

## Verfahren und Vorrichtung zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Zerkleinern von  
5 Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen  
und/oder Speiseresten.

### Technischer Hintergrund

Organische Küchenabfälle, wie Rüst- und Putzabfälle, und Speisereste fallen beispielsweise in  
Großküchen, Kantinen, Hotels, Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen, der übrigen Gastronomie  
10 und in Supermärkten täglich in großen Mengen an. Diese organischen Küchenabfälle und  
Speisereste können als Grundstoff für die Erzeugung regenerativer Energie in Biogasreaktoren und  
zur Herstellung von Düngemitteln verwendet werden. Hierzu ist es notwendig, die organischen  
Küchenabfälle und Speisereste so zu behandeln, dass sie lagerfähig und transportfähig sind.

Zur Entsorgung und Lagerung der organischen Küchenabfälle sind Systeme bekannt, bei welchen  
15 die organischen Küchenabfälle und Speisereste in eine Entsorgungsvorrichtung gegeben werden,  
in welcher sie mittels einer Zerkleinerungsvorrichtung in Form eines Mahlwerks, teilweise unter  
Zugabe von Wasser, so zerkleinert werden, dass sie anschließend in einer weitgehend  
homogenisierten Form in entsprechende Lagertanks abgepumpt werden können. Von diesen  
Lagertanks aus wird die dann weitgehend homogenisierte Biomasse mittels eines  
20 Transportfahrzeuges zu einer Biogasanlage transportiert, in welcher die Biomasse fermentiert wird,  
wobei die bei der Fermentierung entstehenden Faulgase, insbesondere Methangas, zur Erzeugung  
elektrischer Energie und/oder Wärmeenergie verwendet wird. Auf diese Weise können organische  
Küchenabfälle recycelt werden und aus diesen umweltfreundlich erneuerbare Energie gewonnen  
werden. Zudem kann der verbleibende, meist dünnflüssige Gärrest im Landbau als Dünge- oder  
25 Bodenverbesserungsmittel verwertet werden.

Aus der EP 2492405 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, in welcher zu zerkleinernde Küchenabfälle  
und Speisereste in eine trichterförmige Aufnahme gegeben werden, an deren Boden ein Mahlwerk  
zum Zerkleinern der Küchenabfälle angeordnet ist, der eine Pumpe nachgelagert ist. Im Betrieb der  
Vorrichtung, mithin bei drehendem Mahlwerk und gleichzeitig laufender Pumpe, werden die  
30 Küchenabfälle und Speisereste im Mahlwerk zerkleinert und mittels der dem Mahlwerk  
nachgelagerten Pumpe angesaugt. Durch das Ansaugen der Pumpe entsteht ein Sog in Richtung  
der Pumpe, so dass ein Strom aus zerkleinerten Küchenabfällen und Speiseresten aus dem

Mahlwerk in Richtung der Pumpe erzeugt wird. Aufgrund des Abpumpens der zerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste können weitere Küchenabfälle und Speisereste in das Mahlwerk gelangen, so dass sukzessive im Wesentlichen alle in der Aufnahme befindlichen Küchenabfälle und Speisereste zerkleinert und abgepumpt werden können.

- 5 Um während des Zerkleinerns und Abpumpens ein verbessertes Zuführen der Küchenabfälle und Speisereste in der Aufnahme zum Mahlwerk hin zu erzielen, ist an einem Rotor des Mahlwerks eine in die Aufnahme ragende Vorzerkleinerungseinheit in Form eines mit Zerkleinerungsmessern versehenen Mitnehmers befestigt, welche sich bei einer Drehung des Rotors synchron mit diesem mitdreht. Dadurch werden die Speisereste und Küchenabfälle zum Teil bereits vor dem Auftreffen  
10 auf das Mahlwerk vorzerkleinert. Aufgrund des Volumenstroms aus dem Mahlwerk in Richtung der Pumpe gelangen unzerkleinerte sowie klebrige und faserige Materialien in das Mahlwerk und weiter in die das Mahlwerk und die Pumpe verbindende Produktleitung, was zu Agglomerationen der vorgenannten Materialien und/oder zu Verstopfungen im Mahlwerk, der Produktleitung und/oder der Pumpe führen kann. Um dies zu vermeiden, wird während des Betriebs der Vorrichtung stets eine  
15 mehr oder minder große Menge an Prozesswasser zugeführt, um Agglomerationen zu verhindern.

#### Darstellung der Erfindung

Ausgehend von dem bekannten Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, sowie eine entsprechende Vorrichtung bereitzustellen.

- 20 Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der vorliegenden Beschreibung und den Figuren.

- Entsprechend wird ein Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten vorgeschlagen,  
25 umfassend den Schritt des Beschickens eines Trichters zum Aufnehmen von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, welcher an einem Trichterboden mit einem Mahlwerk zum Zerkleinern der Küchenabfälle und/oder Speisereste versehen und von dem Mahlwerk über eine Produktleitung mit einer Pumpe zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste verbunden ist, mit zu zerkleinernden Küchenabfällen und/oder Speiseresten, und den Schritt des Abpumpens der  
30 durch das Mahlwerk zerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels der Pumpe. Erfindungsgemäß wird vor dem Schritt des Abpumpens in dem Trichter ein Vorzerkleinern der in dem Trichter befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels einer in den Trichter ragenden Vorzerkleinerungseinheit durchgeführt.

Dadurch, dass vor dem Schritt des Abpumpens in dem Trichter ein Vorzerkleinern der in dem Trichter befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels einer in den Trichter ragenden Vorzerkleinerungseinheit durchgeführt wird, kann ein verbessertes Zerkleinerungsergebnis erzielt und der Wartungsaufwand einer Vorrichtung, welche gemäß dem Verfahren betrieben wird, verringert werden. Die aktivierte Vorzerkleinerungseinheit sorgt dafür, dass die Küchenabfälle und/oder Speisereste bereits im Trichter zerschnitten und/oder zerschlagen werden. Da während des Vorzerkleinerns kein Abpumpen der vorzerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste durch die ausgeschaltete Pumpe erfolgt, verbleiben die Küchenabfälle und/oder Speisereste zunächst im Trichter und können dort weiter zerkleinert werden.

Durch das Vorzerkleinern der Küchenabfälle und/oder Speisereste werden die Zellstrukturen dieser Bioabfälle bereits im Trichter derart weitgehend zertrümmert, dass bereits im Trichter das in den Küchenabfällen und Speiseresten enthaltene Wasser ausgelöst wird. Viele Küchenabfälle und Speisereste haben einen hohen Gehalt an Eigenwasser, welches durch den Schritt des Vorzerkleinerns nutzbar gemacht wird, bevor die Küchenabfälle und/oder Speisereste im Mahlwerk zerkleinert werden. Durch diese Nutzbarmachung des in den Küchenabfällen und Speiseresten enthaltenen Eigenwassers verringert sich der Bedarf an extern zugegebenem Prozesswasser, was wiederum das Volumen der zu entsorgenden Biomasse verringert und damit die Entsorgungskosten senkt.

Zudem werden die im Trichter befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste bereits im Trichter homogenisiert. Folglich wird bereits im Trichter durch das dem Abpumpen und mithin dem Zerkleinern durch das Mahlwerk zeitlich vorgelagerte Vorzerkleinern eine homogenisierte Masse, bevorzugt eine wässrige Suspension mit einer bevorzugt breiartigen Konsistenz, welche sich aus den vorzerkleinerten Küchenabfällen und/oder Speiseresten sowie dem herausgelösten Eigenwasser zusammensetzt, gebildet. Die so vorzerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste erleichtern ein späteres Zerkleinern durch das Mahlwerk, wenn diese aufgrund eines Einsetzens der Pumpwirkung der Pumpe aus dem Trichter durch das Mahlwerk hindurch abgesaugt werden.

