(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 293 252 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2003 Patentblatt 2003/12

(51) Int Cl.[7]: **B02C 19/18**, B02C 23/24, B02C 13/26, B02C 18/16

(21) Anmeldenummer: **02020155.4**

(22) Anmeldetag: **09.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **12.09.2001 DE 10144886**

(71) Anmelder:
- **Endres, Peter**
  97493 Bergrheinfeld (DE)
- **Klaus Kehrmann GmbH**
  47053 Duisburg (DE)

(72) Erfinder: **Endres, Peter**
97493 Bergrheinfeld (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte Bockermann, Ksoll, Griepenstroh,
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(54) Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut

(57) Beschrieben wird eine Spezialmühle, die mit einem Mühlenantrieb mit Elektromotor und Antriebswelle, einem auf der Antriebswelle befestigten Zerkleinerungswerkzeug und einer Mahlkammer ausgestattet ist und zum Aufmahlen von in der Regel vorzerkleinerten Mahlgütern unterschiedlichster Art Verwendung findet. Dabei stellt die vorgeschlagene Ausgestaltung der Mühle sicher, daß die Mahlgüter durch den Mahlprozess weder chemisch noch thermisch verändert werden. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch mehrere unabhängig von einander realisierbare Maßnahmen gelöst. Diese sehen vor, daß

- alle das Mahlgut berührenden Elemente, wie die Innenseite der Mahlkammer, die in die Mahlkammer hinein reichende Antriebswelle und das Zerkleinerungswerkzeug, aus Titan hergestellt sind

- die Mahlkammer einen Anschluß zum Einleiten von Inertgas, vorzugsweise Stickstoff oder Argon, aufweist

- Mittel zum Kühlen des Mahlguts vorgesehen sind.

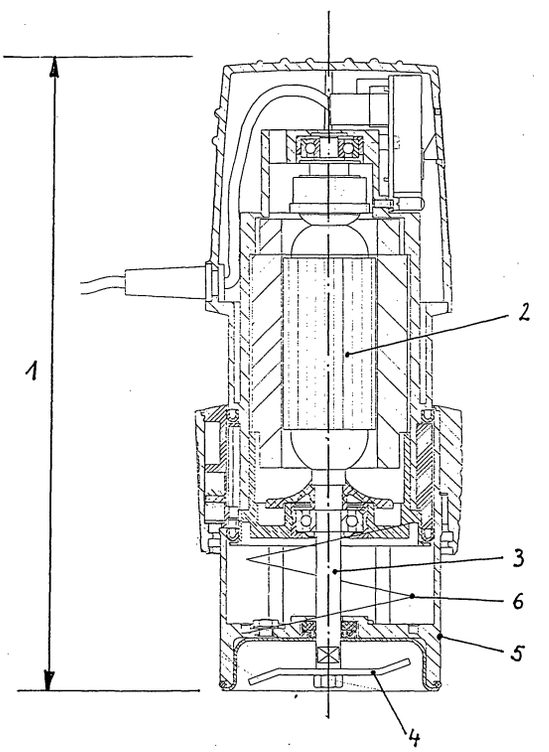

Fig. 1

EP 1 293 252 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art mit einem Mühlenantrieb mit Elektromotor und Antriebswelle, einem auf der Antriebswelle befestigten Zerkleinerungswerkzeug und einer Mahlkammer und die Mahlkammer in geschlossenem Zustand einen hermetisch abgeschlossenen Raum bildet.

[0002] Zum Fein-, Feinst- oder Kolloidmahlen fester Stoffe werden Mühlen unterschiedlicher Bauart angewendet. Nach dem Stand der Technik bekannt sind beispielsweise Wälzmühlen, Rohrmühlen, Kugelmühlen, Schlagmühlen, Schleudermühlen, Kolloidmühlen, Ring-Strahl- und Schwingmühlen. Die Mahlwerkzeuge der genannten Mühlen unterliegen beim Mahlvorgang einer hohen Beanspruchung und weisen aufgrund des Abriebs nur eine begrenzte Standzeit auf. Die hierdurch bedingten Kosten für Material und Ein- und Ausbauzeiten zählen zu den Nachteile von Mühlen der genannten Art.

[0003] Eine Vorrichtung gattungsgemäßer Art ist aus der DE 43 00 784 A1 bekannt, durch die bereits eine Zerkleinerungsvorrichtung offenbart wird in denen die Mahlkammer einen hermetisch abgeschlossenen Raum bildet sowie zusätzlich ein Inertgas eingeleitet wird. Ziel ist es aus Schaum- und Kunststoffen die Fluorkohlenwasserstoffverbindungen abzutrennen und rückzugewinnen.

[0004] Beim Einsatz von derartigen Mühlen in der analytischen Chemie führt die begrenzte Standzeit der Mahlwerkzeuge auch zu einem Problem chemischer Natur. In der Regel sind die produktberührenden Teile von Analysemühlen aus CrNi-Stahl gefertigt. Durch den Abrieb des Edelstahls wird die Zusammensetzung des Analysegutes jedoch verändert mit der nachteiligen Folge von fehlerhaften Analysewerten. Dieser Nachteil ist insbesondere dann gravierend, wenn die Proben auf Schwermetallrückstände untersucht werden sollen.

