



(10) **DE 10 2018 105 232 A1** 2019.09.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 105 232.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **12.09.2019**

(51) Int Cl.: **H05B 6/68 (2006.01)**

F24C 7/02 (2006.01)

H05B 6/74 (2006.01)

(71) Anmelder:

**RATIONAL Aktiengesellschaft, 86899 Landsberg,
DE**

(74) Vertreter:

**Prinz & Partner mbB Patentanwälte
Rechtsanwälte, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

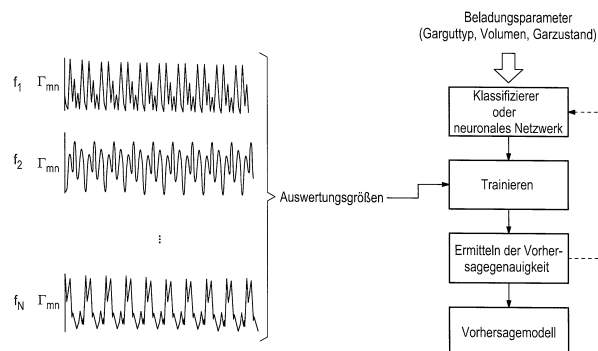
**Meo, Fernando, 86899 Landsberg, DE; Pizzolato,
Elisa, 86899 Landsberg, DE; Schwalb, Daniel,
86899 Landsberg, DE; Rödiger, Philipp, 86899
Landsberg, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines Garraums von einem Gargerät sowie Gargerät**

(57) Zusammenfassung: Es ist beschrieben ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines Garraums von einem Gargerät mittels elektromagnetischer Strahlung, bei dem Messungen von wenigstens einer Messgröße verwendet werden. Eine erste Messung wird bei einer ersten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt. Zumindest eine zweite Messung wird bei einer zweiten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt, die unterschiedlich zur ersten räumlichen Verteilung des elektrischen Felds ist. Die zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße werden ausgewertet, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem ein mathematisches Modell angewendet wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist. Ferner ist ein Gargerät beschrieben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines Garraums von einem Gargerät mittels elektromagnetischer Strahlung. Ferner betrifft die Erfindung ein Gargerät.

[0002] Gargeräte, die unter anderem in Profi- bzw. Großraumküchen zum Einsatz kommen, weisen einen Garraum auf, in den Gargut eingebracht werden kann, das beispielsweise mittels elektromagnetischer Strahlung, also Mikrowellen, gegart wird. Hierzu ist eine entsprechende Mikrowellenquelle vorgesehen. Neben der Mikrowellenquelle kann ein derartiges Gargerät eine Heißluft-Heizvorrichtung, einen Dampfgenerator und/oder einen Lüfter umfassen, wobei sich über diese Gargerätkomponenten die Garraumatmosfera im Garraum einstellen lässt.

[0003] Die Gargeräte können zudem eine Steuer- und Auswerteeinheit umfassen, über die von Sensoren bzw. Messgeräten bereitgestellte Messergebnisse ausgewertet werden können, um auf bestimmte Parameter während des Garvorgangs zu schließen, beispielsweise Luftfeuchte- und/oder Temperatursensoren.

[0004] Bei den mittels der Steuer- und Auswerteeinheit ausgewerteten Daten kann es sich auch um sogenannte Netzwerkparameter handeln, zu denen unter anderem die Leistung der vorlaufenden bzw. der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen eines Kanals einer Kanalmatrix gehören, dem eine Antenne zugeordnet ist, über die elektromagnetische Strahlung in den Garraum eingespeist wird. Bei der Kanalmatrix handelt es sich um die unterschiedlichen Übertragungskanäle, die sich aufgrund der wenigstens einen Antenne einstellen, die zur Einspeisung der elektromagnetischen Strahlung vorgesehen ist. Die erfassten Netzwerkparameter werden dabei verwendet, um das Garen des Garguts zu optimieren, also die Effizienz des Garprozesses zu erhöhen, indem die Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen möglichst reduziert wird.

[0005] Es ist bekannt, dass das durch die elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen) erzeugte elektrische Feld, insbesondere dessen räumliche Verteilung, sowie die Belegung des Garraums, beispielsweise durch Gargut und/oder Garzubehör, einen Einfluss auf die Netzwerkparameter hat. Generell werden sämtliche, an den Antennen bzw. über die Antennen messbaren Messgrößen vom elektrischen Feld und der Belegung des Garraums beeinflusst. Insofern werden Simulationen bei einem festen elektrischen Feld durchgeführt, um die räumliche Verteilung des elektrischen Felds zu ermitteln. Sobald die räumliche Verteilung ermittelt worden ist, kann aufgrund der gemessenen Netzwerkparameter und der simulierten

räumlichen Verteilung des elektrischen Felds auf die Belegung des Garraums geschlossen werden. Die hierfür notwendige Simulation benötigt jedoch einen hohen Rechenaufwand.