Bevorzugt werden die Küchenabfälle und/oder Speisereste beim Schritt des Vorzerkleinerns bereits derart zerkleinert, dass eine abpumpfähige Masse entsteht. Mit anderen Worten ist die durch das Vorzerkleinern der Küchenabfälle und/oder Speisereste entstandene Masse hinreichend wässrig und homogen, dass sie den Trichterboden zumindest im Bereich des Mahlwerks im Wesentlichen derart dicht abdeckt, dass sich ein durch die Pumpe erzeugter Sog in Richtung der Pumpe bis in den Trichterbereich, in dem die wässrige Suspension vorliegt, mithin in den Bodenbereich des Trichters, erstreckt. Dadurch werden die vorzerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste

beziehungsweise deren homogenisierte Suspension bereits vor dem Mahlwerk angesaugt und durch den so entstehenden Strom in das Mahlwerk gesaugt, sie können darin mithin besonders effizient weiterzerkleinert werden. Zudem kann durch den bereits im Trichter beginnenden Strom das Auftreten von Agglomerationen im Mahlwerk reduziert oder sogar gänzlich vermieden werden.

5 Insbesondere ist dadurch die im Mahlwerk entstehende Strömungsverteilung gleichmäßiger.

Bevorzugt erfolgt das Vorzerkleinern für eine bestimmbare Zeitspanne, bevor die Pumpe gestartet wird. Alternativ kann der Beginn des Abpumpens auch durch eine manuelle Eingabe oder einen Steuerbefehl beginnen.

10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausbildung des Verfahrens wird beim Vorzerkleinern durch die Vorzerkleinerungseinheit ein im Trichter zirkulierender Mahlstrom erzeugt, wobei die Vorzerkleinerungseinheit bevorzugt durch eine Drehbewegung um eine Drehachse der Vorzerkleinerungseinheit den zirkulierenden Mahlstrom im Trichter erzeugt. Die Küchenabfälle und/oder Speisereste im Trichter erfahren folglich durch die Vorzerkleinerungseinheit zusätzlich ein Verrühren beziehungsweise Vermischen. Im Trichter entsteht dadurch ein Mahlstrom, der  
15 bevorzugt in horizontaler und gleichzeitig auch in vertikaler Richtung das Material im Trichter zirkuliert.

Im durch die Vorzerkleinerungseinheit erzeugten zirkulierenden Mahlstrom drehen die Küchenabfälle und/oder Speisereste je nach Position im Trichter mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Je näher sich Küchenabfälle und/oder Speisereste an der  
20 Vorzerkleinerungseinheit befinden, desto höher ist deren Geschwindigkeit. Mit zunehmendem Abstand zur Vorzerkleinerungseinheit und abnehmenden Abstand zur Trichterwand nimmt die Geschwindigkeit ab, wobei die Teilchen insbesondere durch Reibung an den Trichterwänden und untereinander gebremst werden. Die unterschiedlich schnell bewegten Teile beziehungsweise Masseströme sowie die Reibung untereinander bewirken ein weiteres Zerkleinern der  
25 Küchenabfälle und/oder Speisereste im Mahlstrom, wodurch eine nochmals verstärkte Vorzerkleinerung beziehungsweise Vorhomogenisierung der Küchenabfälle und/oder Speisereste bereits im Trichter erfolgt. Durch die Vorzerkleinerung beziehungsweise Vorhomogenisierung bildet sich im Trichter mithin eine relativ homogene Biomasse aus, wobei nach und nach der gesamte Inhalt des Trichters durch den Mahlstrom bewegt und zerkleinert wird.

30 In diesem Verfahren werden die Küchenabfälle und Speisereste bevorzugt so fein zerkleinert, dass die Zellstrukturen der Stoffe zerstört werden, deren Eigenwasser freigesetzt wird und eine homogene, fließfähige Masse entsteht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird vor und/oder während des Vorzerkleinerns eine vorgegebene Menge an Prozesswasser in den Trichter und/oder in die Produktleitung eingeleitet, bevorzugt über eine im Trichter und/oder in der Produktleitung angeordnete Düse und/oder einen Wassereinlass. Dadurch kann die Homogenisierung der vorzerkleinerten

5 Küchenabfälle und/oder Speisereste verstärkt werden. Zudem kann so der Wassergehalt der aus den Küchenabfällen und/oder Speiseresten durch das Vorzerkleinern entstehenden Masse erhöht beziehungsweise angepasst werden, um eine für das anschließende Zerkleinern im Mahlwerk und Abpumpen über die Pumpe günstige Konsistenz zu erzielen.

Gemäß einer Weiterbildung wird eine bestimmte Menge an Prozesswasser bevorzugt vor dem  
10 Beginn des Vorzerkleinerns zumindest in die Produktleitung eingeleitet. Bevorzugt ist die Menge derart bemessen, dass die Produktleitung komplett gefüllt wird, wobei bevorzugt das eingefüllte Prozesswasser bis zum oberen Bereich des Mahlwerks reicht. Dadurch ist zum einen bereitgestellt, dass die am Ende der Produktleitung angeordnete Pumpe unmittelbar Fluid pumpen kann, und nicht erst durch ein Verdrängen von Luft ein Unterdruck erzeugt werden muss. Zum anderen  
15 können dadurch Agglomerationen im Mahlwerk und in der Produktleitung sowie der Pumpe aufgrund von Anhaften pulverförmiger, klebriger und/oder faserförmiger Materialien vermieden werden. Alternativ kann in die Produktleitung auch eine derartige Menge an Prozesswasser eingeführt werden, dass der Wasserpegel über die Oberkante des Mahlwerk-Rotors in den Trichter hinein steigt. Insbesondere bei pulverförmigen und/oder trockenen Stoffen hat diese Methode der  
20 Wasserzuführung den Vorteil, dass die Stoffe auch in der untersten Zone des Trichters genügend Prozesswasser für die Herstellung einer Masse mit breiförmiger, pumpfähiger Konsistenz erhält. Zudem werden feste Stoffe, die sich zwischen Messerkranz und Rotor des Mahlwerks ablagern und dadurch möglicherweise das Anfahren des Verarbeitungszyklus blockieren, ausgeschwemmt. In diesem Fall wird zusätzlich Prozesswasser in den Verarbeitungszyklus eingebracht, welches zwar  
25 den Wasseranteil der durch das Vorzerkleinern erzeugten Masse basierend auf den vorzerkleinerten Küchenabfällen und/oder Speiseresten etwas erhöht, jedoch die Prozesssicherheit deutlich verbessert.

Bevorzugt wird der Wassergehalt des sich im Trichter oder in der Produktleitung befindlichen Masse mittels eines Wassergehalt-Sensors, bevorzugt mittels eines induktiven Messverfahrens,  
30 eines Mikrowellenresonanz-Verfahrens oder eines photometrischen Verfahrens gemessen. Alternativ können aber auch andere Verfahren zum Bestimmen des Wassergehalts Anwendung finden. Basierend auf den Ergebnissen der Wassergehaltsmessung kann entsprechend zusätzliches Prozesswasser zugegeben werden, bevorzugt bis ein vorgegebener Wassergehalt, bevorzugt während des Vorzerkleinerns, vorliegt. Alternativ oder zusätzlich können basierend auf

den ermittelten Wassergehalt der Verfahrensablauf, die Dauer der einzelnen Schritte und/oder die Gesamtzykluszeit eingestellt und/oder angepasst werden.

Um zu verhindern, dass nichtorganische Stoffe, wie Textilien, Kunststoffartikel wie Folien und/oder Handschuhe in das Mahlwerk gelangen, erfolgt gemäß einer weiteren bevorzugten Ausbildung während des Vorzerkleinerns ein Separieren von nichtorganischen Stoffen, bevorzugt durch Verfangen und/oder Aufwickeln der nichtorganischen Stoffe an zumindest einem Vorsprung, bevorzugt einem Vorzerkleinerungsmesser, besonders bevorzugt einem zumindest teilweise stumpfkantigen Vorzerkleinerungsmesser, der Vorzerkleinerungseinheit. Zudem ist die etwaige für die Biogaserzeugung genutzte abgepumpte Biomasse dadurch weniger mit anorganischen Störstoffen durchsetzt.

