppelt sein kann und zum Absaugen der abgeschlagenen Gratfragmente dient. Die Absaugvorrichtung 19 kann natürlich auch an anderer Stelle der Entgratvorrichtung 5 angeordnet sein.

Weiters kann eine Strahlgutfördervorrichtung 20 ausgebildet sein, welche zum Fördern des im Auffangbehälter 18 aufgefangenen Strahlgutes 8 in den über der Schwallbrause 6 angeordneten Strahlgutbehälter 15 dient. Die Strahlgutfördervorrichtung 20 kann verschiedenartig ausgebildet sein, beispielsweise ist es denkbar, dass die Strahlgutfördervorrichtung 20 in Form eines Bandförderers, in Form eines Becherwerkes, in Form einer Förderschnecke, in Form eines Gebläses oder durch eine sonstige Einrichtung gebildet ist, welche dazu geeignet ist, dass Strahlgut 8 aus dem Auffangbehälter 18 in den Strahlgutbehälter 15 zu fördern.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Absaugvorrichtung 19 in die Strahlgutfördervorrichtung 20 integriert ist.

Weiters kann die Entgratvorrichtung 5 ein Erfassungsmittel 21 aufweisen, welches zur Erfassung der Gratform des Grates 4 dient. Insbesondere kann mit dem Erfassungsmittel 21 die geometrische Formgebung des Grates 4 am Gießkern 1 bzw. an der Gießform 2 bestimmt werden. Das Erfassungsmittel 21 kann beispielsweise als optisches Erfassungsmittel ausgebildet sein. Insbesondere ist es hierbei denkbar, dass ein Kamerasystem zur Erfassung des Grates 4 dient.

Außerdem kann ein Erfassungsmittel 22 vorgesehen sein, welches nach dem Entgratvorgang zur Kontrolle des Gießkernes 1 bzw. der Gießform 2 dienen kann. Das Erfassungsmittel 22 kann ebenfalls als optisches Erfassungsmittel ausgebildet sein. Beim Ausführungsbeispiel der Entgratvorrichtung 5, welches in Fig. 3 dargestellt ist, kann das Erfassungsmittel 21 zur Erfassung der Gratform in Förderrichtung 17 gesehen vor der Schwallbrause 6 angeordnet sein und das Erfassungsmittel 22 zur Kontrolle des Gießkernes 1 bzw. der Gießform 2 in Förderrichtung 17 gesehen nach der Schwallbrause 6 angeordnet sein.

Weiters ist es auch denkbar, dass ein und dasselbe Erfassungsmittel 21, 22 zur Erfassung der Gratform und zur Kontrolle des Gießkernes 1 bzw. der Gießform 2 verwendet wird.

Wie aus Fig. 3 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine Blende 34 ausgebildet ist, welche in den Stahlgutschwall 7 gehalten wird. Die Blende 34 kann hierbei jede beliebige Form aufweisen.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Entgratvorrichtung 5, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 3 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 3 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Haltevorrichtung 13 einen Schwenkarmroboter 23 umfasst, welcher eine Greifvorrichtung 24 aufweist, mittels welcher die Gießkerne 1 bzw. die Gießformen 2 gehalten und manipuliert werden können. Mittels dem Schwenkarmroboter 23 kann ein einzelner Gießkern

1 bzw. eine einzelne Gießform 2 unter die Schwallbrause 6 gehalten werden. Insbesondere kann der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 dabei so bewegt bzw. in deren Orientierung ausgerichtet werden, dass der Strahlgutschwall 7 entlang des Grates 4 bewegt wird. Insbesondere kann der Strahlgutschwall 7 somit entlang des Pfades des Grates 4 geführt werden, um den Grat 4 vollumfänglich abschlagen zu können.

Unterhalb der Schwallbrause 6 kann ebenfalls ein Auffangbehälter 18 angeordnet sein, welcher zur Aufnahme des Strahlgutes 8 dient.

Weiters kann ebenfalls eine Strahlgutfördervorrichtung 20 vorgesehen sein, mittels welcher das Strahlgut 8 aus dem Auffangbehälter 18 in den Strahlgutbehälter 15 gefördert werden kann.

Wie in Fig.4 schematisch dargestellt, kann die Absaugvorrichtung 19 zum Entfernen der abgeschlagenen Gratfragmente aus dem Strahlgut 8 im Bereich der Strahlgutfördervorrichtung 20 ausgebildet sein. Weiters kann ein Erfassungsmittel 21, 22 zur Erfassung der Gratform bzw. zur Kontrolle des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 ausgebildet sein.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 Greifabschnitte aufweisen, welche mittels der Greifvorrichtung 24 gegriffen werden können und somit der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 gehalten bzw. manipuliert werden können.

Wie aus Fig. 4 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine Strahlgutdüse 35 ausgebildet ist, in welcher das Strahlgut 8 mittels Druckluft beschleunigt wird. Somit kann das Strahlgut auch in horizontaler Richtung bzw. in vertikaler Richtung nach oben beschleunigt werden, um auf das Werkstück 1, 2 einwirken zu können. Besonders das erfindungsgemäße Strahlgut lässt sich gut mittels Druckluft beschleunigen.

Fig. 5 zeigt eine Detailansicht des Grates 4 bzw. des Strahlgutschwalles 7 in jenem Moment, in dem der Strahlgutschwall 7 auf den Grat 4 auftrifft und den Grat 4 vom Gießkern 1 bzw. von der Gießform 2 abbricht.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, weist der Grat 4 einen Gratfuß 25 und einen Gratkopf 26 auf, zwischen welchem sich eine Gratseitenfläche 27 erstreckt. Vorzugsweise wird der Gießkern 1 bzw. die Gießform 2 derart zur Schwallbrause 6 positioniert, dass der Strahlgutschwall 7 auf die Gratseitenflächen 27 des Grates 4 auftrifft. Dadurch kann mittels dem Strahlgutschwall 7 der Grat 4 vom Gießkern 1 bzw. von der Gießform 2 abgeschlagen werden. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, wenn der Strahlgutschwall 7 in etwa im rechten Winkel bzw. normal auf die Gratseitenfläche 27 auftrifft. Aufgrund der geometrischen Beschaffenheit des Grates 4 kann es somit notwendig sein, dass zwischen einer Gratanschlussfläche 28, welche Teil der Außenkontur 3 ist, und dem Strahlgutschwall 7 ein Bestrahlwinkel 29 vorgesehen ist. Der Bestrahlwinkel 29 kann zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ , insbesondere zwischen  $2^\circ$  und  $45^\circ$ , bevorzugt zwischen  $5^\circ$  und  $15^\circ$  betragen.