[0005] Vor diesem Hintergrund hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, Vorrichtungen und Verfahren zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art anzugeben, welche alternativ die genannten Nachteile vermeiden, eine Kontamination des Mahlgutes mit Schwermetallen verhindern und sicherstellen, daß die Mahlgüter beim Mahlprozess weder durch thermische oder chemische Einflüsse noch durch Mahlgutverlust verändert werden.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung gelöst, bei der alle das Mahlgut berührenden Elemente, wie die Innenseite der Mahlkammer, die in die Mahlkammer hinein reichende Antriebswelle und das Zerkleinerungswerkzeug, aus Titan hergestellt sind.

[0007] Die Vorrichtung gemäß erstem Vorschlag geht von Analysemühlen nach dem Stand der Technik aus. In Abweichung zu bekannten Mühlen besteht jedoch das Material der Elemente, welche mit dem Mahlgut in Berührung kommen, aus Titan höchsten Reinheitsgrades. Des weiteren bildet die Mahlkammer in geschlossenem Zustand einen hermetisch abgeschlossenen Raum. Diese Ausgestaltung führt dazu, daß einerseits aufgrund der großen Zähigkeit und Härte des vorgeschlagenen Werkstoffs der Abrieb an der Innenseite der Mahlkammer, der in die Mahlkammer hinein reichenden Antriebswelle und des Zerkleinerungswerkzeuges auf ein Minimum reduziert wird und andererseits beim Mahlen keine Fremdstoffe in das Mahlgut gelangen können. Einem Kerngedanken der Erfindung entsprechend wird durch diese konstruktive Maßnahme von vorne herein eine Kontamination des Mahlgutes mit Schwermetallen verhindert. Dieser Vorteil kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Proben mittels ICP- oder AAS-Analytik auf Schwermetallrückstände untersucht werden sollen. Die völlige Abgeschlossenheit der Mahlkammer führt darüber hinaus dazu, daß beim Mahlen keinerlei Mahlgutverluste auftreten können. Die Analysenvorschriften verlangen zudem, daß Mahlgutverluste zur Verfälschung der Analyseresultate nicht vorkommen dürfen, z. B. könnten leichtflüchtige Inhaltsstoffe entweichen.

[0008] Zur Erreichung des weiteren Ziels, eine chemische Veränderung des Mahlgutes zu verhindern, dient der Vorschlag, bei der Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut Mittel vorzusehen, durch welche Inertgas, vorzugsweise Stickstoff oder Argon, in die Mahlkammer einleitbar ist. Durch die Zerkleinerung und die dadurch bedingte Oberflächenvergrößerung kommt es ohne geeignete Maßnahmen bei zahlreichen Mahlgütern zu Oxydationsvorgängen. Diese Vorgänge werden durch die beim Zerkleinern des Mahlgutes freigesetzte Wärme noch unterstützt. Einem Grundgedanken der Erfindung folgend, lassen sich die genannte Oxydationsvorgänge jedoch durch eine Zerkleinerung der Proben unter Schutzgasatmosphäre wirksam vermeiden. Chemische Veränderungen des Mahlgutes infolge Oxydation sind beim Zerkleinern des Probenmaterials mittels einer Vorrichtung gemäß vorliegender Erfindung somit ausgeschlossen.

[0009] Der Energieeintrag beim Mahlen kann so groß sein, daß das Mahlgut bereits nach wenigen Sekunden hohe Temperaturen annimmt und sich dadurch auch analytisch verändert. Beispielsweise besteht bei einer Analyse auf Quecksilberrückstände die Gefahr, daß beim Mahlen der Probe Quecksilber verdampft, sobald die Temperatur der Probe etwa 50 ° C übersteigt. Gleichermaßen könnten leichtflüchtige Materialien irreversibel entweichen und für die Analyse verloren sind. Ein unkontrolliertes Aufmahlen solcher Proben kann daher zu einer Verfälschung einer anschließenden Analyse führen. Um dies zu verhindern, sind gemäß einem Merkmal der Erfindung Mittel zum Kühlen des Mahlgutes vorgesehen. Die Kühlung des Probenmaterials auf tiefe Temperaturen schafft gegenüber chemischen Reaktionen infolge Erwärmung eine gewisse Sicherheitsreserve, da die meisten Stoffe bei Kälte innerhalb eines ver-

gleichsweise großen Temperaturbereichs inaktiv sind. Durch die Kühlung wird darüber hinaus auch eine bessere Zerkleinerung des Probenmaterials erreicht. Viele Proben, insbesondere Kunststoffe, sind bei Raumtemperatur nicht spröde genug, um mit Hilfe des Schlag-/Prallprinzips ausreichend fein zerkleinert zu werden. Da durch das Herabsetzen der Temperatur die Sprödigkeit jedoch zunimmt, werden durch eine Kühlung des Mahlgutes in vorteilhafter Weise auch wesentliche bessere Mahlergebnisse erreicht.