Wenn ferromagnetische Stoffe durch ein Aufbringen einer magnetischen Kraft zumindest in einem Bereich einer Trichterwand des Trichters aus den Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zumindest während des Vorzerkleinerns, aussortiert werden, wie in einer bevorzugten Ausbildung des Verfahrens vorgesehen, kann verhindert werden, dass diese Stoffe das Mahlwerk blockieren und Schäden an der Vorzerkleinerungseinheit, dem Mahlwerk und/oder der Pumpe verursachen. Zudem ist die etwaige für die Biogaserzeugung genutzte abgepumpte Biomasse dadurch weniger mit anorganischen Verunreinigungen durchsetzt. Durch die Drehbewegung der Vorzerkleinerungseinheit entsteht eine Strömung, mithin der Mahlstrom, der die relativ schweren ferromagnetischen Stoffe, wie Besteckteile, im Wesentlichen aufgrund einer Zentrifugalkraft in Richtung der Trichterwand bewegt, an welcher sie durch die magnetische Kraft gehalten und fixiert werden.

Gemäß einer bevorzugten Weiterführung werden die separierten Stoffe und/oder die aussortierten Stoffe nach Beendigung des Zerkleinerns und Abpumpens aus dem Trichter entnommen. So steht das gesamte Trichtervolumen einem erneuten Befüllen mit zu zerkleinernden Küchenabfällen und/oder Speiseresten zur Verfügung.

Entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausbildung wird in einer Schlussphase des Abpumpens der Trichter und/oder ein den Trichter während des Betriebs bedeckender Deckel mittels eingespritzten Prozesswassers vorgereinigt. Bevorzugt erfolgt das Einspritzen des Prozesswassers in der letzten Phase der Homogenisierung bei schon weitgehend geleertem Eingabetrichter, wobei bevorzugt das Prozesswasser über eine auf den Deckel der Eingabestation gerichtete Düse zugeführt wird. Das hat zur Folge, dass das Prozesswasser breit über die noch im Trichter befindliche Biomasse versprüht wird und der Deckel und der Trichterbereich grob gereinigt werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausbildung rotieren die Vorzerkleinerungseinheit und/oder das Mahlwerk mit einer Drehzahl von 700 bis 2800 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt mit einer Drehzahl von 1400 Umdrehungen pro Minute, wobei die Vorzerkleinerungseinheit und das Mahlwerk bevorzugt synchron rotieren. Die Drehzahl kann bevorzugt an einer entsprechenden Steuerung eingestellt oder durch diese vorgegeben werden. Je höher die Drehzahl des rotierenden Mahlwerks sowie der rotierenden Vorzerkleinerungseinheit ist, desto kleiner wird die beim Zerkleinern der Küchenabfälle und/oder Speisereste entstehende Partikelgröße. Mit der Steuerung/Regelung der Drehzahl lässt sich die gewünschte Partikelgröße der zerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste einstellen. Bei sehr kleiner Partikelgröße bildet sich eine Suspension, in der Feststoffe und Flüssigkeit gebunden sind. Die so entstandene Masse ist dann besonders leicht zu pumpen und kann aufgrund der Gravitation bereits in einer leicht geneigten Rohrleitung in Gravitationsrichtung abfließen, was ein nahezu vollständiges Entleeren von Trichter, Mahlwerk und/oder Produktleitung ermöglicht.

Um ein verbessertes Zerkleinerungs- und/oder Durchmischungsverhältnis beziehungsweise einen höheren Grad an Homogenisierung zu erzielen, kann die Drehzahl der Vorzerkleinerungseinheit und/oder des Mahlwerks einer weiteren bevorzugten Weiterbildung folgend variiert werden und/oder die Drehung der Vorzerkleinerungseinheit und/oder des Mahlwerks unterbrochen werden und/oder der Drehsinn der Vorzerkleinerungseinheit und/oder des Mahlwerks umgekehrt werden. Bevorzugt erfolgen das Variieren der Drehzahl, das Unterbrechen der Drehung und/oder die Umkehrung des Drehsinns gemäß einem vorgegebenen zeitlichen Ablauf, wobei der Ablauf bevorzugt mittels einer Steuerung gesteuert/geregelt wird.

Um die Effizienz des Verfahrens zu erhöhen und das Verletzungsrisiko für Bedienpersonal zu reduzieren, kann das Verfahren zumindest teilweise automatisiert sein, wobei bevorzugt zumindest der Beginn des Vorzerkleinerns und/oder das Beenden des Abpumpens automatisch erfolgen, wobei bevorzugt ein Sensorsignal den Beginn des Vorzerkleinerns und/oder den Beginn und/oder die Beendigung des Abpumpens auslöst.

Bevorzugt wird mittels eines Sensors ermittelt, wenn der Trichter vollständig beziehungsweise bis zu einem vorgegebenen Wert gefüllt ist. Die Ermittlung des Füllstands kann gewichtsbezogen, induktiv und/oder optisch erfolgen. Alternativ kann die Messung des Füllstandes aber auch durch an sich bereits bekannte andere Arten von Sensoren erfolgen. Entspricht die Befüllung des Trichters dem Vorgabewert und/oder überschreitet diesen, gibt der Sensor ein entsprechendes Signal ab, welches einen Beginn des Vorzerkleinerns auslöst.

Weiterhin werden bevorzugt während des Vorzerkleinerns eine Drehzahl und/oder ein Drehmoment und/oder ein Drehwiderstand eines zumindest die Vorzerkleinerungseinheit antreibenden Antriebs zumindest abschnittsweise oder intermittierend, bevorzugt kontinuierlich ermittelt. In einer Weiterführung wird eine zeitliche Änderung zumindest eines der ermittelten Werte, bevorzugt die  
 5 zeitliche Änderung des Drehmoments beziehungsweise des Drehwiderstands, mit einem vorgegebenen Grenzwert und/oder Vorgabewert verglichen. Die vorgenannte zeitliche Änderung kann als Maß für den Grad der Homogenisierung der Küchenabfälle und/oder Speisereste genutzt werden, wobei, wenn die zeitliche Änderung geringer ist als der Grenzwert und/oder Vorgabewert und/oder innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, die durch das Vorzerkleinern entstandene  
 10 Masse hinreichend homogen ist, so dass ein effektives Abpumpen durch die Pumpe und ein gleichzeitig erfolgendes Zerkleinern im Mahlwerk möglich ist. Dies kann als Auslösesignal für einen Beginn des Abpumpens genutzt werden.

Ferner kann entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausbildung ein Leerstand des Trichters und/oder ein Flüssigkeitsstand in der Produktleitung erfasst werden, wobei bei Erreichen des  
 15 Leerstandes und oder Unterschreiten eines vorgegebenen Flüssigkeitsstands ein Einspritzen beziehungsweise Nachspritzen von Prozesswasser ausgelöst werden oder das Abpumpen beendet werden kann. Die Ermittlung des Leerstandes kann gewichtsbezogen, induktiv und/oder optisch erfolgen.

Die oben gestellte Aufgabe wird weiterhin durch eine Vorrichtung zum Zerkleinern von  
 20 Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der vorliegenden Beschreibung und den Figuren.

Entsprechend wird eine Vorrichtung zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, vorgeschlagen,  
 25 umfassend einen Trichter zum Aufnehmen von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, ein an einem Trichterboden des Trichters angeordnetes Mahlwerk zum Zerkleinern, bevorzugt Homogenisieren, der Küchenabfälle und/oder Speisereste und eine über eine Produktleitung mit dem Mahlwerk verbundene Pumpe zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste, wobei in dem Trichter eine sich von dem Trichterboden in das Innere des Trichters  
 30 erstreckende Vorzerkleinerungseinheit zum Vorzerkleinern der in dem Trichter befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist eine Steuerung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, ein Vorzerkleinern mittels der Vorzerkleinerungseinheit und anschließend ein Einschalten der Pumpe zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste zu steuern.

Unter „Steuerung“ wird hier eine Einrichtung verstanden, die die gerichtete Beeinflussung des Verhaltens technischer Systeme sowohl durch Vorgabe eines Vorgabewertes als auch durch Anpassung des Vorgabewertes infolge eines rückgeführten Vergleichssignals oder Messsignals beziehungsweise Messgliedes ermöglicht. Die Steuerung ist mithin zum Steuern und/oder Regeln der Vorrichtung eingerichtet.