Wie aus der Detailansicht der Fig. 5 ersichtlich, weist der Strahlgutschwall 7 bzw. das Strahlgut 8 eine große Anzahl von Teilchen 30 auf, welche zum Abschlagen des Grates 4 dienen. Der Strahlgutschwall 7 kann natürlich eine viel größere Breite 11 aufweisen, als dies dargestellt ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Breite 11 des Strahlgutschwalles 7 größer ist, als die Erstreckung des Grates 4. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist der Strahlgutschwall 7 jedoch symbolisch mit einer nur geringen Breite 11 dargestellt.

Die Teilchen 30 können eine kugelähnliche Form mit einer unregelmäßigen Oberfläche aufweisen, wobei die Teilchen 30 einen Durchmesser 31 aufweisen. Als Durchmesser 31 des Teilchens 30 wird hierbei die größte Erstreckung des Teilchens 30 bezeichnet. Natürlich ist es denkbar, dass die Teilchen 30 nicht nur eine kugelähnliche Form aufweisen, sondern dass die Teilchen 30 eine längliche Erstreckung aufweisen.

In der Fig. 6 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 5 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 5 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt einer Oberfläche eines Gießkerns 1 bzw. einer Gießform 2, welche durch 3D-Druck hergestellt wurden. Aus Fig. 6 ist gut ersichtlich, dass in einem 3D-Verfahren aufgebaute Gießkerne 1 bzw. Gießformen 2 einen schichtweisen Aufbau mit mehreren Einzelschichten 32 aufweisen. Die Einzelschichten 32 können hierbei mittels einem Bindemittel 33, beispielsweise einem Harz oder einem Klebstoff, miteinander gekoppelt sein. Weiters ist es auch möglich, dass das Bindemittel 33 zwischen den Sandkörnern einer Einzelschicht 32 angeordnet ist.

Das Bindemittel 33 kann abwechselnd mit den Einzelschichten 32 aufgetragen werden. Die nächste Einzelschicht 32 haftet hierbei nur an jenem Bereich an, an dem auch ein Bindemittel 33 aufgetragen wurde. Somit kann durch diese Maßnahme die Ausdehnung der nächsten Einzelschichten 32 bestimmt werden.

Alternativ dazu ist es auch denkbar, dass das Bindemittel 33 direkt beim Auftragen der Einzelschichten 32 zwischen die Sandkörner der Einzelschichten 32 eingebracht wird.

Oberflächenstrukturen, wie beispielsweise Übergangsradien, werden bei derart aufgebauten Gießkernen 1 bzw. Gießformen 2 dadurch erzeugt, dass die Einzelschichten 32 eine unterschiedliche Ausdehnung aufweisen, wodurch eine treppenartige Abstufung der Einzelschichten 32 erzeugt wird. Jede der Einzelschichten 32 bildet hierbei einen Grat 4 aus.

Durch Behandeln einer derartig ausgebildeten stufigen Oberfläche des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 mit den erfindungsgemäßen Verfahrensschritten, kann die Oberfläche mittels dem Strahlgutschwall 7 geglättet werden. Insbesondere werden hierbei die einzelnen Grate 4 der Einzelschichten 32 abgetragen.

In Fig. 7 ist die geglättete Oberfläche des Gießkerns 1 bzw. der Gießform 2 dargestellt. Wie aus Fig. 7 ersichtlich sind hierbei die Grate 4 abgeschlagen.

Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Schwallbrause 6. Wie aus Fig. 8 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass in der Schwallbrause 6 mehrere ein-

zelne Einzelöffnungen 36 ausgebildet sind. Diese Einzelöffnungen 36 können jeweils mit einem Durchflussregler gekoppelt sein, sodass die Durchflussmenge in jeder der Einzelöffnungen 36 individuell einstellbar ist.

Natürlich kann auch eine mit Druckluft gekoppelte Strahlgutdüse 35 wie in Fig. 8 dargestellt ausgebildet sein.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

### Bezugszeichenliste

1	Gießkern	31	Durchmesser
2	Gießform	32	Einzelschicht
3	Außenkontur	33	Bindemittel
4	Grat	34	Blende
5	Entgratvorrichtung	35	Strahlgutdüse
6	Schwallbrause	36	Einzelöffnung
7	Strahlgutswall		
8	Strahlgut		
9	Unterseite		
10	Austrittsöffnung		
11	Breite		
12	Länge		
13	Haltevorrichtung		
14	Fallhöhe		
15	Strahlgutbehälter		
16	Fördervorrichtung		
17	Förderrichtung		
18	Auffangbehälter		
19	Absaugvorrichtung		
20	Strahlgutfördervorrichtung		
21	Erfassungsmittel Gratform		
22	Erfassungsmittel Kontrolle		
23	Schwenkarmroboter		
24	Greifvorrichtung		
25	Gratfuß		
26	Gratkopf		
27	Gratseitenfläche		
28	Gratanschlussfläche		
29	Bestrahlwinkel		
30	Teilchen		

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (1, 2), umfassend die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen des Werkstückes (1, 2);
- Bereitstellen eines Strahlgutes (8), wobei das Strahlgut (8) einzelne Teilchen (30) umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes (8) zum Werkstück (1, 2) und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2);

dadurch gekennzeichnet, dass zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen (30) des Strahlgutes (8) einen Durchmesser (31) zwischen 1,2mm und 3mm bei einer Schüttdichte zwischen 0,3 kg/dm<sup>3</sup> und 0,85 kg/dm<sup>3</sup>, insbesondere zwischen 0,5 kg/dm<sup>3</sup> und 0,75 kg/dm<sup>3</sup>, bevorzugt zwischen 0,56 kg/dm<sup>3</sup> und 0,6 kg/dm<sup>3</sup> aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen (30) aus einem ungebrochenen Samenkorn einer Pflanze gebildet sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pflanze, aus welcher das Samenkorn gewonnen wurde, derart gentechnisch verändert wurde, dass das Samenkorn nicht keimfähig ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen 70 Gew.% und 100 Gew.%, insbesondere zwischen 92 Gew.% und 99,9 Gew.%, bevorzugt zwischen 98 Gew.% und 99,5 Gew.% der Teilchen (30) aus einem Samenkorn einer Rapspflanze gebildet sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Samenkorn eine Feuchte zwischen 5 Gew.% und 15 Gew.%, insbesondere zwischen 7 Gew.% und 12 Gew.% aufweist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (1, 2) in Form eines Gießkernes (1) oder einer Gießform (2) ausgebildet ist, und das Verfahren folgende zusätzliche Verfahrensschritte umfasst:
- Bereitstellen des Gießkernes (1) oder der Gießform (2) mit einem darauf befindlichen Grat (4);
  - Bereitstellen einer Entgratvorrichtung (5), umfassend:
    - eine Schwallbrause (6) zum Erzeugen eines aus dem Strahlgut (8) gebildeten Strahlgutschwalles (7);
    - eine Haltevorrichtung (13) zur Aufnahme des Gießkerns (1) und/oder der Gießform (2);
  - Relativbewegen des Gießkernes (1) oder der Gießform (2) zum Strahlgutschwall (7), sodass der Strahlgutschwall (7) auf den Grat (4) am Gießkern (1) oder der Gießform (2) auftrifft und der Grat (4) mittels des Strahlgutschwalles (7) vom Gießkern (1) oder der Gießform (2) abgeschlagen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlgutschwall (7) nach dem Austreten aus der Schwallbrause (6) ausschließlich durch seine potentielle Energie beschleunigt wird und nach einer vorbestimmten Fallhöhe (14) auf den Gießkern (1) oder die Gießform (2) auftrifft.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entgratvorrichtung (5) eine Strahlgutdüse (35) aufweist, mittels welcher das Strahlgut (8) durch Druckluft beschleunigt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die als Strahlgut (8) verwendeten Samenkörner, welche aufgebrochen sind und nicht mehr einem Oberflächenbehandlungsvorgang zugeführt werden können,