[0010] Im Ergebnis ermöglichen die vorgeschlagenen Vorrichtungen eine Zerkleinerung von Mahlgut unterschiedlichster Art, ohne alternativ eine Kontamination des Mahlgutes mit Schwermetallen, eine Oxydation der Partikeloberfläche oder eine chemische Veränderung der Proben durch Aufheizen zu bewirken.

[0011] Hierbei erweist es sich als besonders bevorzugt, wenn das Kühlmittel in direktem Kontakt zum Mahlgut tritt, damit ein unmittelbarer Wärmeübergang stattfindet. Eine Reduzierung der Verluste bedeutet eine Einsparung an Kühlenergie und demzufolge auch an Kühlmittel.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfassen die Mittel zum Kühlen eine Befüllvorrichtung für flüssige Kühlmittel, deren Einlauf und Auslauf durch ein feinmaschiges Sieb voneinander getrennt sind, und die an die Mahlkammer anschließbar ist. Als Kühlmittel wird bei dieser Ausführungsform bevorzugt flüssiger Stickstoff eingesetzt. Zum Kühlen der Probe wird die genannte Befüllvorrichtung nach dem Einfüllen des Mahlgutes in die Mahlkammer auf diese aufgesetzt und Kühlmittel zum Mahlgut zugesetzt. Das Mahlgut wird hierdurch auf die Temperatur-des Kühlmittels abgesenkt. Nach dem vollständigen Abdampfen des Kühlmittels wird die Befüllvorrichtung wieder entfernt, die Mahlkammer vollständig geschlossen und anschließend die Zerkleinerung mit Hilfe der Analysemühle durchgeführt. Die Ausbildung der Befüllvorrichtung in einen Ein- und Auslauf, die durch ein feinmaschiges Sieb von einander getrennt sind, stellt sicher, daß bei einem ggf. auftretenden Spritzen des Kühlmittels Probenmaterial nicht aus der Mahlkammer geschleudert wird. Ohne geeignete Gegenmaßnahmen ist diese Gefahr insbesondere bei sehr fein gemahlenem Gut gegeben.

[0013] Es versteht sich von selbst, daß alle Elemente der vorgeschlagenen Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art, welche beim Kühlen des Mahlgutes tiefe Temperaturen annehmen, aus kältebeständigen Materialien ausgebildet sind. Insbesondere sind die in der Analysemühle verwandten Dichtungen daher aus Polytetrafluorethylen (PTFE) hergestellt, das ein Verspröden der Dichtung unter Tiefkälte ausschließt. Eine hermetische Abdichtung des Mahlraumes ist somit auch unter extremer Kälte gewährleistet.

[0014] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung betreffen konstruktive Maßnahmen zum Mahlwerk und der Mahlkammer.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, daß der Mühlenantrieb in axialer Richtung der Vorrichtung verschiebbar ist. Durch diese konstruktive Maßnahme wird der Zerkleinerungsvorgang in vorteilhafter Weise wesentlich unterstützt. Nach dem Füllen der Mahlkammer und der Inbetriebnahme der Mühle wird der Mühlenantrieb langsam abgesenkt, bis das Zerkleinerungswerkzeug in das Mahlgut eintaucht und die Zerkleinerung beginnt. Durch mehrmaliges Hoch- und Runterfahren des Antriebes während des Zerkleinerungsvorganges erreicht man, daß sämtliches Mahlgut erfaßt und bis zur gewünschten Größe zerkleinert wird. In der Regel sind dabei Mahldauern von 30 Sekunden für eine gute Zerkleinerung bereits ausreichend.

[0016] Eine andere Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß die Mahlkammer als abnehmbarer Mahlbecher ausgebildet ist. Diese Ausbildung erlaubt ein einfaches Füllen der Mühle mit Mahlgut. Nach dem Füllvorgang wird der Becher, vorzugsweise mittels einer Verschraubung, auf die Vorrichtung aufgesetzt und durch Drehen des Bechers mit der Vorrichtung verbunden. Dabei bildet der Becher nach Erreichen eines abgedichteten Endanschlages eine hermetisch dichte Mahlkammer. Nach Abschluß des Mahlvorgangs wird der Mahlbecher wieder abgeschraubt und somit eine einfache und vollständige Entleerung ermöglicht. Der Mahlbecher kann darüber hinaus in einer konventionellen Industriespülmaschine einer gründlichen und analysengerechten Reinigung problemlos unterzogen werden.

[0017] Die genannte Ausführung der Mahlkammer als Mahlbecher ist auch bei einer Kühlung des Mahlgutes von Vorteil. Sie ermöglicht, das Kühlmittel auf einfache Weise dem Mahlgut zuzusetzen. Hierzu wird die oben beschriebene Befüllvorrichtung für Kühlmittel nach dem Füllen des Mahlbechers mit Mahlgut auf dem Becher aufgeschraubt und das Kühlmittel über die Befüllvorrichtung dem Mahlgut zugesetzt.