Dadurch, dass eine Steuerung vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, ein Vorzerkleinern mittels der Vorzerkleinerungseinheit und anschließend ein Einschalten der Pumpe zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste zu steuern, können die hinsichtlich des Verfahrens beschriebenen Vorteile analog erzielt werden.

Bevorzugt weist zumindest eine Trichterwand, bevorzugt alle Trichterwände, eine Neigung von zumindest  $45^\circ$ , bevorzugt zumindest  $50^\circ$ , besonders bevorzugt zumindest  $55^\circ$  und ganz besonders bevorzugt von zumindest  $60^\circ$  gegenüber der Horizontalen auf. Mit anderen Worten schließen die Trichterwand und die Richtung der Erdbeschleunigung einen Winkel von maximal  $45^\circ$ , bevorzugt maximal  $40^\circ$ , besonders bevorzugt maximal  $35^\circ$  und ganz besonders bevorzugt von maximal  $30^\circ$  ein. Durch die hohe Steigung der Trichterwand ist ermöglicht, dass die sich im Trichter befindlichen Festkörper und Flüssigkeiten beziehungsweise deren Suspension gravitationsbedingt im Wesentlichen selbstständig in Richtung zum Trichterboden hin fließen beziehungsweise sich bewegen. Um den Selbstfluss der vorgenannten Stoffe besonders sicher gewährleisten zu können, weist der Trichterboden eine Neigung von zumindest  $60^\circ$  gegenüber der Horizontalen auf.

Bevorzugt ist die Pumpe über eine Transportleitung mit einem Tank zum Aufnehmen und/oder Lagern der zerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste verbunden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist mindestens ein Sensor zum Erfassen eines Füllstands in dem Trichter und/oder in der Produktleitung vorgesehen, wobei die Steuerung dazu eingerichtet ist, ein Sensorsignal des Sensors zu empfangen. Bevorzugt wird mittels des Sensors ermittelt, wenn beziehungsweise ob der Trichter und/oder die Produktleitung vollständig beziehungsweise zu einem vorgegebenen Wert gefüllt ist. Die Ermittlung des Füllstands kann gewichtsbezogen oder optisch erfolgen. Alternativ kann der Füllstand aber auch durch an sich bereits bekannte andere Arten von Sensoren ermittelt werden. Entspricht die Befüllung des Trichters dem Vorgabewert und/oder überschreitet diesen, gibt der Sensor ein entsprechendes Signal an die Steuerung ab, welches bevorzugt einen Beginn des Vorzerkleinerns durch die Steuerung auslöst.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind zumindest zwei Sensoren vorgesehen, wobei ein erster Sensor zum Erfassen eines Leerstandes des Trichters und vorgesehen ist und ein

zweiter Sensor zum Erfassen eines vorgegebenen Füllstands, bevorzugt eines Betriebsbeginn-Füllstands, vorgesehen ist, wobei die Steuerung dazu eingerichtet ist, Sensorsignale des ersten und zweiten Sensors zu empfangen. Neben dem oben genannten Ermitteln des Füllstandes kann so ferner ein Leerstand des Trichters erfasst werden, wobei bei Erreichen des Leerstandes durch die Steuerung bevorzugt ein Einspritzen beziehungsweise Nachspritzen von Prozesswasser  
 5 ausgelöst oder das Abpumpen beendet werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist ein weiterer Sensor zum Erfassen eines Flüssigkeitsstands in der Produktleitung vorgesehen, wobei die Steuerung dazu eingerichtet ist, ein Sensorsignal des weiteren Sensors zu empfangen. Neben dem oben genannten Ermitteln des  
 10 Füllstandes kann so ferner ein Flüssigkeitsstand in der Produktleitung erfasst werden, wobei bei Erreichen oder Unterschreiten eines vorgegebenen Flüssigkeitsstands ein Einspritzen beziehungsweise Nachspritzen von Prozesswasser via der Steuerung beendet oder ausgelöst werden oder das Abpumpen beendet werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Steuerung dazu eingerichtet, ein  
 15 Drehmoment und/oder einen Drehwiderstand eines das Mahlwerk und/oder die Vorzerkleinerungseinheit antreibenden Antriebs, bevorzugt eines Elektromotors, zu erfassen, wobei die Steuerung bevorzugt ferner dazu eingerichtet ist, bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwerts einer zeitlichen Änderung des Drehmoments und/oder des Drehwiderstands des Antriebs die Pumpe einzuschalten. Weiterhin werden bevorzugt während des Vorzerkleinerns eine  
 20 Drehzahl und/oder ein Drehmoment und/oder ein Drehwiderstand eines zumindest die Vorzerkleinerungseinheit antreibenden Antriebs zumindest abschnittsweise oder intermittierend, bevorzugt kontinuierlich ermittelt. In einer Weiterführung wird eine zeitliche Änderung zumindest eines der ermittelten Werte, bevorzugt die zeitliche Änderung des Drehmoments beziehungsweise des Drehwiderstands mit einem vorgegebenen Grenzwert und/oder Vorgabewert verglichen. Die  
 25 vorgenannte zeitliche Änderung kann als Maß für den Grad der Homogenisierung der Küchenabfälle und/oder Speisereste genutzt werden, wobei, wenn die zeitliche Änderung geringer ist als der Grenzwert und/oder Vorgabewert und/oder innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, die durch das Vorzerkleinern entstandene Masse hinreichend homogen ist, so dass ein effektives Abpumpen durch die Pumpe und ein gleichzeitig erfolgendes Zerkleinern im Mahlwerk möglich ist.  
 30 Dies kann als Auslösesignal für einen Beginn den Schritt des Abpumpens genutzt werden. Bevorzugt ist die Steuerung mit zumindest einem Sensor zum Erfassen der Drehzahl, des Drehmoments und/oder des Drehwiderstands verbunden.

Bevorzugt ist zumindest einer der Sensoren als induktiv messender Sensor, als Gewichtssensor oder als optischer Sensor ausgebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist ein Rotor des Mahlwerks an seiner Unterseite zumindest ein Pumpelement, bevorzugt in Form eines Steges, zum Einbringen eines Bewegungsimpulses auf eine unterhalb des Mahlwerks befindliche Masse in Richtung der Pumpe auf. Dadurch kann den mittels des Mahlwerks homogenisierten Küchenabfällen und Speiseresten ein Impuls übertragen werden, welcher ein Fördern der vorgenannten Masse in Richtung der Pumpe unterstützt.

### Kurze Beschreibung der Figuren

Bevorzugte weitere Ausführungsformen der Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- 10    Figur 1    schematisch eine perspektivische Seitenansicht einer Vorrichtung zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten;
- Figur 2    schematisch eine Schnittdarstellung der Vorrichtung aus Figur 1;
- Figur 3    schematisch eine perspektivische Seitenansicht eines Mahlwerks der Vorrichtung aus Figur 1;
- 15    Figur 4    schematisch eine perspektivische Seitenansicht eines Details eines Rotors des Mahlwerks aus Figur 3;
- Figur 5    schematisch eine Schnittansicht eines Trichters der Vorrichtung aus Figur 1 mit einem angedeuteten Mahlstrom; und
- Figur 6    schematisch eine perspektivische Seitenansicht der Vorrichtung aus Figur 1 mit einem angedeuteten Mahlstrom.
- 20

### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei werden gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente in den unterschiedlichen Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen, und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

Figur 1 zeigt in einer perspektivischen schematischen Darstellung eine Vorrichtung 1, welche zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, dient. Die Vorrichtung 1 umfasst eine Aufnahmevorrichtung in Form eines Trichters 2, welcher zunächst zur Aufnahme der unzerkleinerten organischen Küchenabfälle und Speisereste dient. Der Trichter 2 ist in Figur 1 in

Form eines Trichters 2 mit rechteckigem Querschnitt gezeigt. Andere Querschnitte können jedoch selbstverständlich ebenfalls verwendet werden, wie beispielsweise quadratische Querschnitte, runde Querschnitte oder ovale Querschnitte. Ferner kann der Trichter 2 auch nichttrichterförmige Anschnitte, beispielsweise zylinderförmige Abschnitte, aufweisen.