nach deren Oberflächenbehandlungseinsatz einem Weiterverwendungsprozess, insbesondere der Verwendung in einer Biogasanlage zugeführt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittles einer Blende (34) die Schwallbrause (6) teilweise abgedeckt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwallbrause (6) und/oder die Strahlgutdüse (35) mehrere Einzelöffnungen (36) aufweist, welche einzeln und unabhängig voneinander geöffnet werden, sodass über die Schwallbrause (6) gesehen die Intensität des Strahlgut-schwalles (7) an die jeweiligen Erfordernisse angepasst wird.

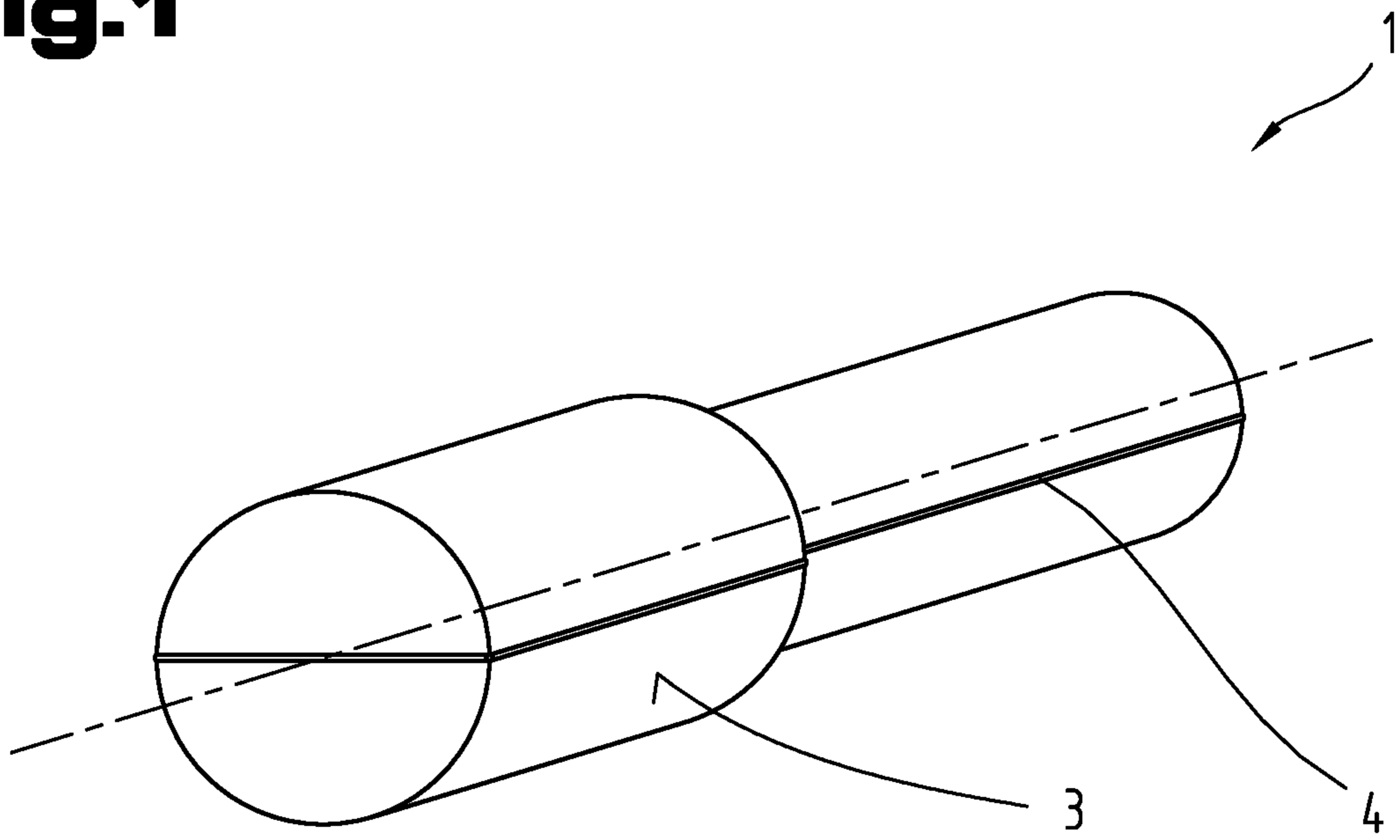
12. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (1, 2), gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

- Berechnen einer notwendigen Aufprallenergie und Aufprallwinkel von einzelnen Teilchen (30) eines Strahlgutes (8) auf die Oberfläche des zu behandelnden Werkstückes (1, 2), mittels einer computerimplementierten Simulation, insbesondere Partikelsimulation;
- Bereitstellen des Werkstückes (1, 2);
- Bereitstellen des Strahlgutes (8), wobei das Strahlgut (8) die einzelnen Teilchen (30) umfasst;
- Relativbewegen des Strahlgutes (8) zum Werkstück (1, 2) und dabei behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2) anhand der mittels der computerimplementierten Partikelsimulation berechneten Daten.