[0006] Ferner sind aus dem Stand der Technik Verfahren bekannt, bei denen ein Beladungsparameter des Garraums mittels eines optischen Sensors erfasst wird. Hierbei werden Garguterkennungs- bzw. Gargutvermessungsalgorithmen verwendet, um auf den Garguttyp, die Position des Garguts im Garraum und/oder das Kaliber des Garguts zu schließen.

[0007] Die Erkennung des Beladungsparameters des Garraums ist vorteilhaft, da es nicht mehr nötig ist, dass der Bediener bzw. Benutzer des Gargeräts die entsprechenden Informationen manuell eingibt. Zudem lässt sich hierdurch der zumindest eine ablaufende Garprozess verbessern, da dieser auf die Beladung optimal abgestimmt werden kann. In einem optimalen Fall muss der Benutzer des Gargeräts nur noch sein Wunschergebnis eingeben, da die Garguterkennungs- bzw. Gargutvermessungsalgorithmen das Kaliber und die Art des Garguts erkennen, sodass unter anderem über den wenigstens einen Beladungsparameter des Garraums der Garprozess entsprechend automatisiert angepasst wird.

[0008] Als nachteilig hat sich bei den aus dem Stand der Technik bekannten Möglichkeiten zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters des Garraums jedoch herausgestellt, dass diese aufwendig und somit teuer sind. Zudem sind die entsprechenden Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters zeitintensiv, weswegen sie für eine Echtzeitüberwachung nur eingeschränkt geeignet sind. Des Weiteren können die optischen Systeme nicht unter allen Bedingungen verwendet werden, beispielsweise bei hohen Temperaturen bzw. bei starkem Dampf.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine schnelle Möglichkeit bereitzustellen, einen Beladungsparameter eines Garraums von einem Gargerät zuverlässig zu erkennen.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines Garraums von einem Gargerät mittels elektromagnetischer Strahlung, bei dem Messungen von wenigstens einer Messgröße verwendet werden, wobei:

- eine erste Messung bei einer ersten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt wird,
- zumindest eine zweite Messung bei einer zweiten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen

Felds durchgeführt wird, die unterschiedlich zur ersten räumlichen Verteilung des elektrischen Felds ist, und

- die zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße ausgewertet werden, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem ein mathematisches Modell angewandt wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist.

[0011] Der Grundgedanke der Erfindung ist es, dass der wenigstens eine Beladungsparameter eines geschlossenen Garraums aus einer zumindest zwei Messungen umfassenden Messreihe wenigstens einer Messgröße ermittelt werden kann, die auch Messparameter genannt wird. Hierzu werden bei einem gegebenen (fixen) Beladungszustand des Garraums zumindest zwei Messungen bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds, also des Mikrowellenfelds, durchgeführt und die erhaltenen Messergebnisse hinsichtlich der wenigstens einer Messgröße entsprechend ausgewertet, um die wenigstens eine Auswertungsgröße zu erhalten.

[0012] Es wird also gerade kein festes elektrisches Feld während der gesamten Messreihe benötigt, wie dies im Stand der Technik der Fall ist, wenn Messungen mittels elektromagnetischer Wellen durchgeführt werden. Erfindungsgemäß ist hierdurch sichergestellt, dass der gesamte Bereich des Garraums durch die elektromagnetische Strahlung abgedeckt werden kann, um Informationen hinsichtlich des Beladungszustands des gesamten Garraums bzw. des jeweiligen Beladungsparameters zu erhalten, wohingegen bei einer gleichbleibenden räumlichen Verteilung nur ein Teil des Garraums durch die elektromagnetische Strahlung abgedeckt wäre. Aufgrund der mehreren unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds können verschiedene Bereiche des Garraums sensorisch erfasst bzw. „elektromagnetisch abgetastet“ werden.

[0013] Es ist dabei nicht nötig, dass die räumliche Verteilung des elektrischen Feldes bekannt ist. Insofern handelt es sich um unbekannte räumliche Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds. Das Verfahren zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters ist aufgrund der verwendeten elektromagnetischen Wellen entsprechend schnell, sodass es sich für eine Echtzeitüberwachung des Garraums besonders gut eignet.

[0014] Aufgrund der Echtzeitüberwachung des Garraums ist es möglich, die Einstellungen des Garpro-

zesses dynamisch an den wenigstens einen Beladungsparameter während des Betriebs anzupassen, um auf Veränderungen der Garraumbelegung (Beladung des Garraums) zu reagieren.

[0015] Sofern mehrere unterschiedliche Messungen durchgeführt werden, kann eine statistische Auswertung der Messergebnisse vorgenommen werden, um den Beladungsparameter zu bestimmen. Die statistische Auswertung ist mit deutlich geringerem rechen-technischen Aufwand verbunden als beispielsweise eine Simulation des elektromagnetischen Felds, insbesondere dessen räumliche Verteilung, weswegen eine Echtzeitüberwachung möglich ist, was bei einer Simulation gerade nicht der Fall ist.