5 Am unteren Ende des Trichters 2 ist ein Mahlwerk 3 vorgesehen, welchem über den Trichter 2 organische Küchenabfälle und Speisereise und zugeführt werden. Das Mahlwerk 3 dient zur Zerkleinerung der über den Trichter 2 zugeführten organischen Küchenabfälle und Speisereste. Das Mahlwerk 3 kann beispielsweise in der in Figur 3 gezeigten und weiter unten beschriebenen Form vorgesehen sein.

10 An dem Mahlwerk 3 ist eine Vorzerkleinerungseinheit 4 angeordnet, welche von dem Mahlwerk 3 aus zumindest teilweise in den Trichter 2 hereinragt. Mit anderen Worten ragt die Vorzerkleinerungseinheit 4 zumindest teilweise in das durch die Dimensionen des Trichters 2 definierte Volumen V (siehe auch Figur 2) hinein.

Die Vorzerkleinerungseinheit 4 dient einerseits zum verbesserten Zuführen von Küchenabfällen und Speiseresten zu dem Mahlwerk 3. Unter Zuführen wird hier sowohl das tatsächliche Fördern der organischen Küchenabfälle und Speisereste beispielsweise mittels einer Förderschnecke, als auch das Förderbarmachen des organischen Küchenabfalls durch ein Vorzerkleinern oder ein mechanisches Rütteln verstanden, um entsprechend auch leichte, lockere, faserförmige und/oder trockene Küchenabfälle und Speisereste, die bisher im Trichter 2 verklemmten, zum Mahlwerk 3  
20 zuführen zu können. Die Vorzerkleinerungseinheit 4 bereitet also die organischen Küchenabfälle so auf und/oder bewegt sie derart, dass sie dem Mahlwerk 3 zugeführt werden beziehungsweise in dieses hereinrutschen. Die Vorzerkleinerungseinheit 4 kann mit Vorzerkleinerungsmessern 46 versehen ein, um die Küchenabfälle und Speisereste vorzuzerkleinern.

Die Vorrichtung 1 umfasst weiterhin einen Deckel 10, mittels welchem der Trichter 2 abgedeckt  
25 werden kann. Vorteilhaft muss der Trichter 2 mit dem Deckel 10 abgedeckt werden, bevor das Mahlwerk 3 und die Vorzerkleinerungseinheit 4 in Betrieb versetzt werden und zu rotieren beginnen. Der Deckel 10 verhindert ein Herausspritzen der zerkleinerten oder zu zerkleinernden Masse aus der Vorrichtung 1 während des Betriebs. Weiterhin ist der Deckel 10 dazu da, zu vermeiden, dass Nutzer in den Trichter 2 herein greifen, wenn das Mahlwerk 3 und/oder die  
30 Vorzerkleinerungseinheit 4 betrieben wird. Der Deckel 10 ist vorteilhaft mit einer in dieser Ansicht nicht gezeigten Steuerung verbunden, welche derart ausgerüstet ist, dass das Mahlwerk 3 sowie die Vorzerkleinerungseinheit 4 nur dann betrieben werden können, wenn der Deckel 10 geschlossen ist.

Die Steuerung weist ferner eine schematisch gezeigte Bedieneinheit 80 auf, mittels welcher ein Nutzer Eingaben an die Steuerung machen und Informationen von dieser erhalten kann.

Eine Düse 14 zum Einspeisen von Prozesswasser in den Trichter 2 ist an einer Trichterwand 20 des Trichters 2 vorgesehen, um bei trockenen organischen Küchenabfällen hinreichend viel Wassergehalt herstellen zu können, um ein nachfolgendes Abpumpen der durch das Mahlwerk 3 zerkleinerten Biomasse zu ermöglichen. Zum Abpumpen der durch das Mahlwerk 3 zerkleinerten, feuchten und weitgehend homogenisierten Biomasse ist nach dem Mahlwerk 3 eine entsprechend dimensionierte Pumpe 5 vorgesehen, die beispielsweise in Figur 2 gezeigt ist.

Die Düse 14 kann weiterhin auch zur Reinigung des Trichters 2 sowie des Mahlwerks 3, der Vorzerkleinerungseinheit 4 und/oder des Deckels 10 verwendet werden. Zur Reinigung oder zur Zuführung von Prozesswasser kann aber auch mindestens eine weitere Düse an einer anderen Stelle im Trichter 2 und/oder in einer später beschriebenen Produktleitung vorgesehen sein.

Wie sich beispielsweise aus Figur 1 ergibt, ist die Vorzerkleinerungseinheit 4 koaxial zum Mahlwerk 3 angeordnet, wobei sich die Drehachse 400 der Vorzerkleinerungseinheit 4 koaxial entlang der Drehachse 300 des Mahlwerks 3 erstreckt beziehungsweise beide Drehachsen 300, 400 fallen zusammen.

Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht der Vorrichtung 1 in einer schematischen Schnittdarstellung. In dieser Figur ist deutlich zu erkennen, dass sich die Vorzerkleinerungseinheit 4 teilweise, wenn auch nicht vollständig, in den Trichter 2 herein erstreckt und sich insbesondere in das im Inneren des Trichters 2 gebildete Volumen V hinein erstreckt. Das Volumen V definiert sich hier durch das zwischen dem Deckel 10, dem Trichterboden 22 und den Trichterwänden 20 des Trichters 2 befindliche Volumen.

Die Tiefe, um welche sich die Vorzerkleinerungseinheit 4 in den Trichter 2 herein erstreckt, ist unter anderem abhängig davon, welche organischen Küchenabfälle und Speisereste behandelt werden sollen. Weiterhin ist die Tiefe in dieser Ausführungsvariante abhängig davon, wie weit die Vorzerkleinerungsmesser 46 des Mitnehmers 4 von der Trichterwand des Trichters 2 entfernt sind. Dieser Abstand D muss so bemessen sein, dass auch größere leichte Küchenabfälle noch zwischen den schnell rotierenden Vorzerkleinerungsmessern 46 und der Wand des Trichters 2 hindurchrutschen können, sowie insbesondere, dass ein später noch eingehender beschriebener Mahlstrom im Trichter 2 erzeugt werden kann.

Das am Trichterboden 22 angeordnete Mahlwerk 3 ist über eine Produktleitung 7 mit einer Pumpe 5 zum Abpumpen der zerkleinerten Biomasse über eine Transportleitung 15 in einen Tank 6 zur Aufnahme der abgepumpten Biomasse verbunden.

Die Produktleitung 7 weist einen Wassereinlass 16 auf, durch welchen Prozesswasser in die  
5 Produktleitung 7 eingeleitet werden kann.

Die seitlichen Trichterwände 20 weisen einen Neigungswinkel  $\alpha$  von  $60^\circ$  gegenüber der Horizontalen 13 auf. Mit anderen Worten schließen die Trichterwand und die Richtung der Erdbeschleunigung 12 einen Winkel  $\beta$  von  $30^\circ$  ein. Durch die hohe Neigung beziehungsweise Steigung der Trichterwand 20 ist ermöglicht, dass die im Trichter 1 befindlichen Festkörper und  
10 Flüssigkeiten beziehungsweise deren Suspension gravitationsbedingt im Wesentlichen selbstständig in Richtung zum Trichterboden 22 hin fließen beziehungsweise sich bewegen.

An der Trichterwand 20 ist ein Magnelement 9 angeordnet, mittels welchem ferromagnetische Stoffe durch ein Aufbringen einer magnetischen Kraft aus den Küchenabfällen und/oder Speiseresten aussortiert werden können.

15 Ferner sind ein erster Sensor 81 zum Erfassen eines Leerstandes des Trichters 2 und ein zweiter Sensor 82 zum Erfassen eines vorgegebenen Betriebsbeginn-Füllstands in dem Trichter 2 an der Trichterwand 20 angeordnet. Die Sensoren 81, 82 sind optisch messende Sensoren. Alternativ kann der Füllstand auch über einen Gewichtssensor beziehungsweise zumindest einen Beschleunigungssensor ermittelt werden, wobei der Füllstand gewichtsbezogen ermittelt wird. Die  
20 Steuerung 8 ist dazu eingerichtet, Sensorsignale der ersten und zweiten Sensoren 81, 82 zu empfangen.