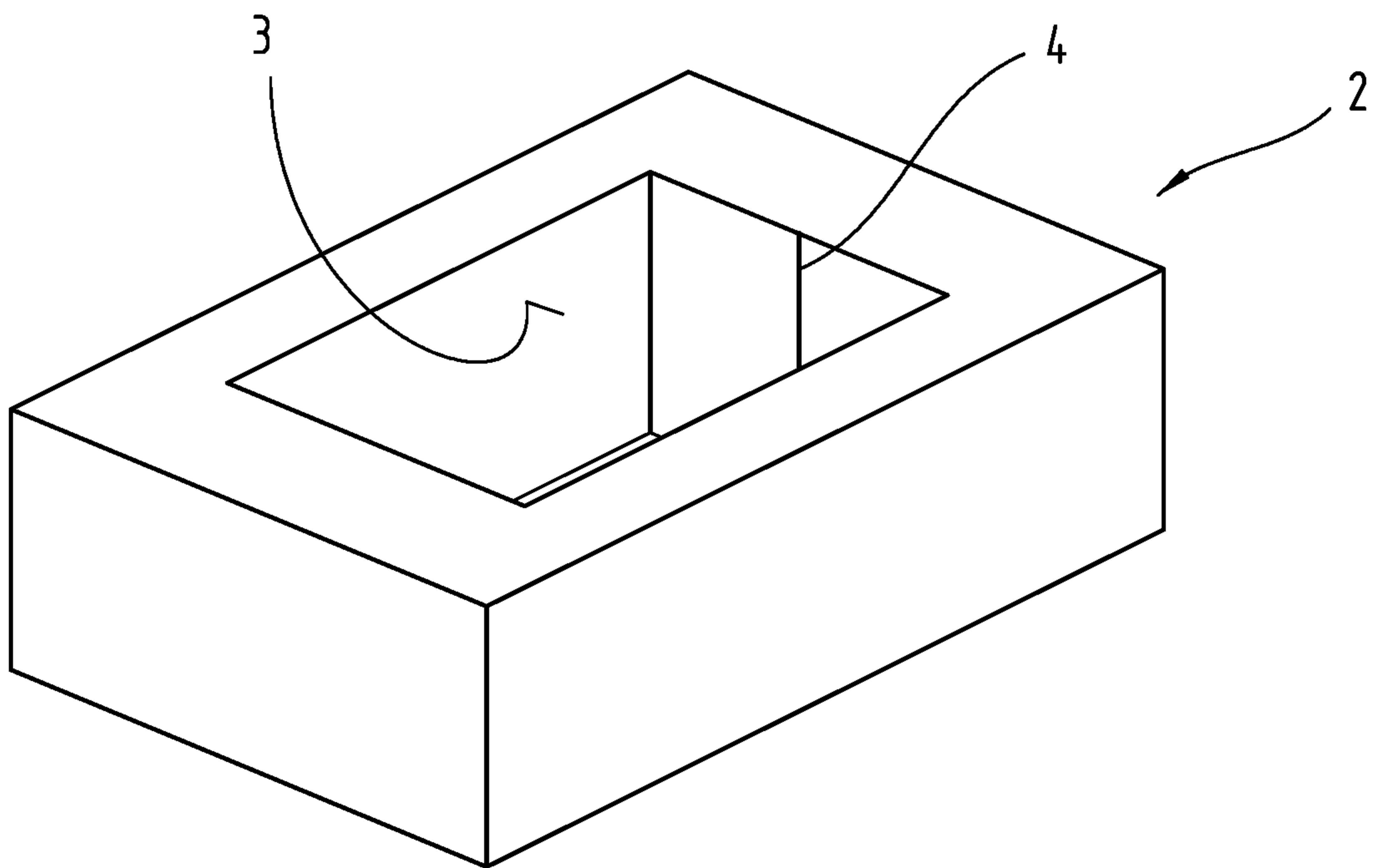
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2), das Werkstück (1, 2) mittels eines Erfassungsmittels (21, 22) erfasst wird und dass die als Ergebnis der computerimplementierten Simulation, insbesondere Partikelsimulation, festgelegte Aufprallenergie und Aufprallwinkel an die aus den Daten der Erfassung mittels des Erfassungsmittels (21, 22) gewonnenen Realkörperdaten angepasst wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Behandeln der Oberfläche des Werkstückes (1, 2), das Werkstück (1, 2) mittels eines Erfassungsmittels (21, 22) erfasst wird und dass für zukünftig zu behandelnde baugleiche Werkstücke, die als Ergebnis der computerimplementierten Simulation, insbesondere Partikelsimulation, festgelegte Aufprallenergie und Aufprallwinkel, an die aus den Daten der Erfassung mittels des Erfassungsmittels (21, 22) gewonnenen Realkörperdaten angepasst wird.