[0016] Bei der Messreihe kann auf die Messgröße bzw. den Messparameter abgestellt werden, die bzw. der beispielsweise an der wenigstens einen Antenne gemessen wird. Insofern handelt es sich bei der Messgröße um eine antennenseitig sensorisch erfassbare Messgröße.

[0017] Die Auswertung der zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße wird auch als Gruppieren („grouping“) bezeichnet, da die Messergebnisse der zumindest zwei Messungen entsprechend gruppiert bzw. zusammengefasst werden.

[0018] Das verwendete mathematische Modell stellt einen Zusammenhang zwischen der wenigstens einen Auswertungsgröße und dem zumindest einen Beladungsparameter her, sodass eine Korrelation der wenigstens einen Messgröße, aus der die Auswertungsgröße gewonnen wird, und des zumindest einen Beladungsparameters ausgenutzt werden kann.

[0019] Das mathematische Modell kann eine Gleichung, ein Gleichungssystem und/oder ein (angewandtes) Maschinenlernmodell umfassen.

[0020] Das verwendete Verfahren zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters ist zudem kostengünstig implementierbar, da auf bestehende Komponenten des Gargeräts zurückgegriffen werden kann.

[0021] Die elektromagnetische Strahlung, die in den Garraum eingespeist wird, kann über eine Mikrowellenquelle bereitgestellt werden, die kohärente Mikrowellen aussendet, beispielsweise über einen Oszillator mit engem Frequenzspektrum bzw. über eine Halbleiter-Mikrowellenquelle, die auch als „Solid State Microwave Generator“ (SSMG) oder „Solid State Device“ (SSD) bezeichnet wird. Die erzeugte elektromagnetische Strahlung wird dann über zumindest eine der Mikrowellenquelle zugeordnete Antenne in den Garraum eingespeist, wobei die elektromagneti-

sche Strahlung das elektrische Feld im Garraum erzeugt.

[0022] Die verwendete elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen) kann eine geringe Leistung haben, die auch als Sensorleistung bezeichnet werden kann. Die geringe Leistung bzw. Sensorleistung ist so gering, dass sie nicht zum Aufwärmen des Garguts verwendet werden kann. Das Aufwärmen des Garguts mittels elektromagnetischer Strahlung (Mikrowellen) kann im Gegensatz zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters über eine sogenannte Heizleistung erfolgen, die entsprechend größer ist.

[0023] Insofern können separat zur Heizung ausgebildete Sensormikrowellenquellen verwendet werden, die lediglich die elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen) mit einer geringen Leistung bzw. Sensorleistung bereitstellen. Das Gargut kann auch über andere Techniken als Mikrowellen erwärmt bzw. gegart werden, beispielsweise Heißluft.

[0024] Es kann jedoch auch eine elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen) verwendet werden, mit der das Gargut erwärmt und (gleichzeitig) der Beladungsparameter bestimmt werden kann.

[0025] Allgemein lässt sich das Verfahren bei Gargeräten anwenden, die mit Heißluft, Dampf, Mikrowellen, Infrarotstrahlung oder ähnlichen Techniken ein Gargut garen.

[0026] Da zur Bestimmung des Beladungsparameters elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen) verwendet wird, kann diese Technik im Gegensatz zu optischen Systemen auch bei hohen Temperaturen bzw. starkem Dampf eingesetzt werden.

[0027] Generell umfasst der Beladungsparameter Informationen hinsichtlich der Beladung des Garraums, beispielsweise durch Gargut und/oder Garzubehör.

[0028] Der Trainingsparameter, der vom mathematischen Modell verwendet wird, stellt einen die wenigstens eine Auswertungsgröße umfassende Relation her, über die der Beladungsparameter ermittelt werden kann.

[0029] Gemäß einem Aspekt wird die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds geändert, indem die räumliche Verteilung des elektrischen Felds über eine Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils, einen Modenmischer, die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die (relative) Leistung der elektromagnetischen Strahlung und/oder die (relative) Phase der elektromagnetischen Strahlung verändert werden bzw. wird. Insofern liegen mehrere Möglichkeiten vor, um die räumliche Verteilung des elektrischen

Felds zwischen den einzelnen Messungen der wenigstens einen Messgröße zu verändern. Die Einstellungen der Mikrowellenquelle können unverändert belassen werden, beispielsweise feste Frequenz und feste relative Phase bei mehreren Antennen, wobei die räumliche Verteilung aufgrund eines Modenmischers oder einer Bewegung des elektrisch leitfähigen Bauteils verändert wird. Die Einstellungen der Mikrowellenquelle können auch zusätzlich zum Betrieb des Modenmischers zwischen den einzelnen Messungen verändert werden, beispielsweise die Frequenz.