Zudem ist die Steuerung 8 dazu eingerichtet, einen Drehwiderstand eines das Mahlwerk 3 und die Vorzerkleinerungseinheit 4 antreibenden Antriebs zu erfassen. Hierzu ist an dem Mahlwerk 3 ein Sensor 84 zum Erfassen des Drehwiderstands angeordnet.

25 Eine Pumpe 5 ist über eine Produktleitung 7 mit dem Ausgang des Mahlwerks 3 verbunden. Die Pumpe 5 ist dazu eingerichtet, abgepumpte zerkleinerte Küchenabfälle und Speisereste über die Transportleitung 15 in einen Tank 6 abzupumpen. Bevorzugt werden die zerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste durch den Druck der Pumpe 5 eine gewisse Strecke in der Transportleitung 15 gefördert. Anschließend fließen die zerkleinerten Küchenabfälle und  
30 Speisereste schwerkraftbedingt weiter in den Tank 6.

Figur 3 zeigt in einer schematischen perspektivischen Ansicht das Mahlwerk 3. Das Mahlwerk 3 umfasst einen Rotor 30, welcher um eine Drehachse 300 herum rotiert und von einem Antrieb 32 in Form eines Elektromotors angetrieben wird, mit dessen Motorwelle der Rotor 30 entsprechend verbunden ist. Der Antrieb 32 ist vorteilhaft mit einer starken Bremse versehen, welche bei einer  
 5 Öffnung des Deckels 10 während des Betriebs des Antriebs 3 diesen sofort anhält.

Der Rotor 30 umfasst unterschiedlich geformte Mitnehmer 34, welche die zu zerkleinernden organischen Küchenabfälle und Speisereste mitführen und entsprechend in eine Rotationsbewegung versetzen kann. Ein Messerkranz 36 ist vorgesehen, welcher den Rotor 30 umgibt und welcher als Stator dient. Die von dem Rotor 30 in eine Rotationsbewegung versetzten  
 10 organischen Küchenabfälle und Speisereste werden entsprechend durch Zentrifugalkräfte an den Messerkranz 36 gedrückt und an diesem so entlang geführt, dass eine Zerkleinerung in den entsprechenden Zwischenräumen zwischen den Messern stattfindet. Die Mitnehmer 34 streichen ihrerseits an dem Messerkranz 36 entlang, so dass sich durch die zwischen den Messern 36 befindlichen Zwischenräume hindurch erstreckende organische Küchenabfälle und Speisereste  
 15 durch den Mitnehmer 34 abgesichert werden können. Andere Ausführungen des Mahlwerks 3 sind ebenfalls denkbar. Der Sensor 84 erfasst die Drehzahl, das Drehmoment und den Drehwiderstand des Antriebs 32.

Figur 4 ist schematisch eine perspektivische Seitenansicht eines Details des Rotors 30 des Mahlwerks 3 zu entnehmen. Der Rotor 30 weist an seiner Unterseite 37 eine Mehrzahl von  
 20 Pumpelementen in Form von sich von der Unterseite 37 nach unten erstreckenden Stegen 38 auf, welche zum Einbringen eines Bewegungsimpulses auf eine unterhalb des Mahlwerks 3 befindliche Masse in Richtung zur Pumpe 5 eingerichtet sind. Dadurch kann den mittels des Mahlwerks 3 homogenisierten Küchenabfällen und Speiseresten ein Impuls übertragen werden, welcher ein Fördern der vorgenannten Masse in Richtung der Pumpe 5 unterstützt.

25 Im Folgenden wird ein Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten beispielhaft anhand der vorgenannten Vorrichtung 1 beschrieben, und in den Figuren 5 und 6 gezeigt, welche einen unten im Detail beschriebenen Mahlstrom 13 im Trichter 2 zeigen.

In einem ersten Schritt werden zu zerkleinernde Küchenabfälle und Speisereste in den Trichter 2  
 30 eingebracht und anschließend der Deckel 10 geschlossen. Nachdem der Deckel 10 in den geschlossenen Zustand gebracht wurde, erhält die Steuerung 8 ein entsprechendes Signal und startet den Bearbeitungszyklus durch die Vorrichtung 1.

Zunächst wird eine bestimmte Menge an Prozesswasser über den in der Produktleitung 7 vorgesehenen Wassereinlass 16 in die Produktleitung 7 eingebracht. Wenn der dritte Sensor 83 detektiert, dass die Produktleitung 7 bis zu einem bestimmten Niveau mit Wasser gefüllt ist, erhält die Steuerung 8 ein entsprechendes Signal und beendet das Einleiten des Prozesswassers in die Produktleitung 7. Zudem startet die Steuerung 8 den Antrieb 32. Dadurch werden der Rotor 30 und die daran befestigte Vorzerkleinerungseinheit 4 in Rotation versetzt. Durch die Drehung der Vorzerkleinerungseinheit 4 beginnt diese, die im Trichter 2 befindlichen Küchenabfälle und Speisereste zu zerkleinern beziehungsweise vorzuzerkleinern, im Wesentlichen, in dem die Vorzerkleinerungsmesser 46 die Küchenabfälle und Speisereste zerschneiden und zerschlagen.

Da die Pumpe 5 sich im ausgeschalteten Zustand befindet, werden die Küchenabfälle und Speisereste nicht durch das Mahlwerk 4 hindurch abgesaugt, sondern verbleiben im Trichter 2 und werden dort weiter zerkleinert. Durch das Vorzerkleinern der Küchenabfälle und Speisereste werden die Zellstrukturen der Bioabfälle bereits im Trichter 2 derart weitgehend zertrümmert, dass bereits im Trichter 2 das in den Küchenabfällen und Speiseresten enthaltene Wasser ausgelöst wird, welches dadurch nutzbar gemacht wird, bevor die Küchenabfälle und/oder Speisereste im Mahlwerk 3 zerkleinert werden.

Aus den zerkleinerten Küchenabfällen und Speiseresten und dem herausgeschlagenen Eigenwasser bildet sich im Trichter 2 aufgrund der Drehbewegung der Vorzerkleinerungseinheit 4 eine wässrige Suspension mit einer breiartigen Konsistenz. Die so vorzerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste erleichtern ein späteres Zerkleinern durch das Mahlwerk 3, wenn diese aufgrund eines Einsetzens der Pumpe 5 aus dem Trichter 2 durch das Mahlwerk 3 hindurch abgesaugt werden. Um den Wasseranteil dieser Suspension zu erhöhen, kann über die Düse 14 Prozesswasser hinzugegeben werden.

Aufgrund der Rotation der Vorzerkleinerungseinheit 4 wird neben dem Effekt des Zerkleinerns zudem Energie auf die Küchenabfälle und Speisereste übertragen und diese im Trichter 2 in Rotation versetzt. Dadurch erzeugt die Vorzerkleinerungseinheit 4 im Trichter 2 einen zirkulierenden Mahlstrom 13. Die Küchenabfälle und/oder Speisereste im Trichter erfahren folglich durch die Vorzerkleinerungseinheit 4 zusätzlich ein Verrühren beziehungsweise Vermischen. Im Trichter 2 entsteht dadurch der Mahlstrom 13, der in horizontaler und gleichzeitig in vertikaler Richtung das Material im Trichter 2 zirkulieren lässt. Im durch die Vorzerkleinerungseinheit 4 erzeugten zirkulierenden Mahlstrom 13 drehen die Küchenabfälle und/oder Speisereste je nach Position im Trichter 2 mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Je näher sich Küchenabfälle und Speisereste an der Vorzerkleinerungseinheit 4 befinden, desto höher ist deren Geschwindigkeit. Mit zunehmenden Abstand zur Vorzerkleinerungseinheit 4 und abnehmenden Abstand zur

Trichterwand 20 nimmt die Geschwindigkeit ab, wobei die Teilchen insbesondere durch Reibung an den Trichterwänden 20 und untereinander gebremst werden. Die unterschiedlich schnell bewegten Teile beziehungsweise Masseströme sowie deren Reibung untereinander bewirken ein weiteres Zerkleinern der Küchenabfälle und Speisereste im Mahlstrom 13, wodurch eine nochmals

5 verstärkte Vorhomogenisierung der Küchenabfälle und Speisereste bereits im Trichter 2 erfolgt. Durch die Vorzerkleinerung bildet sich im Trichter 2 mithin eine relativ homogene Biomasse aus, wobei nach und nach der gesamte Inhalt des Trichters 2 durch den Mahlstrom 13 bewegt und zerkleinert wird.