[0018] Für eine wirkungsvolle Zerkleinerung des Mahlgutes ist die Ausbildung der Mahlkammer bzw. des Mahlbechers und der Zerkleinerungswerkzeuge von ausschlaggebender Bedeutung.

[0019] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit der genannten Zielrichtung weist die Mahlkammer oder der Mahlbecher Prallkanten auf. Diese Kanten sind auf der inneren Oberfläche der Mahlkammer bzw. des Mahlbechers angeordnet und vorzugsweise in Form von Stegen ausgebildet, deren Längsrichtung etwa der der Antriebswelle entspricht. Infolge der erfindungsgemäß vorgesehenen hohen Drehzahl des Zerkleinerungswerkzeuges werden die Partikel des Mahlgutes mit hoher Geschwindigkeit gegen die Prallkanten geschleudert. Aufgrund der Wucht des Aufpralls wird hierbei in vorteilhafter Weise eine wirkungsvoll Zerkleinerung des Mahlgutes erreicht.

[0020] Dem gleichen Ziel einer effektiven Zerkleinerung des Probenmaterials dienen spezielle Ausgestaltungen des Zerkleinerungswerkzeuges. Gemäß einem

Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß dieses Werkzeug als

- Schläger oder Messer oder Schneidsieb

[0021] ausgebildet ist. Je nach Probenart ist die eine oder andere Ausführung des Zerkleinerungswerkzeuges mit Vorteil einzusetzen. So erbringen beispielsweise bei faserigen Probenmaterialen, wie Holz oder Textilien, Schneidmesser gute Zerkleinerungsergebnisse, während bei harten und spröden Materialien, wie beispielsweise Mineralien und anorganischen Chemikalien Schläger die geeigneten Zerkleinerungswerkzeuge darstellen.

[0022] Wie bereits ausgeführt ist die beim Mahlvorgang auftretenden Temperatur einer der kritischer Parameter, der zu besonders nachteiligen Auswirkungen auf das Mahlgut führen kann. Die Zerkleinerung von empfindlichen Probenmaterialien ist daher zweckmäßiger Weise nur unter laufender Kontrolle der Temperatur des Mahlgutes durchzuführen. Die Erfindung sieht hierfür einen an der Mahlkammer angebrachten Temperaturfühler und eine der erfindungsgemäßen Vorrichtung zugeordnete Überwachungseinheit vor, welche die vom Fühler gemessenen Temperaturen anzeigt, protokolliert und für eine Prozessüberwachung auswertet.

[0023] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Prozessüberwachung insbesondere auf eine Steuerung der Mahldauer ausgerichtet. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß die Mahldauer durch die Überwachungseinheit vorgebbar und insbesondere in Abhängigkeit von der Temperatur des Mahlgutes steuerbar ist. Bei weniger problematischen Mahlvorgängen ist es im allgemeinen ausreichend, wenn der Anwender die von der Überwachungseinheit ausgewiesene Temperatur des Mahlgutes beobachtet und ggf. den Mahlvorgang vor Erreichen einer kritischen Temperatur manuell beendet. Bei kritischen Probenmaterialien kann die Mahldauer jedoch auch in vorteilhafter Weise von der Überwachungseinheit gesteuert werden. Dementsprechend wird der Mahlvorgang bei Erreichen einer kritischen Temperatur von der Überwachungseinheit beendet.

[0024] Die Erfindung umfaßt auch zwei Verfahren zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art unter Verwendung einer Vorrichtung mit einem Mühlenantrieb, einem Zerkleinerungswerkzeug und einem abnehmbaren Mahlbecher.

[0025] Das erste dieser Verfahren weist folgende Verfahrensschritte auf:

- Einfüllen des Mahlgutes in den Mahlbecher
- Aufsetzen einer Befüllvorrichtung, deren Einlauf und Auslauf durch ein feinmaschiges Sieb voneinander getrennt sind, auf den Mahlbecher
- Einfüllen von Kühlmittel, vorzugsweise flüssigen Stickstoff, in die Befüllvorrichtung,
- Kühlung des Mahlgutes
- nach vollständigem Abdampfen des Kühlmittels Abnehmen der Befüllvorrichtung und Aufsetzen des Mahlbechers auf die Vorrichtung
- Zerkleinern des Mahlgutes mittels des Zerkleinerungswerkzeuges.

[0026] Das vorgeschlagene Verfahren ist darauf ausgerichtet, eine chemische Änderung des Probenmaterials durch übermäßige Wärmeentwicklung während des Mahlvorganges zu verhindern und die Zerkleinerung von weniger spröden Materialien zu erleichtern. Die hier genannten Schritte des Verfahrens sind im wesentlichen selbsterklärend und durch die Beschreibung der hierzu verwendeten Vorrichtung hinreichend erläutert worden. Sie bedürfen daher keiner weiteren detaillierten Darstellung. Wesentlich bei dem genannten Ablauf ist der Verfahrensschritt, der ein vollständiges Abdampfen des Kühlmittels vorschreibt. Hierdurch wird sichergestellt, daß nach einem Aufschrauben des Mahlbechers auf die Vorrichtung in dem hermetisch abgeschlossenen Mahlraum kein Überdruck durch weiterhin abdampfendes Kühlmittel aufgebaut wird. Bei Durchführung des Mahlvorganges erwärmt sich die Probe in Abhängigkeit von deren physikalischen Eigenschaften mehr oder weniger stark. Gegebenenfalls kann es daher erforderlich sein, die genannten Verfahrensschritte ab Schritt zwei zu wiederholen.