[0030] Die oben genannten Parameter können auch als Steuerparameter angesehen werden, über die die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds beeinflusst bzw. gesteuert wird. Wie oben bereits erwähnt, können mehrere Steuerparameter gleichzeitig geändert werden, um die räumliche Verteilung zu verändern.

[0031] Die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils bzw. der Modenmischer können zur Veränderung der räumlichen Verteilung verwendet werden, sofern nur eine Antenne vorgesehen ist bzw. mehrere Antennen vorgesehen sind, jedoch nur eine Antenne aktiv ist.

[0032] Sofern mehrere Antennen vorgesehen sind und zumindest zwei Antennen gleichzeitig aktiv sind, kann die räumliche Verteilung durch die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils bzw. den Modenmischer, die relative Phase zwischen den Antennen und/oder die relative Leistung zwischen den Antennen verändert werden. Bei mehreren aktiven Antennen können also zusätzlich zu den Steuerparametern bei nur einer aktiven Antenne die relative Phase zwischen den Antennen und/oder die relative Leistung zwischen den Antennen als Steuerparameter vorgesehen sein.

[0033] In Abhängigkeit des Steuerparameters zur Veränderung der räumlichen Verteilung bieten sich besondere Messgrößen an. Beispielsweise lässt sich die Veränderung der räumlichen Verteilung über die Streuparameter bzw. Netzwerkparameter besonders einfach erfassen, sofern die Veränderung der räumlichen Verteilung des elektrischen Felds über eine Änderung der relativen Phase hervorgerufen wurde.

[0034] Wie bereits erläutert kann die räumliche Verteilung verändert werden, wenn nur eine Antenne aktiv ist, auch wenn mehrere Antennen vorgesehen sind.

[0035] Auch kann die räumliche Verteilung verändert werden, wenn mehrere Antennen gleichzeitig aktiv sind.

[0036] Insbesondere wird ein im Garraum angeordnetes Lüfterrad als Modenmischer verwendet. Dem entsprechend können die in einem Gargerät bereits vorhandenen Bauteile verwendet werden, um die räumliche Verteilung des durch elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds zwischen den einzelnen Messungen der Messreihe in einfacher Weise zu verändern.

[0037] Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass die wenigstens eine Messgröße die Amplitude, die Phase, ein Netzwerkparameter, die Leistung von vorlaufenden elektromagnetischen Wellen, die Leistung von rücklaufenden elektromagnetischen Wellen und/oder das Verhältnis der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und rücklaufenden elektromagnetischen Wellen ist. Die entsprechende(n) Leistung(en) lässt bzw. lassen sich ermitteln, indem die elektromagnetischen Wellen über Richtkoppler ausgekoppelt werden, der der jeweiligen Antenne zugeordnet ist, über die die elektromagnetische Strahlung in den Garraum eingespeist wird. Die jeweilige Leistung der ausgekoppelten elektromagnetischen Wellen kann dann über eine Messeinheit gemessen werden.

[0038] Bei der Amplitude bzw. Phase kann es sich um die Amplitude bzw. Phase der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen oder die Amplitude bzw. Phase der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen handeln.

[0039] Bei den vorlaufenden elektromagnetischen Wellen handelt es sich um die elektromagnetischen Wellen, die von der wenigstens einen Mikrowellenquelle zur zugeordneten Antenne laufen, wohingegen die rücklaufenden elektromagnetischen Wellen diejenigen sind, die vom Garraum in die entsprechende Antenne zurückreflektiert werden.

[0040] Die elektromagnetischen Wellen können aufgrund einer schlechten Anpassung der Antenne von dieser selbst zurückreflektiert werden. Allerdings können die elektromagnetischen Wellen auch bei einer guten Anpassung zurückreflektiert werden, beispielsweise aufgrund der Beladung des Garraums mit Gargut und/oder Garzubehör. Ferner kann die Stellung eines Lüfterrads einen Einfluss auf das Reflexionsverhalten haben. Insofern lässt sich über die reflektierten elektromagnetischen Wellen auf die Beladungscharakteristik schließen.

[0041] Generell kann es sich bei der wenigstens einen Messgröße, insbesondere dem wenigstens einen Netzwerkparameter, um Streuparameter, sonstige Parameter oder Kombinationen davon handeln,

die sich entsprechend messen lassen. Bei den sonstigen Parametern handelt es sich beispielsweise um Phasendifferenzen von vor- bzw. rücklaufenden Wellen, insbesondere bei Antennenpaaren, und/oder Amplituden- bzw. Leistungsverhältnisse.

[0042] Generell kann anstatt einer Messgröße auch mehrere Messgrößen erfasst werden, die dann kombiniert werden, beispielsweise das Verhältnis der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und rücklaufenden elektromagnetischen Wellen.