Figur 5 zeigt schematisch eine Schnittansicht des Trichters 2. Der Mahlstrom ist mittels der mit dem

10 Bezugszeichen 13 bezifferten Pfeile angedeutet. Die Stärke beziehungsweise Dicke der Pfeile ist dabei ein Maß für die Geschwindigkeit. Wie Figur 5 zu entnehmen, erfahren die im Trichter 2 befindlichen Stoffe während des Vorzerkleinerns im Bereich der Trichtermitte eine starke Beschleunigung in Richtung des Trichterbodens 22 und werden dort nach außen und oben abgelenkt, wobei sie im Wesentlichen aufgrund der Reibung an der Trichterwand 20 und

15 untereinander verlangsamt werden. Oben angekommen werden sie wieder vom Sog der (hier nicht gezeigten) Vorzerkleinerungseinheit 4 erfasst und erneut nach unten beschleunigt. Gleichzeitig werden die Stoffe weiter zerkleinert.

Figur 6 zeigt schematisch eine perspektivische Seitenansicht der Vorrichtung 1. Erneut ist der Mahlstrom mittels der mit dem Bezugszeichen 13 bezifferten Pfeile angedeutet. Die Stärke

20 beziehungsweise Dicke der Pfeile ist dabei wiederum ein Maß für die Geschwindigkeit der bewegten Stoffe.

Wie aus den Figuren 5 und 6 zu entnehmen, bildet die Vorzerkleinerungseinheit 4 im Trichter 2 einen Mahlstrom 13 in horizontaler und gleichzeitig in vertikaler Richtung aus.

Nichtorganische Stoffe, wie Textilien, Kunststoffartikel wie Folien oder Handschuhe werden

25 während des Vorzerkleinerns an den Vorzerkleinerungsmessern 46 gefangen und aufgewickelt und so von den organischen Bestandteilen separiert.

Ferner werden ferromagnetische Stoffe, wie Messer oder Gabeln, durch ein Aufbringen einer magnetischen Kraft mittels des Magnetelements 9 aus dem Mahlstrom 13 aussortiert. Die ferromagnetischen Stoffe bleiben dabei aufgrund der magnetischen Kraft im Bereich des

30 Magnetelements 9 an der Trichterwand 20 haften.

Um den Wassergehalt der Suspension aus den vorzerkleinerten Küchenabfällen und Speiseresten zu erhöhen, kann über die Düse 14 zusätzlich Prozesswasser beigemischt werden.

Das Vorzerkleinern erfolgt für die Dauer einer zuvor an der Bedieneinheit 80 gewählten Zeitspanne, bevor die Pumpe 5 gestartet und so das Abpumpen der vorzerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste aus dem Trichter 2 und somit das Zerkleinern durch das Mahlwerk 3 gestartet wird.

5 Nach einer vorgegebenen Zeitspanne des Abpumpens wird durch die Düse 14 der Trichter 2 und der Deckel 10 mittels eingespritzten Prozesswassers bespritzt. Das hat zur Folge, dass das Prozesswasser breit über die noch im Trichter befindliche Biomasse versprüht wird und der Deckel und der Trichterbereich grob gereinigt werden.

Während des Abpumpens wird der Flüssigkeitsstand in der Produktleitung erfasst, wobei bei Unterschreiten eines vorgegebenen Flüssigkeitsstands das Abpumpen beendet wird.

10 Im Folgenden wird ein Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, gemäß einer alternativen Ausbildung beschrieben. Das Verfahren gemäß der alternativen Ausbildung entspricht im Wesentlichen dem zuvor beschriebenen Verfahren, wobei der Betriebszyklus einen höheren Automatisierungsgrad aufweist.

15 Das Vorzerkleinern wird hier nicht bereits bei geschlossenem Deckel 10 gestartet, sondern erst, wenn zusätzlich der zweite Sensor 82 erkennt, dass ein vorgegebener Füllstand erreicht ist. Der zweite Sensor 82 übermittelt dann ein entsprechendes Signal an die Steuerung 8, welche darauf die Vorzerkleinerung 4 startet.

20 Die Drehzahl der Vorzerkleinerungseinheit 4 wird während des Vorzerkleinerns zwischen einer Drehzahl von 700 und 2800 Umdrehungen pro Minute variiert, um ein verbessertes Durchmischungsverhältnis und eine gute Zerkleinerung unterschiedlicher Stoffe zu erzielen. Zudem wird der Drehsinn der Vorzerkleinerungseinheit 4 während des Vorzerkleinerns mehrfach gewechselt.

25 Ferner wird die Vorzerkleinerung nicht für eine vorgegebene Zeitspanne betrieben, sondern beginnt, wenn eine durch den Sensor 84 und die Steuerung 8 ermittelte Änderung des Drehwiderstands des Antriebs 32 in einem vorgegebenen Drehzahlbereich unterhalb eines bestimmten Grenzwerts beziehungsweise Grenzbetrags liegt. Die vorgenannte zeitliche Änderung wird hier als Maß für den Grad der Homogenisierung der Küchenabfälle und/oder Speisereste genutzt, wobei, wenn die zeitliche Änderung geringer ist als der Grenzwert, die durch das  
30 Vorzerkleinern entstandene Masse hinreichend homogen ist, so dass ein effektives Abpumpen durch die Pumpe und ein gleichzeitig erfolgendes Zerkleinern im Mahlwerk möglich ist.

Das Einspritzen des Prozesswassers zum Vorreinigen wird ferner ausgelöst durch ein Signal des ersten Sensors 81, wenn dieser einen vorgegebenen Leerstand im Trichter 2 ermittelt. Nach dem Beenden des Abpumpens wird zudem erneut Prozesswasser durch die Düse 14 in den Trichter 2 geleitet, bis der erste Sensor 81 detektiert, dass der Wasserpegel oberhalb des Mahlwerks 3 ist.

5 Dadurch wird verhindert, dass im Mahlwerk 4 Reste der zerkleinerten Küchenabfälle und Speisereste antrocknen und verkrusten.

Die vorliegende Beschreibung bezieht sich auch auf ein Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, umfassend den Schritt des Beschickens eines Trichters 2 zum Aufnehmen  
 10 von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, welcher an einem Trichterboden 22 mit einem Mahlwerk 3 zum Zerkleinern, bevorzugt Homogenisieren, der Küchenabfälle und/oder Speisereste versehen und von dem Mahlwerk 3 über eine Produktleitung 7 mit einer Pumpe 5 zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste verbunden ist, mit zu zerkleinernden  
 15 Küchenabfällen und/oder Speiseresten, und den Schritt des Abpumpens der durch das Mahlwerk 3 zerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels der Pumpe 5, wobei ferromagnetische Stoffe durch ein Aufbringen einer magnetischen Kraft zumindest in einem Bereich einer Trichterwand 20 des Trichters 2 aus den Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt  
 zumindest während des Vorzerkleinerns, aussortiert werden.

Die Vorrichtung 1 weist entsprechend bevorzugt eine Magnetvorrichtung auf, mittels welcher die  
 20 magnetische Kraft in zumindest einem Bereich der Trichterwand 20 des Trichters 2 aufgebracht werden kann. Die Magnetvorrichtung kann beispielsweise in Form eines Elektromagneten oder eines Permanentmagneten vorgesehen sein.

Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu  
 25 verlassen.