[0027] Bei einem weiteren Verfahren gemäß vorliegender Erfindung, dessen Augenmerk auf eine Vermeidung von Oxydationsvorgängen an der Oberfläche der gemahlenen Probenpartikel gerichtet ist, werden folgende Verfahrensschritte vorgeschlagen:

- Einfüllen des Mahlgutes in den Mahlbecher
- Einsetzen des Mahlbechers in die Mahlkammer
- Festlegen des Mahlbechers bis zu einem Grad, bei welchem die Mahlkammer noch eine geringfügige Undichtigkeit aufweist,
- Anschließen der Mahlkammer an eine Inertgasleitung
- Durchspülen der Mahlkammer mit Inertgas,
- Abstellen des Inertgasstromes und vollständiges Schließen der Mahlkammer.

[0028] Bei der Durchführung des dritten Verfahrensschritt ist darauf zu achten, daß die Mahlkammer nicht vollständig geschlossen wird. Der Mahlbecher wird daher nur soweit auf die Vorrichtung aufgeschraubt, daß eine hermetische Abdichtung des Mahlraums noch nicht gegeben ist. Beim Einlaß von Inertgas in die Mahlkammer kann das Gas daher durch die undichten Stellen aus dem Mahlraum wieder entweichen und somit einen Gasstrom über dem Mahlgut aufbauen, der eine

Oxydation der Oberfläche des Probenmaterials wirksam verhindert.

[0029] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Teil der Beschreibung entnehmen. In diesem Teil wird ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art anhand einer Zeichnung näher erläutert.

[0030] Es zeigen:

Figur 1: einen Schnitt durch den Mühlenantrieb mit Elektromotor, Antriebswelle und einem auf der Antriebswelle befestigten Zerkleinerungswerkzeug ohne Mahlbecher

Figur 2: einen Schnitt durch eine bevorzugte Ausführung des Mahlbechers

Figur 3: einen Schnitt durch die Befüllvorrichtung für flüssige Kühlmittel

[0031] In Figur 1 ist der Mühlenantrieb 1 wieder gegeben, dessen wesentliche Komponenten den Antriebsmotor 2, die Antriebswelle 3 und das daran befestigte Zerkleinerungswerkzeug 4 umfassen. Der Mahlbecher ist in Figur 1 nicht dargestellt, zu erkennen ist der zur Aufnahme des Bechers vorgesehene Gehäusekörper 5, auf den der Mahlbecher von unten her aufgeschoben wird. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Mühlenantrieb 1 in axialer Richtung der Vorrichtung relativ zum Gehäuse 5 verschiebbar ausgebildet. Bei der Durchführung des Mahlvorganges wird der Antrieb langsam abgesenkt, bis das Zerkleinerungswerkzeug 4 in den mit Mahlgut angefüllten Mahlbecher eintaucht. Durch anschließendes mehrmaliges Hoch- und Runterfahren des Antriebes 1 wird eine wirkungsvolle Zerkleinerung des Mahlgutes erreicht. Das Federelement 6 unterstützt hierbei das Hochfahren und sorgt nach Beendigung des Mahlvorgang dafür, daß der Mühlenantrieb selbsttätig seine Ruhestellung einnimmt. Figur 2 zeigt einen Schnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform des Mahlbechers 10. Der Mahlbecher wird mit seinem oberen Teil 11 auf das Gehäuse 5 des Mühlenantriebs 1 aufgeschoben. In der Zeichnung zu erkennen sind die in den Mahlraum 12 hinein reichenden Prallkanten 13. Sie weisen die Form von Stegen auf, deren Längsrichtung jeweils parallel zur Antriebswelle 3 ausgerichtet ist. Bei Mahlbetrieb wird das Mahlgut mit hoher Geschwindigkeit und dementsprechend großer Energie gegen die Prallkannten 13 geschleudert, wodurch eine sehr wirkungsvolle Zerkleinerung des Mahlgutes erreicht wird.

[0032] Mit dem Bezugszeichen 14 ist eine Schlauchtülle gekennzeichnet, die zum Anschluß des Mahlbechers an eine Inertgasleitung dient. Über die Tülle erfolgt die Zuleitung von Schutzgas in den (gefüllten) Mahlbecher, während die Ableitung des Gases über Fugen zwischen Mahlbecher 10 und Gehäuse 5 geschieht. Der Mahlbecher 10 wird während der Einleitung von Schutzgas daher nur so weit auf das Gehäuse 5 aufgesetzt, daß der Mahlraum 12 nicht hermetisch dicht abgeschlossen ist.