[0043] Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass mehrere Antennen vorgesehen sind, über die jeweils, insbesondere kohärente, elektromagnetische Wellen in den Garraum eingespeist werden. Hierbei kann die elektromagnetische Strahlung jeweils über eine einzelne Antenne, über ein Antennenpaar, über mehrere Antennenpaare oder sonstige Kombinationen der mehreren Antennen in den Garraum eingespeist werden. Es ist also auch möglich, dass nur eine der mehreren Antennen gleichzeitig aktiv ist.

[0044] Die kohärenten elektromagnetischen Wellen können über eine gemeinsame Mikrowellenquelle für sämtliche Antennen bereitgestellt werden oder über mehrere Mikrowellenquellen, die jeweils einer Antenne zugeordnet sind. Die mehreren Mikrowellenquellen sind untereinander derart gekoppelt, dass die elektromagnetischen Wellen kohärent sind. Eine dem Gargerät zugeordnete Steuer- und Auswerteeinheit kann dabei die Phasen- und/oder Amplitudenbeziehung(en) der über die mehreren Antennen eingespeisten elektromagnetischen Wellen steuern bzw. regeln.

[0045] Insbesondere ist der Phasenbezug, der über die mehreren Antennen in den Garraum eingespeisten elektromagnetischen Wellen während der Messung fix. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds auf andere Weise als die Phase verändert wird, beispielsweise über einen Modenmischer, eine Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils, die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung und/oder die Leistung der elektromagnetischen Strahlung. Ein fixer Phasenbezug kann allerdings auch eine definierte relative Phase sein.

[0046] Der wenigstens eine Beladungsparameter kann der Garguttyp, die Position des Garguts innerhalb des Garraums, das Volumen des Garguts, die Menge des Garguts, die Temperatur des Garguts, das Querschnittsverhältnis des Garguts, die Anzahl an Gargütern und/oder der Gargutzustand sein bzw. umfasst der wenigstens eine Beladungsparameter Informationen bezüglich im Garraum vorhandenen Teilen, beispielsweise Garzubehör, insbesondere wo-

bei der Information die Position des Teils und/oder die Menge der Teile umfasst. Dementsprechend lassen sich unterschiedliche Parameter mittels der elektromagnetischen Strahlung erfassen, indem mehrere Messungen bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des elektrischen Felds durchgeführt werden. Die elektromagnetische Strahlung kann in das jeweilige Gargut eindringen, wodurch sich die jeweiligen Größen leicht ermitteln lassen.

[0047] Das Querschnittsverhältnis entspricht dem Verhältnis Volumen zu Fläche. Insofern kann festgestellt werden, ob beispielsweise fünf Steaks mit 100 g oder ein Steak mit 500 g im Garraum angeordnet ist.

[0048] Bei der Position des Garguts kann es sich um die dreidimensionale Position des Garguts im Garraum handeln. Folglich kann auf die Höhe des Garguts im Garraum bzw. die entsprechende Einschubebene im Garraum geschlossen werden, in der das Gargut platziert ist, beispielsweise mittels eines Garzubehörs eingeschoben ist.

[0049] Ebenso kann die Position und/oder die Menge des Teils, also beispielsweise eines Garzubehörs, im Garraum so detektiert werden, was ebenfalls einen Beladungsparameter des Garraums darstellt.

[0050] Ferner können Kombinationen von Beladungen erkannt werden. Beispielsweise umfasst der Beladungsparameter Informationen hinsichtlich der Position des Garguts innerhalb des Garraums sowie der Menge an Garzubehör.

[0051] Da eine Echtzeitüberwachung möglich ist, lassen sich auch Veränderungen der Belegung des Garraums schnell feststellen, beispielsweise der Einschub von neuem, zu garendem Gargut. Auch hier ist es nicht nötig, dass der Bediener des Gargeräts die entsprechenden Informationen bezüglich des Garguts manuell eingibt, da die zu garende Gargutmenge automatisch ermittelt werden kann, insbesondere die Anzahl an Gargütern, das Volumen und die Einschubebene.

[0052] Im Garraum vorhandenes Garzubehör, das üblicherweise aus einem Metall besteht, weist im Vergleich zu Gargut eine deutlich geringere Mikrowellenabsorption auf. Allerdings hat das Garzubehör aufgrund seiner spezifischen Reflexionseigenschaften einen Einfluss auf die räumliche Verteilung des elektromagnetischen Felds und somit auf die Messungen mittels elektromagnetischer Strahlung. Insofern wird bei der Auswertung auf eine Auswertungsgröße abgestellt, über die zwischen Gargut und Garzubehör eindeutig unterschieden werden kann. Aufgrund dessen ist es möglich, zwischen Gargut und Garzubehör zu unterscheiden.