Bezugszeichenliste

|    |          |                            |
|----|----------|----------------------------|
|    | 1        | Vorrichtung                |
|    | 2        | Trichter                   |
|    | 20       | Trichterwand               |
| 5  | 22       | Trichterboden              |
|    | 3        | Mahlwerk                   |
|    | 30       | Rotor                      |
|    | 32       | Antrieb                    |
|    | 34       | Mitnehmer                  |
| 10 | 36       | Messerkranz                |
|    | 37       | Unterseite                 |
|    | 38       | Steg                       |
|    | 300      | Drehachse                  |
|    | 4        | Vorzerkleinerungseinheit   |
| 15 | 46       | Vorzerkleinerungsmesser    |
|    | 400      | Drehachse                  |
|    | 5        | Pumpe                      |
|    | 6        | Tank                       |
|    | 7        | Produktleitung             |
| 20 | 8        | Steuerung                  |
|    | 80       | Bedieneinheit              |
|    | 81       | Sensor                     |
|    | 82       | Sensor                     |
|    | 83       | Sensor                     |
| 25 | 84       | Sensor                     |
|    | 9        | Magnet                     |
|    | 10       | Deckel                     |
|    | 11       | Horizontale                |
|    | 12       | Erdbeschleunigungsrichtung |
| 30 | 13       | Mahlstrom                  |
|    | 14       | Düse                       |
|    | 15       | Transportleitung           |
|    | 16       | Wassereinlass              |
|    | $\alpha$ | Neigungswinkel             |
| 35 | $\beta$  | Winkel                     |

Ansprüche

1. Verfahren zum Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, umfassend den Schritt des Beschickens eines Trichters (2) zum Aufnehmen von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, welcher an einem Trichterboden (22) mit einem Mahlwerk (3) zum Zerkleinern, bevorzugt Homogenisieren, der Küchenabfälle und/oder Speisereste versehen und von dem Mahlwerk (3) über eine Produktleitung (7) mit einer Pumpe (5) zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste verbunden ist, mit zu zerkleinernden Küchenabfällen und/oder Speiseresten, und den Schritt des Abpumpens der durch das Mahlwerk (3) zerkleinerten Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels der Pumpe (5),

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- vor dem Schritt des Abpumpens in dem Trichter (2) ein Vorzerkleinern der in dem Trichter (2) befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste mittels einer in den Trichter (2) ragenden Vorzerkleinerungseinheit (4) durchgeführt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Vorzerkleinern durch die Vorzerkleinerungseinheit (4) ein im Trichter (2) zirkulierender Mahlstrom (13) erzeugt wird, wobei die Vorzerkleinerungseinheit (4) bevorzugt durch eine Drehbewegung um eine Drehachse (400) der Vorzerkleinerungseinheit (4) den zirkulierenden Mahlstrom (13) im Trichter (2) erzeugt.
3. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und/oder während des Vorzerkleinerns eine vorgegebene Menge an Prozesswasser in den Trichter (2) und/oder in die Produktleitung (7) eingeleitet wird, bevorzugt über eine im Trichter (2) und/oder in der Produktleitung (7) angeordnete Düse (14) und/oder einen Wassereinlass (16).
4. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Vorzerkleinerns ein Separieren von nichtorganischen Stoffen erfolgt, bevorzugt durch Verfangen und/oder Aufwickeln der nichtorganischen Stoffe an zumindest einem Vorsprung, bevorzugt einem Vorzerkleinerungsmesser (46), besonders bevorzugt einem zumindest teilweise stumpfkantigen Vorzerkleinerungsmesser (46), der Vorzerkleinerungseinheit (4).

5. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ferromagnetische Stoffe durch ein Aufbringen einer magnetischen Kraft zumindest in einem Bereich einer Trichterwand (20) des Trichters (2) aus den Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zumindest während des Vorzerkleinerns, aussortiert werden.  
5
6. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Schlussphase des Abpumpens der Trichter (2) und/oder ein den Trichter (2) während des Betriebs bedeckender Deckel (10) mittels eingespritzten Prozesswassers vorgereinigt wird.
- 10 7. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorzerkleinerungseinheit (4) und/oder das Mahlwerk (3) mit einer Drehzahl von 700 bis 2800 Umdrehungen pro Minute, bevorzugt mit einer Drehzahl von 1400 Umdrehungen pro Minute rotieren, wobei die Vorzerkleinerungseinheit (4) und das Mahlwerk (3) bevorzugt synchron rotieren.
- 15 8. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl der Vorzerkleinerungseinheit (4) und/oder des Mahlwerks (3) variiert wird und/oder die Drehung der Vorzerkleinerungseinheit (4) und/oder des Mahlwerks (3) unterbrochen wird und/oder der Drehsinn der Vorzerkleinerungseinheit (4) und/oder des Mahlwerks (3) umgekehrt wird.
- 20 9. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren zumindest teilweise automatisiert ist, wobei bevorzugt zumindest der Beginn des Vorzerkleinerns und/oder das Beenden des Abpumpens automatisch erfolgen, wobei bevorzugt ein Sensorsignal den Beginn des Vorzerkleinern und/oder den Beginn und/oder die Beendigung des Abpumpens auslöst.
- 25 10. Vorrichtung (1) zum Zerkleinern von Zerkleinern von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, bevorzugt zum Homogenisieren von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, umfassend einen Trichter (2) zum Aufnehmen von Küchenabfällen und/oder Speiseresten, ein an einem Trichterboden (22) des Trichters (2) angeordnetes Mahlwerk (3) zum Zerkleinern, bevorzugt Homogenisieren, der Küchenabfälle und/oder Speisereste und eine über eine Produktleitung (7) mit dem Mahlwerk (3) verbundene Pumpe (5) zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste, wobei in dem Trichter (2) eine sich von dem Trichterboden (22) in das Innere des Trichters (2) erstreckende Vorzerkleinerungseinheit (4) zum Vorzerkleinern der in dem Trichter (2)  
30

befindlichen Küchenabfälle und/oder Speisereste angeordnet ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 5 eine Steuerung (8) vorgesehen ist, die dazu eingerichtet ist, ein Vorzerkleinern mittels der Vorzerkleinerungseinheit (4) und anschließend ein Einschalten der Pumpe (5) zum Abpumpen zerkleinerter Küchenabfälle und/oder Speisereste zu steuern.
11. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Sensor (81, 82, 83) zum Erfassen eines Füllstands in dem Trichter (2) und/oder in der Produktleitung vorgesehen ist, wobei die Steuerung (8) dazu eingerichtet ist, ein  
10 Sensorsignal des Sensors zu empfangen.
12. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Sensoren (81, 82) vorgesehen sind, wobei ein erster Sensor (81) zum Erfassen eines Leerstandes des Trichters (2) vorgesehen ist und ein zweiter Sensor (82) zum Erfassen eines vorgegebenen Füllstands, bevorzugt eines Betriebsbeginn-  
15 Füllstands, vorgesehen ist, wobei die Steuerung (8) dazu eingerichtet ist, Sensorsignale des ersten und zweiten Sensors (81, 82) zu empfangen.
13. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer Sensor (83) zum Erfassen eines Flüssigkeitsstands in der Produktleitung vorgesehen ist, wobei die Steuerung (8) dazu eingerichtet ist, ein Sensorsignal des  
20 weiteren Sensors (83) zu empfangen.
14. Vorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (8) dazu eingerichtet ist, ein Drehmoment und/oder einen Drehwiderstand eines das Mahlwerk (3) und/oder die Vorzerkleinerungseinheit (4) antreibenden Antriebs (23), bevorzugt eines Elektromotors, zu erfassen, wobei die  
25 Steuerung (8) bevorzugt ferner dazu eingerichtet ist, bei Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwerts einer zeitlichen Änderung des Drehmoments und/oder des Drehwiderstands des Antriebs (32) die Pumpe (5) einzuschalten.
15. Vorrichtung (1) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rotor (30) des Mahlwerks (3) an seiner Unterseite (37) zumindest ein Pumpelement, bevorzugt in Form eines Steges (38), zum Einbringen eines Bewegungsimpulses auf eine unterhalb des Mahlwerks (3) befindliche Masse in  
30 Richtung der Pumpe (5) aufweist.