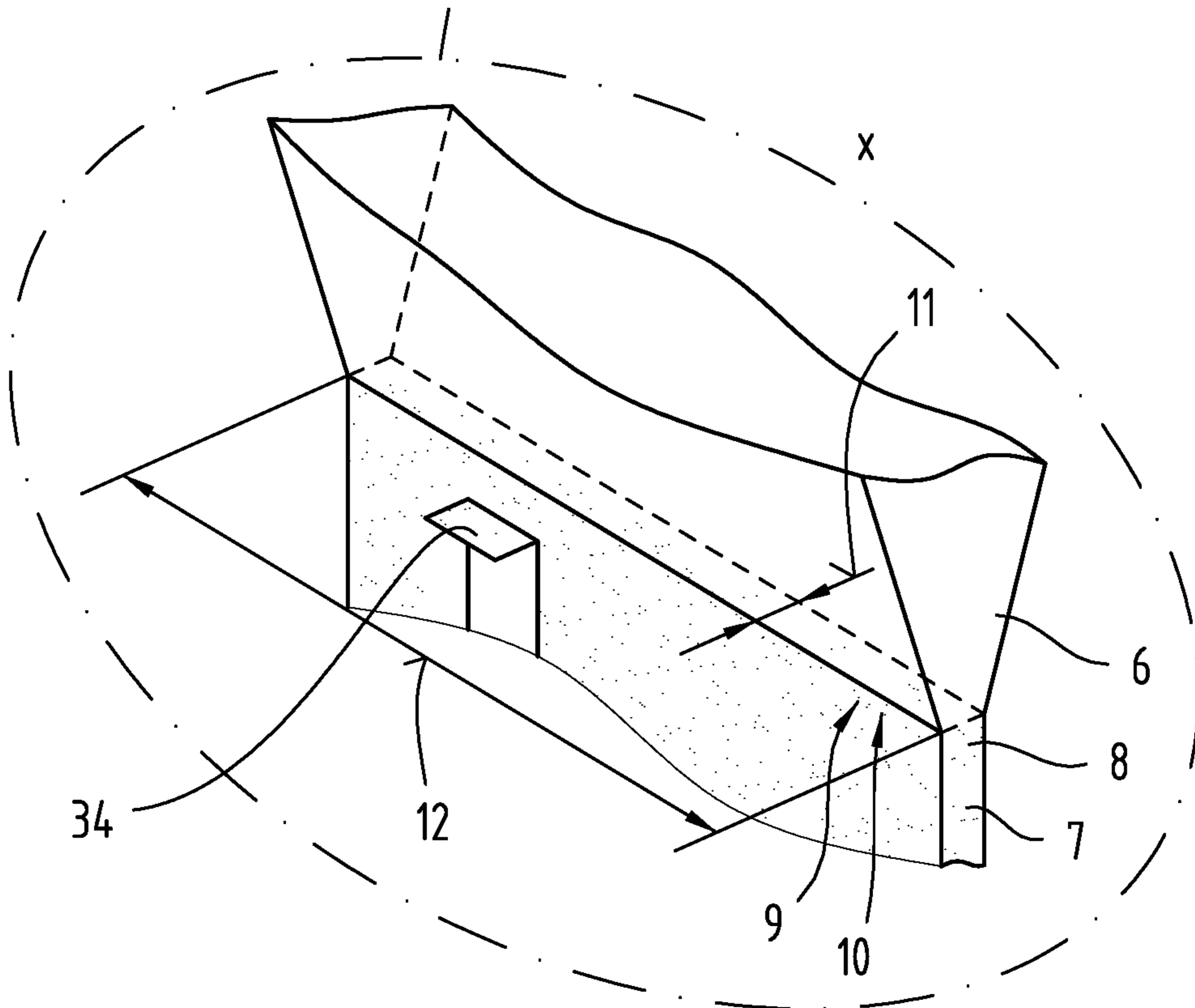
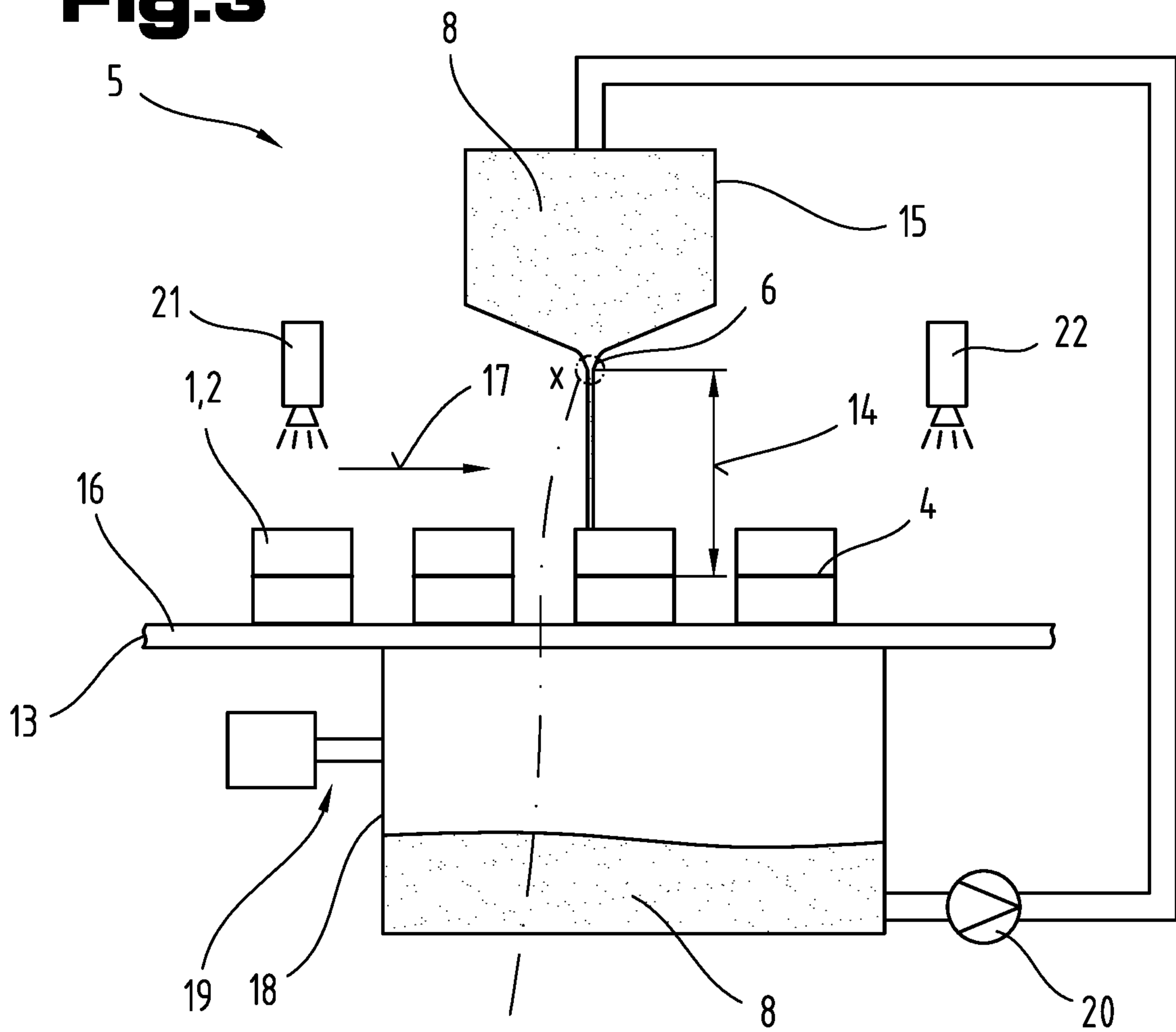
**Fig.1**