[0053] Gemäß einem weiteren Aspekt ist die wenigstens eine Auswertungsgröße ein Minimalwert der Messergebnisse, ein Maximalwert der Messergebnisse, ein Wert einer mathematischen Transformation der Messergebnisse und/oder ein Wert einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse, insbesondere ein Wert der Verteilung der Messergebnisse, eine Ableitung, der Integralwert, der Mittelwert, die Varianz, die Standardabweichung, die Entropie, die Summe, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm, eine Projektion, eine Taylor-Darstellung und/oder ein Symmetriewert. Aus der Messreihe bzw. den Messergebnissen lassen sich demnach unterschiedliche Auswertungsgrößen herleiten, die einzeln oder in Kombination miteinander für die Bestimmung des Beladungsparameters herangezogen werden können.

[0054] Hierbei kann unter anderem vorgesehen sein, dass die Messergebnisse zunächst transformiert werden, beispielsweise mittels einer Fourier-Transformation, um auf bestimmte Auswertungsgrößen und anschließend auf dazugehörige Beladungsparameter in einfacher Weise schließen zu können.

[0055] Auch kann die (Häufigkeits-) Verteilung der Messergebnisse, also eine mathematische Darstellung der Messergebnisse, ausgewertet werden, indem beispielsweise die Fläche unter einer Verteilungskurve, also der Integralwert, und/oder eine Standardabweichung der Verteilung der Messergebnisse ermittelt werden bzw. wird.

[0056] Bei der mathematischen Transformation kann es sich um eine Laplace-Transformation bzw. eine Fourier-Transformation handeln.

[0057] Die als Auswertungsgröße dienende Ableitung der (Häufigkeits-) Verteilung der Messergebnisse kann die erste Ableitung oder eine Ableitung höherer Ordnung der entsprechenden Verteilung sein. Die Verteilung kann zuvor geglättet bzw. mathematisch gefittet worden sein, um eine stetige bzw. zumindest teilweise differenzierbare Funktion zu erhalten.

[0058] Generell kann demnach die Auswertung der zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße, was auch als Gruppieren („grouping“) bezeichnet wird, auf eine mathematische Darstellung der Messergebnisse, beispielsweise eine Häufigkeitsverteilung (Verteilung der Messergebnisse), eine mathematische Transformation der (Verteilung der) Messergebnisse bzw. die direkten Messergebnisse abstellen. Dies kann als statistischer Ansatz für die Ermittlung des Beladungsparameters bezeichnet werden.

[0059] Auch können andere Messgrößen von Sensoren herangezogen werden, sodass beispielsweise

die Garraumtemperatur bei der Auswertung berücksichtigt wird.

[0060] Bei der Auswertung können auch zunächst Zwischengrößen der Messgrößen erzeugt werden, beispielsweise durch Ableitungen der Messgrößen, insbesondere Ableitungen erster bzw. höherer Ordnung.

[0061] Generell kann bei der Ableitung vorgesehen, dass eine Messgröße nach einer anderen Messgröße abgeleitet wird.

[0062] Insbesondere ist es möglich, dass eine oder mehrere mathematische(n) Darstellung(en) und/oder mathematische(n) Transformation(en) getrennt oder miteinander kombiniert verwendet werden, um daraus die Auswertungsgröße zu ermitteln.

[0063] Gemäß einer Ausführungsform werden mehrere Auswertungsgrößen bestimmt, die in das mathematische Modell einfließen. Das mathematische Modell kann einen entsprechenden Beladungsparameter mit den jeweiligen Auswertungsgrößen korrelieren, sodass über das mathematische Modell Vorhersagen bezüglich des Beladungsparameters anhand der ermittelten Auswertungsgrößen getroffen werden können, beispielsweise hinsichtlich des Gargutzustands. Auch lässt sich hierüber das Volumen des Garguts in einfacher Weise dank des mathematischen Modells ermitteln.

[0064] Generell können sämtliche der oben genannten Auswertungsgrößen kombiniert werden, also in das mathematische Modell einfließen, um einen entsprechenden Beladungsparameter zu bestimmen.

[0065] Beispielsweise stellt das mathematische Modell einen Zusammenhang zwischen wenigstens zwei Auswertungsgrößen her, über den auf den Beladungsparameter geschlossen wird. Folglich kann das mathematische Modell unter anderem eine Gleichung umfassen, die wenigstens zwei Auswertungsgrößen zueinander in Relation setzt, wobei entsprechende Trainingsparameter vorgesehen sind.

[0066] Auch können weitere Messgrößen einfließen, beispielsweise Messgrößen von Sensoren wie der Garraumtemperatur bzw. einer Kerntemperatur. Diese Messgrößen können ebenfalls zunächst mathematisch transformiert bzw. ausgewertet werden, sodass beispielsweise die Ableitung bzw. ein Integralwert einer Messgröße zusätzlich herangezogen wird.