[0033] Zur Messung der Temperatur des Mahlgutes ist der Temperaturfühler 15 vorgesehen. Die von diesem Fühler gemessenen Werte werden an eine nicht dargestellte Überwachungseinheit weitergeleitet, welche die Temperaturen des Mahlgutes anzeigt, protokolliert und für eine Prozessüberwachung auswertet. Dabei wird insbesondere bei empfindlichen Proben die Mahldauer von der Überwachungseinheit gesteuert und bei Erreichen einer kritischen Temperatur der Mahlvorgang durch die Überwachungseinheit beendet.

[0034] In Figur 3 ist eine Befüllvorrichtung 20 zum Einfüllen von flüssigem Kühlmittel in den Mahlbecher 10 im Längsschnitt wiedergegeben. Die genannte Vorrichtung weist einen Einlauf 21 und Auslauf 22 auf, die durch ein feinmaschiges Sieb 23 voneinander getrennt sind. Zur Kühlung des Mahlgutes wird die Befüllvorrichtung 20 auf den Mahlbecher 10 aufgesetzt und das Kühlmittel dem Mahlgut zugesetzt. Dabei ist durch das Sieb 23 zwischen Einlauf 21 und Auslauf 22 sichergestellt, daß durch ggf. verspritzendes Kühlmittel kein Mahlgut verlorengeht. Nach dem vollständigen Abdampfen des Kühlmittels wird die Befüllvorrichtung 20 wieder entfernt, der Mahlbecher 10 auf das Gehäuse 5 des Mühlenantriebs 1 aufgesetzt und anschließend die Zerkleinerung durchgeführt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art mit einem Mühlenantrieb (1) mit Elektromotor (2) und Antriebswelle (3), einem auf der Antriebswelle befestigten Zerkleinerungswerkzeug (4) und einer Mahlkammer (12) und die Mahlkammer (12) in geschlossenem Zustand einen hermetisch abgeschlossenen Raum bildet, **dadurch gekennzeichnet, daß**

   - alle das Mahlgut berührenden Elemente,
   - wie die Innenseite der Mahlkammer (12),
   - die in die Mahlkammer hinein reichende Antriebswelle (3)
   - und das Zerkleinerungswerkzeug (4), aus Titan hergestellt sind.

2. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß**

   - in die Mahlkammer (12) Inertgas, vorzugsweise Stickstoff oder Argon, einleitbar ist.

3. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- Mittel zum Kühlen des Mahlguts vorgesehen sind.

4. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- das Kühlmittel in direktem Kontakt zum Mahlgut tritt.

5. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Mittel zum Kühlen eine Befüllvorrichtung (20) für flüssige Kühlmittel, vorzugsweise flüssigen Stickstoff, umfassen,
- deren Einlauf (21) und Auslauf (22) vorzugsweise durch ein feinmaschiges Sieb (23) voneinander getrennt sind,
- und die an die Mahlkammer (12) anschließbar ist.

6. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 3 - 5, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Dichtungen der Vorrichtung aus kältebeständigem Material, vorzugsweise PTFE, ausgebildet sind.

7. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- der Mühlenantrieb (1) in axialer Richtung verschiebbar ist.

8. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Mahlkammer (12) als abnehmbarer Mahlbecher (10) ausgebildet ist.

9. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Mahlkammer (12) in den Innenraum ragende Prallkanten (13) aufweist,
- deren Längsrichtung vorzugsweise der Richtung der Antriebswelle (3) entspricht
- und das Zerkleinerungswerkzeug (4) sich mit hoher Drehzahl dreht.

10. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- das Zerkleinerungswerkzeug (4) als
- Schläger
- oder Messer
- oder Schneidsieb

ausgebildet ist.

11. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 10, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- an der Mahlkammer (12) ein Temperaturfühler (15) vorgesehen,
- und der Vorrichtung eine Überwachungseinheit zugeordnet ist,
- welche die vom Fühler gemessenen Temperaturen

anzeigt und/oder protokolliert und/oder für eine Prozessüberwachung auswertet.

12. Vorrichtung zum Zerkleinern von Mahlgut nach einem der Ansprüche 1 - 11, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Mahldauer durch die Überwachungseinheit vorgebbar
- und insbesondere in Abhängigkeit von der Temperatur des Mahlgutes steuerbar ist.

13. Verfahren zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art unter Verwendung einer Vorrichtung mit einem Mühlenantrieb (1), einem Zerkleinerungswerkzeug (4) und einem abnehmbaren Mahlbecher (10), **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte

a) Einfüllen des Mahlgutes in den Mahlbecher (10)

b) Aufsetzen einer Befüllvorrichtung (20), deren Einlauf (21) und Auslauf (22) **durch** ein feinmaschiges Sieb (23) voneinander getrennt sind, auf den Mahlbecher (10)

c) Einfüllen von Kühlmittel, vorzugsweise flüssigen Stickstoff, in die Befüllvorrichtung (20),

d) Kühlung des Mahlgutes

e) nach vollständigem Abdampfen des Kühlmittels Abnehmen der Befüllvorrichtung und Aufsetzen des Mahlbechers (10) auf die Vorrichtung

f) Zerkleinern des Mahlgutes mittels des Zerkleinerungswerkzeuges (4)

g) ggf. Wiederholung der Schritte b) - f).