**Fig.2**

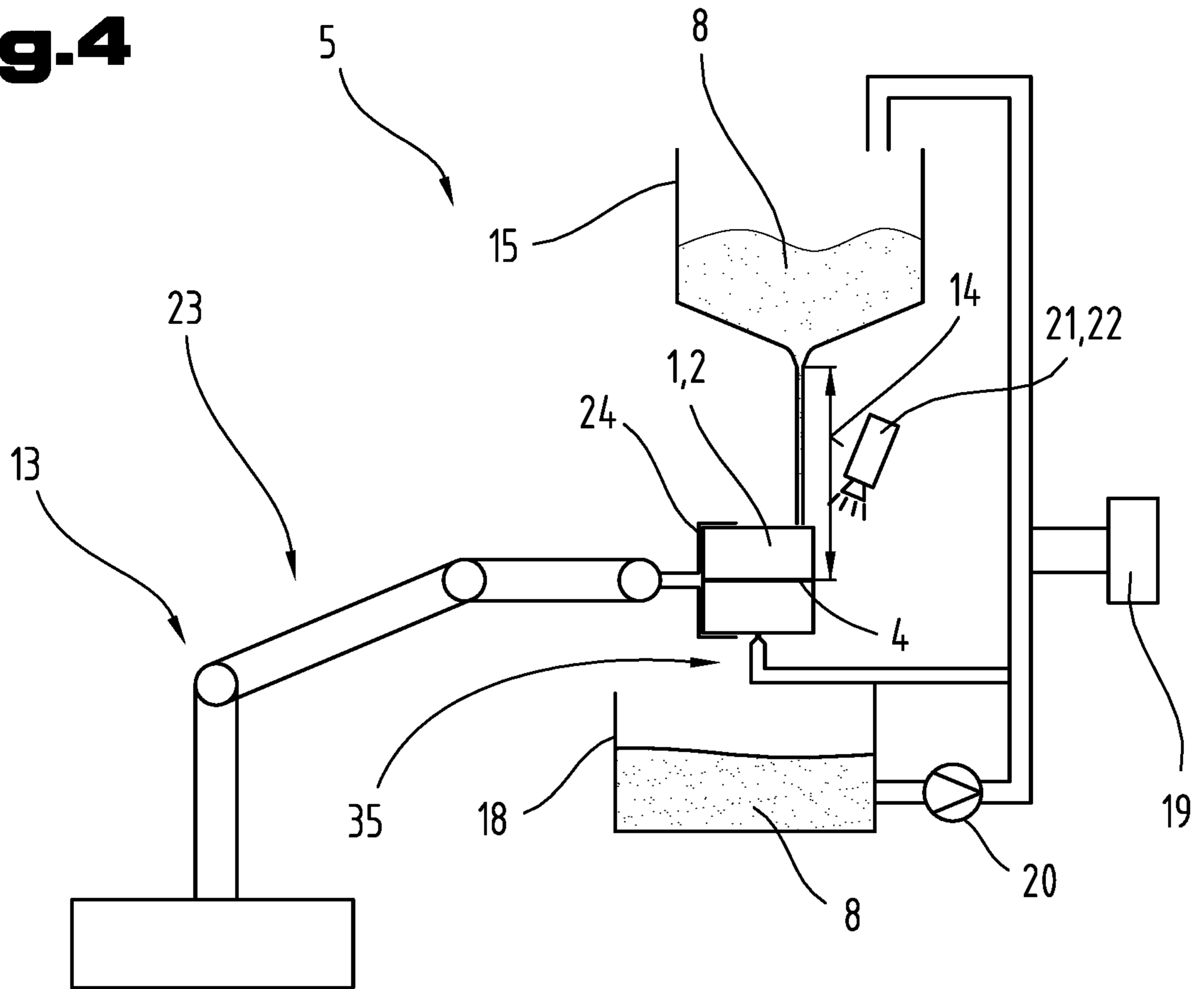


**Fig.3**

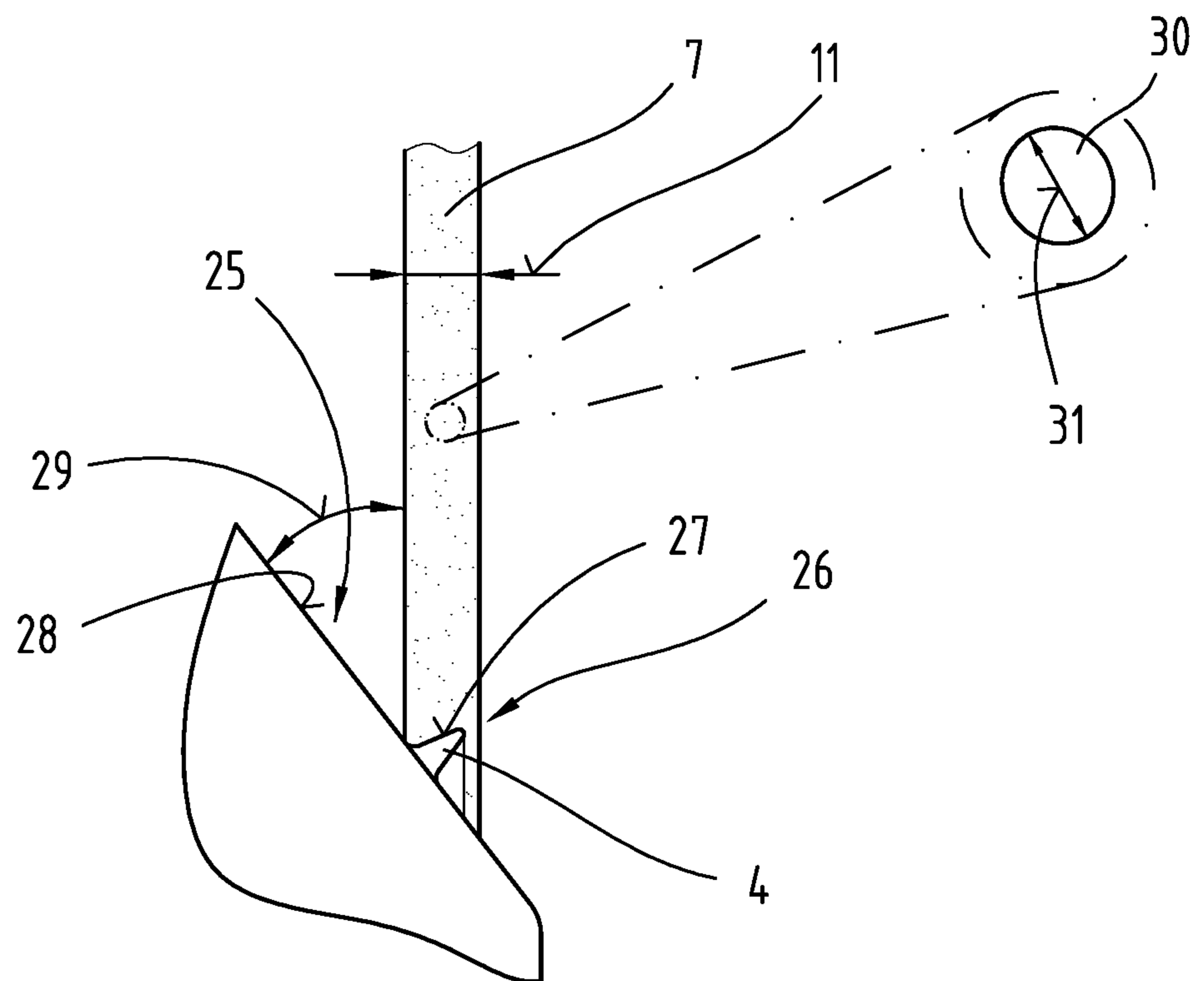


Fill Gesellschaft m.b.H.