[0067] Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden mehrere Auswertungsgrößen bestimmt, die unter anderem als Eingangsparameter für einen Maschinenlern-Algorithmus verwendet werden. Der Maschinenlern-Algorithmus erhält demnach unter anderem die verschiedenen Auswertungsgrößen, um Zu-

sammenhänge zwischen den Auswertungsgrößen, die aus den Messergebnissen hergeleitet wurden, und dem wenigstens einen Beladungsparameter zu erlernen. Insofern erhält der Maschinenlern-Algorithmus während einer Trainingsphase zusätzlich Informationen hinsichtlich des wenigstens einen Beladungsparameters, insbesondere Informationen hinsichtlich mehrerer Beladungsparameter, um die entsprechenden Zusammenhänge erlernen zu können. Hierbei können bzw. kann ein (automatischer) Klassifizierer, also die Anwendung eines Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahrens, und/oder ein neuronales Netzwerk zum Einsatz kommen.

[0068] Der Maschinenlern-Algorithmus kann zudem weitere Daten erhalten, beispielsweise Messgrößen von Sensoren wie der Garraumtemperatur, der Kerntemperatur des Garguts und/oder der Garzeit. Diese Messgrößen können ebenfalls für das Training des Maschinenlern-Algorithmus herangezogen werden.

[0069] Das Training kann laufend durchgeführt werden, um die Genauigkeit des Modells ständig und in automatisierter Weise zu verbessern.

[0070] Insbesondere wird der zumindest eine Trainingsparameter durch den Maschinenlern-Algorithmus ermittelt. Der Maschinenlern-Algorithmus ist demnach eingerichtet, den zumindest einen Trainingsparameter zu ermitteln. Der ermittelte Trainingsparameter kann dann vom mathematischen Modell verwendet werden.

[0071] Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass die Auswertung der zumindest zwei Messungen automatisiert erfolgt, sodass die wenigstens eine Auswertungsgröße in automatischer Weise bestimmt wird, um den Beladungsparameter automatisch zu ermitteln. Sobald das Gargerät trainiert worden ist, kann demnach der wenigstens eine Beladungsparameter automatisiert ermittelt werden, sodass es keiner manuellen Eingabe des Benutzers des Gargeräts mehr bedarf. Insofern erhöht sich die Bedienfreundlichkeit erheblich, da der Benutzer nur noch sein gewünschtes Garergebnis angeben muss, beispielsweise „medium“, „rare“ oder „well done“ bei Steak.

[0072] Ferner betrifft die Erfindung ein Gargerät mit einem Garraum und einer Steuer- und Auswerteeinheit, wobei das Gargerät, insbesondere die Steuer- und Auswerteeinheit, eingerichtet ist, ein Verfahren der zuvor genannten Art durchzuführen und/oder zumindest einen Trainingsparameter für ein mathematisches Modell zu ermitteln, das zumindest eine Auswertungsgröße aus Messungen wenigstens einer Messgröße bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen eines durch eingespeiste elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds umfasst. Das Gargerät ist also eingerichtet, den Beladungsparameter (automatisiert) zu ermitteln, wobei keine Ein-

gabe hinsichtlich des Garguts seitens des Benutzers nötig ist.

[0073] Des Weiteren kann das Gargerät eingerichtet sein, entsprechend trainiert zu werden, sodass es nach Abschluss der Trainingsphase eingesetzt werden kann, um den Beladungsparameter (automatisiert) zu ermitteln.

[0074] Weitere Vorteile und Eigenschaften ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

- **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Gargeräts, mit dem ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden kann,
- **Fig. 2** eine Messkurve einer Messgröße wie dies erfindungsgemäß vorgesehen ist,
- **Fig. 3** eine schematische Übersicht zur Verdeutlichung eines Teils des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem verschiedene Auswertungsgrößen aus einer Messserie mit unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds erhalten werden,
- **Fig. 4** eine schematische Darstellung eines mathematischen Modells, welches bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet werden kann,
- **Fig. 5** eine schematische Darstellung der Verwendung eines Maschinenlern-Algorithmus beim erfindungsgemäßen Verfahren, und
- **Fig. 6** eine weitere schematische Übersicht des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0075] In **Fig. 1** ist ein Gargerät **10** dargestellt, das ein Gehäuse **12** aufweist, welches einen Garraum **14** sowie einen Technikraum **16** umfasst.

[0076] Im Garraum **14** ist ein Einhänggestell **18** vorgesehen, welches mehrere Beladungsebenen **20** umfasst, auf denen jeweils Gargut **22** angeordnet ist.

[0077] Ferner ist dem Garraum **14** ein Lüfterrad **24** zugeordnet, über das die Garraumatmosphäre im Garraum **14** in bekannter Weise umgewälzt werden kann.

[0078] Generell lässt sich die Garraumatmosphäre über eine Heißluft-Heizvorrichtung bzw. einen Dampfgenerator ausbilden, die hier nicht dargestellt sind.

[0079] Zudem umfasst das Gargerät **10** eine Mikrowelleneinheit **26**, die in der gezeigten Ausführungsform mehrere Mikrowellenquellen **28** aufweist, die jeweils einer Antenne **30** zugeordnet sind. Über die An-

tennen **30** können Mikrowellen in den Garraum **14** eingespeist werden, wobei die Antennen **30** jeweils einem Wellenleiter **32** zugeordnet sind, über den die Mikrowellen, also die elektromagnetischen Wellen, unter anderem von der jeweiligen Mikrowellenquelle **28** zur Antenne **30** geführt werden.