14. Verfahren zum Zerkleinern von Mahlgut unterschiedlichster Art unter Verwendung einer Vorrichtung mit einem Mühlenantrieb (1), einem Zerkleinerungswerkzeug (4) und einem abnehmbaren Mahlbecher (10), **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte

a) Einfüllen des Mahlgutes in den Mahlbecher (10)

b) Aufsetzen des Mahlbechers (10) auf die Vorrichtung

c) Festlegen des Mahlbechers (10) bis zu einem Grad, bei welchem die Mahlkammer (12) noch eine geringfügige Undichtigkeit aufweist,

d) Anschließen der Mahlkammer (12) an eine Inertgasleitung

e) Durchspülen der Mahlkammer mit Inertgas,

f) Abstellen des Inertgasstromes und vollständiges Schließen der Mahlkammer (12)

g) Zerkleinern des Mahlgutes mittels des Zerkleinerungswerkzeuges (4).

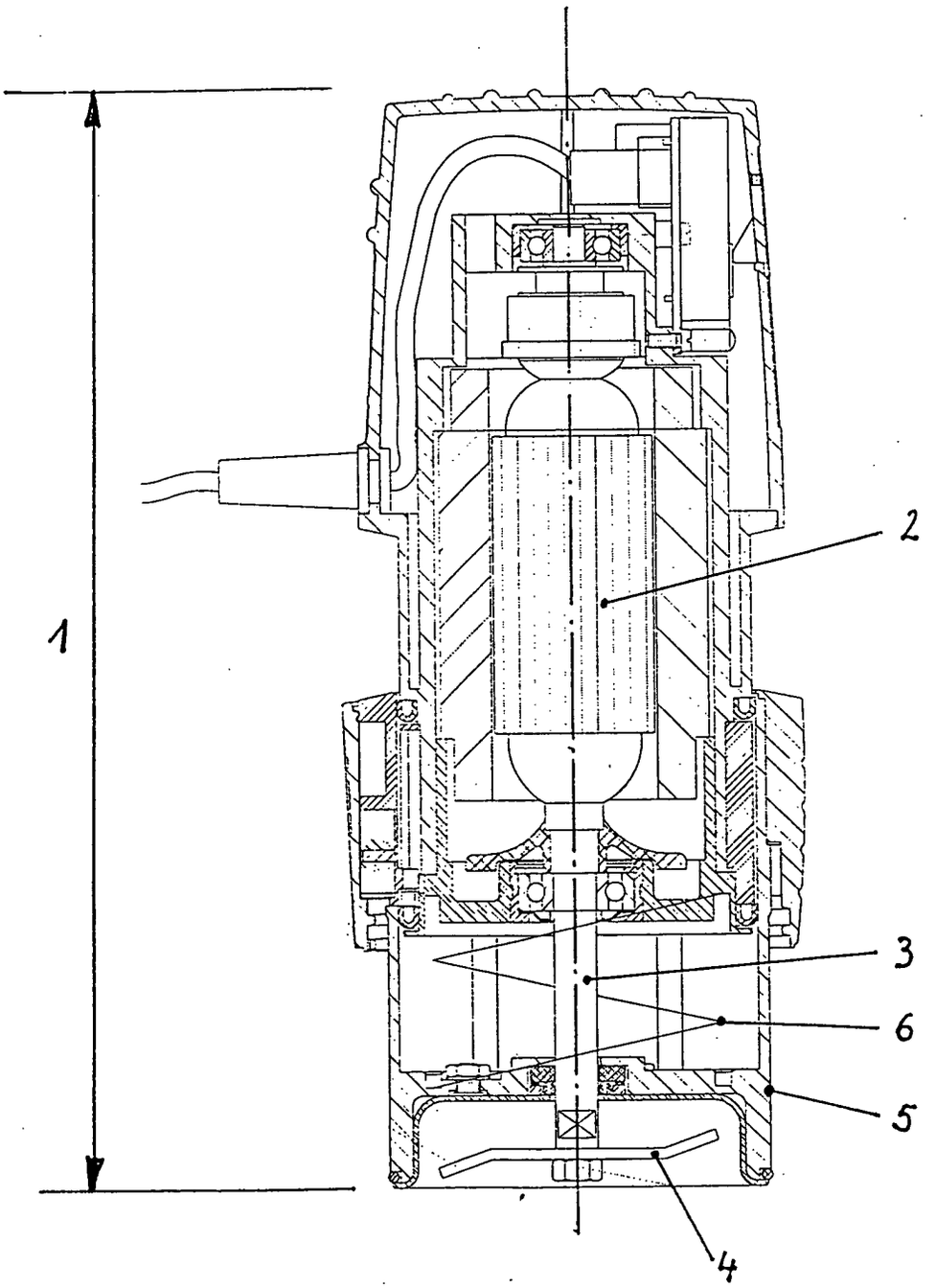

Fig. 1

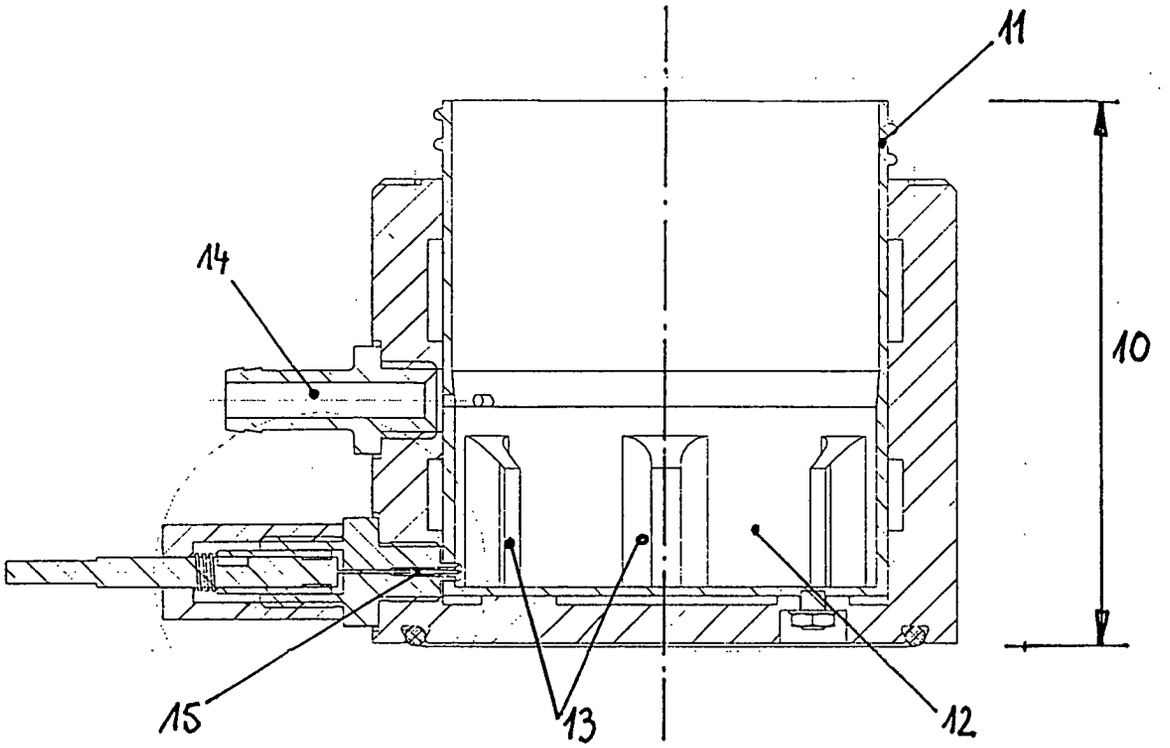

Fig. 2

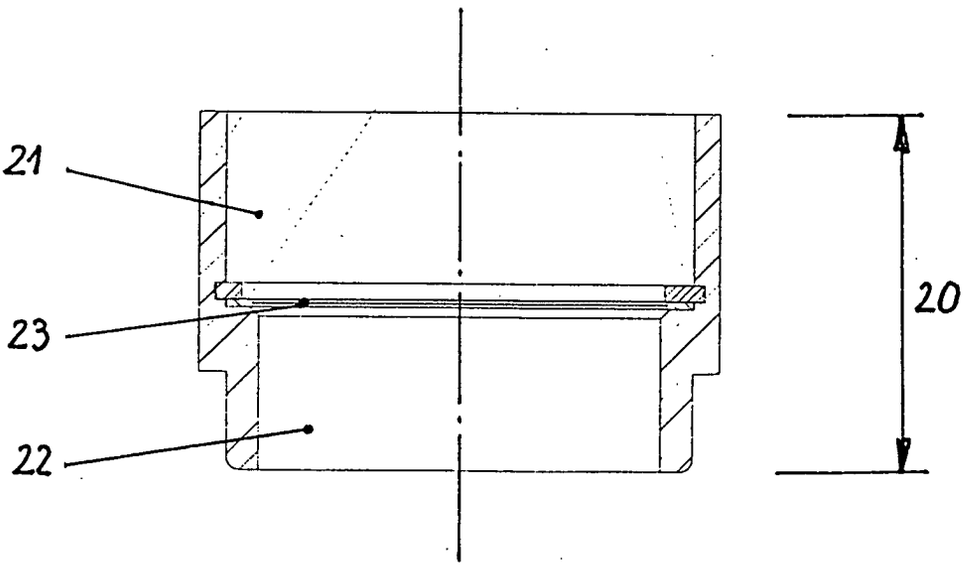

Fig. 3