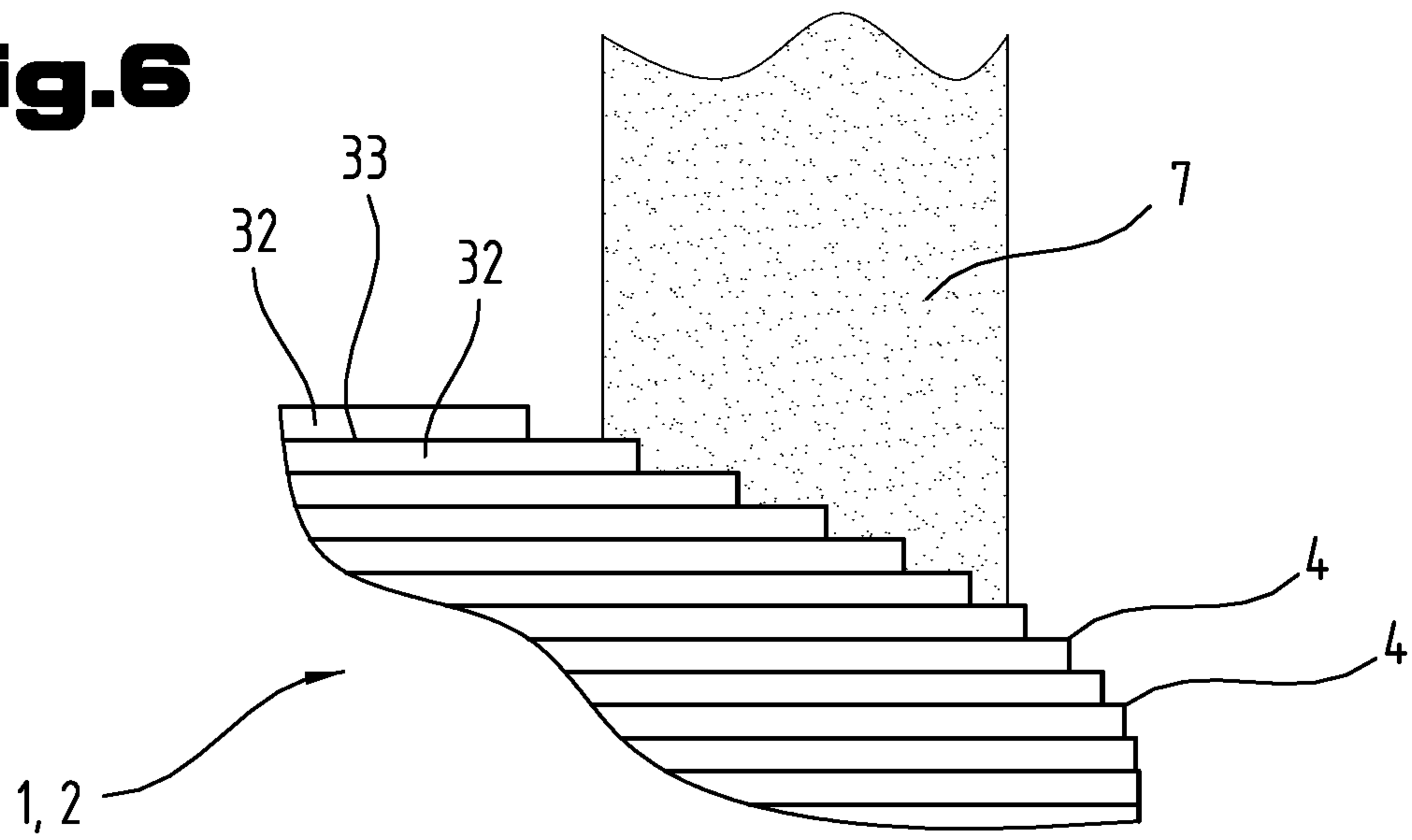
**Fig.4**



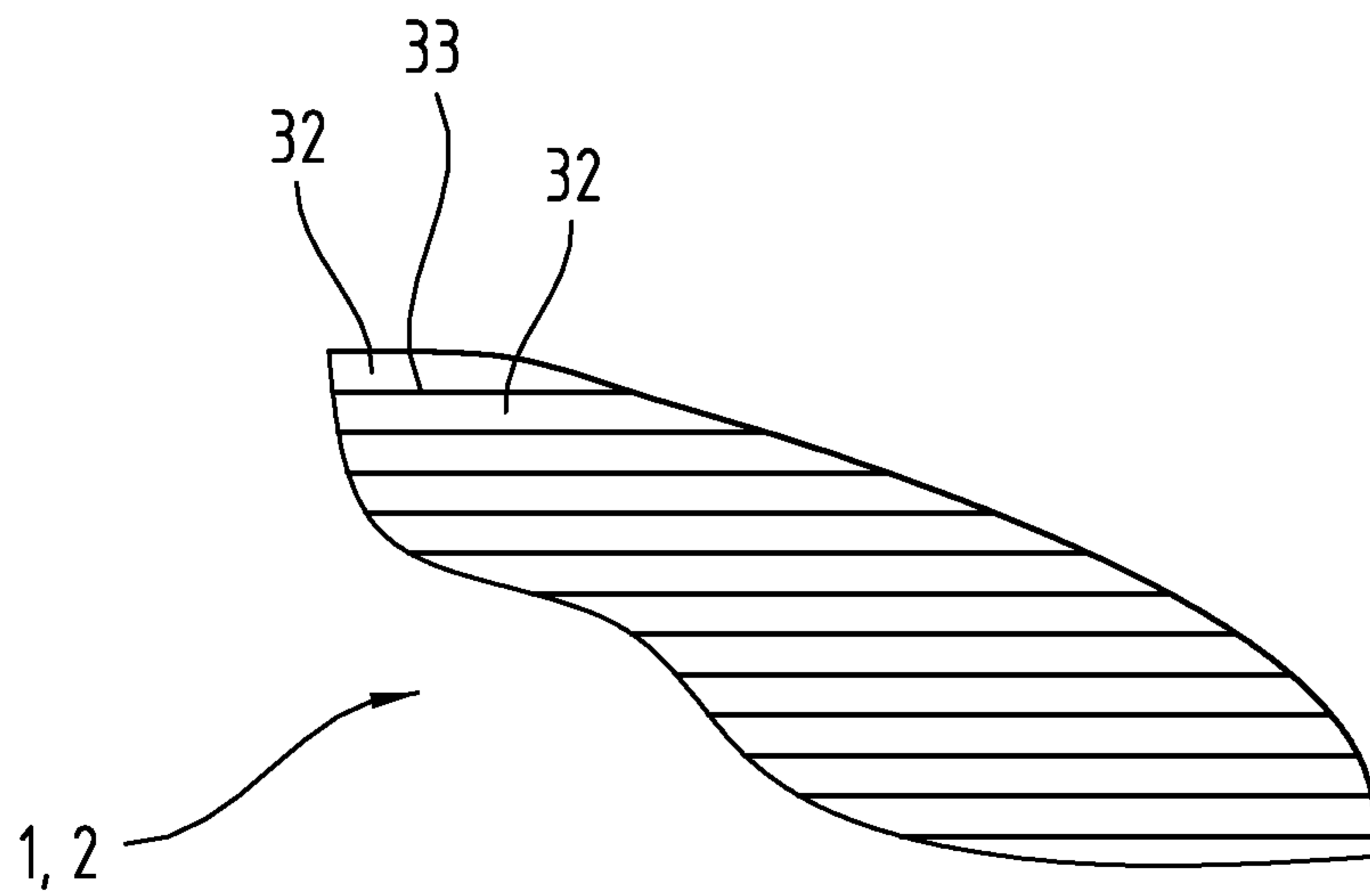
**Fig.5**



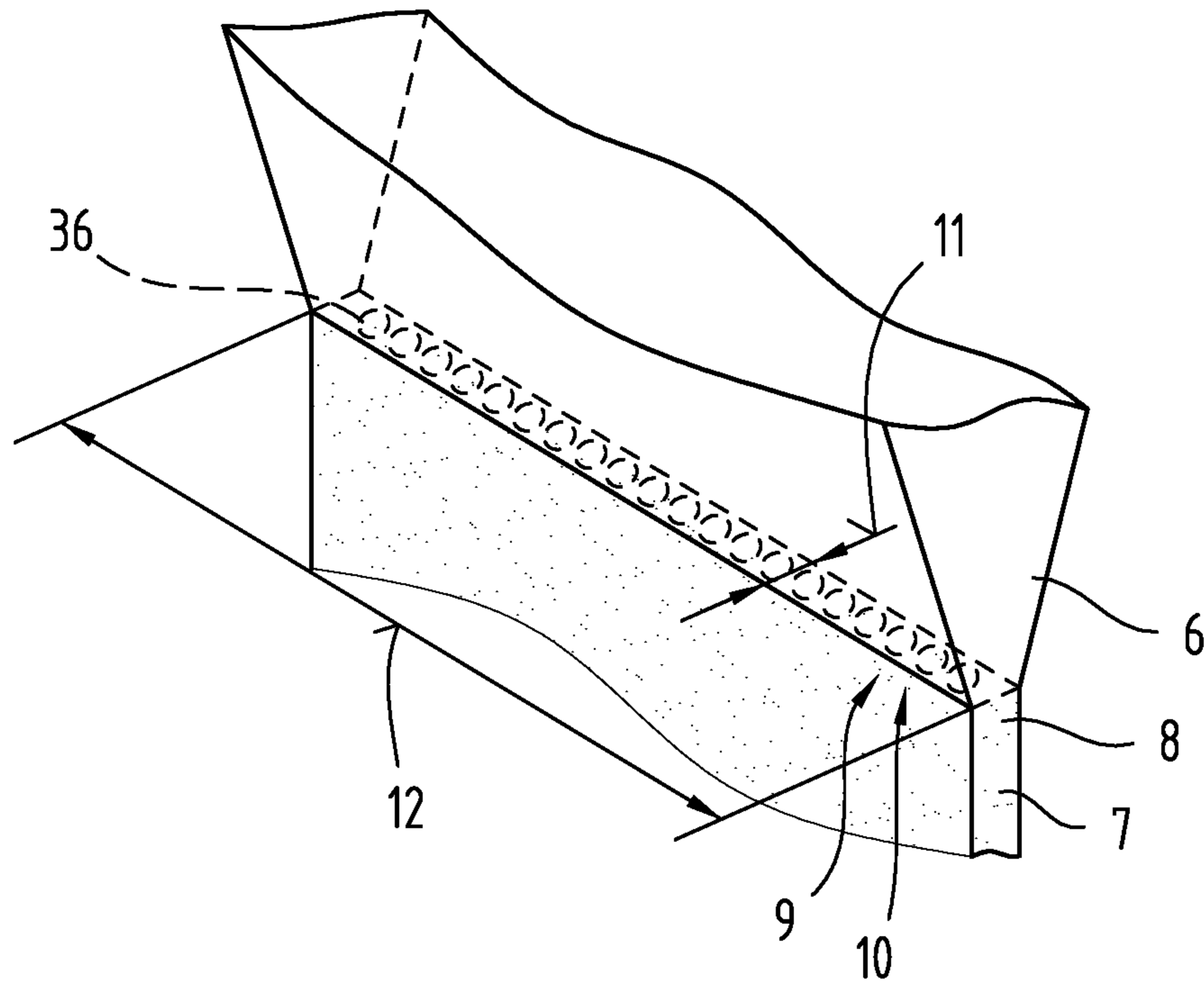
**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: <b>B22C 9/18</b> (2006.01); <b>B22D 31/00</b> (2006.01); <b>B08B 3/02</b> (2006.01); <b>B24C 9/00</b> (2006.01)				
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: <b>B22C 9/18</b> (2013.01); <b>B22D 31/00</b> (2013.01); <b>B08B 3/02</b> (2013.01); <b>B24C 9/00</b> (2013.01)				
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B22C, B22D, B08B, B24C				
Konsultierte Online-Datenbank: TXTN				
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>03.10.2019</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-14</b> erstellt.				
Kategorie <sup>*)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch		
A	DE 10201113157 A1 (DONCASTERS PREC CASTINGS BOCHUM GMBH) 27. Dezember 2012 (27.12.2012) Absätze [0010, 0014, 0015, 0034], Ansprüche 1 und 3	1-5		
A	JP H01299741 A (YAMAHA MOTOR CO LTD) 04. Dezember 1989 (04.12.1989) Figuren 1-4	1, 6-8		
A	CN 107088891 A (SHANDONG KAITAI METAL ABRASIVE CO LTD) 25. August 2017 (25.08.2017) Figur 3, Anspruch 1	12		
A	DE 102012203436 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC) 13. September 2012 (13.09.2012) Anspruch 1, Absatz [0085]	12		
Datum der Beendigung der Recherche: 24.07.2020		Seite 1 von 1		
		Prüfer(in): RIEDER Wolfgang		
<sup>*)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b>: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.  <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b>: der Anmeldungsgegenstand 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 <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert.  <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b>), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.  <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b>), aus dem ein „<b>älteres Recht</b>“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).  <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.                 </td> </tr> </table>			<b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand 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 <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.	<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.
<b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldungsgegenstand 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 <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.	<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein „ <b>älteres Recht</b> “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.			