[0080] Anstelle der mehreren Mikrowellenquellen **28** kann auch eine einzige gemeinsame Mikrowellenquelle vorgesehen sein, über die sichergestellt ist, dass die mehreren Antennen **30** kohärente elektromagnetische Wellen ausstrahlen. Sofern mehrere Mikrowellenquellen **28** vorgesehen sind, wie dies in der dargestellten Ausführungsform der **Fig. 1** der Fall ist, können die mehreren Mikrowellenquellen **28** miteinander gekoppelt sein, um sicherzustellen, dass die elektromagnetische Strahlung bzw. die elektromagnetischen Wellen kohärent sind.

[0081] Generell kann die Leistung der Mikrowelleneinheit **26** während des Verfahrens im Milli-Watt-Bereich (mW-Bereich) liegen, was auch als Sensorleistung bezeichnet wird, die geringer als eine zum Garen des Garguts **22** verwendeten Heizleistung ist.

[0082] Den Wellenleitern **32** ist zudem jeweils eine Richtkopplereinheit **34** zugeordnet, über die vorlaufende elektromagnetische Wellen, also von der Mikrowellenquelle **28** zur Antenne **30** laufende elektromagnetische Wellen, sowie rücklaufende elektromagnetische Wellen ausgekoppelt werden können, also von der Antenne **30** zur Mikrowellenquelle **28** laufende elektromagnetische Wellen.

[0083] Generell umfasst jede Richtkopplereinheit **34** zumindest einen Richtkoppler zum Auskoppeln der elektromagnetischen Wellen. Insbesondere sind zwei Richtkoppler pro Richtkopplereinheit **34** vorgesehen, um die vorlaufenden und die rücklaufenden elektromagnetischen Wellen auszukoppeln.

[0084] Die Richtkopplereinheiten **34** sind wiederum mit einer Steuer- und Auswerteeinheit **36** gekoppelt, über die die Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistungen der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r erfasst werden können.

[0085] Die entsprechenden Leistungen P_v , P_r können auch über von den Richtkopplereinheiten **34** selbst erfasst werden, die hierzu eine entsprechende Messeinheit umfassen. Die erfassten Daten können dann an die Steuer- und Auswerteeinheit **36** übertragen werden.

[0086] Unabhängig davon lassen sich die entsprechenden Leistungen P_v , P_r in ein Verhältnis zueinander setzen, wie aus **Fig. 2** hervorgeht, in der das Verhältnis $\Gamma_{mn} = P_r^m / P_v^n$ gegenüber der Zeit aufgetragen ist, das durch zeitaufgelöste Messungen während ei-

ner Drehung des Lüfterrads **24** erhalten worden ist. Die Indizes m , n des Verhältnisses deuten dabei an, dass die jeweiligen Leistungen an unterschiedlichen Antennen **30**, nämlich der Antenne „ m “ und der Antenne „ n “, zueinander ins Verhältnis gesetzt worden sind.

[0087] Es können auch die Leistungen der gleichen Antenne **30** zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Demnach kann $m=n$ sein.

[0088] In **Fig. 2** ist das Verhältnis der Leistung der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v und der Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r gegenüber der Zeit bei der Drehung des Lüfterrads **24** während des Betriebs des Gargeräts **10** aufgetragen. Das durch die eingespeisten elektromagnetischen Wellen bzw. die elektromagnetische Strahlung erzeugte elektrische Feld im Garraum **14** verändert sich aufgrund der Drehung des (metallisch ausgebildeten) Lüfterrads **24** ständig, also die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds. Aus der **Fig. 2** geht anschaulich hervor, dass mehrere Drehungen der einzelnen Schaufeln des Lüfterrads **24** gezeigt sind, was auch als Zyklen Z bezeichnet werden kann.

[0089] Aus der aufgenommenen Messkurve der **Fig. 2** geht sogar hervor, dass die Lüfterradstellungen ermittelt werden können, also die verschiedenen Winkel des Lüfterrads **24** in Bezug auf eine Neutralstellung, also einer Bezugsstellung des Lüfterrads, gegenüber der die Winkelposition des Lüfterrads **24** ermittelt werden kann. Die unterschiedlichen Lüfterradstellungen gehen mit unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des elektrischen Felds einher.

[0090] Das sich drehende Lüfterrad **24** fungiert demnach als Modenmischer für die elektromagnetische Strahlung, also die räumliche Verteilung des erzeugten elektrischen Felds.

[0091] Da die Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistungen der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r während der Drehung des Lüfterrads **24** ständig erfasst werden, ergibt sich eine Messreihe mit mehreren Messungen bei jeweils unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds.

[0092] Alternativ oder ergänzend zur Drehung des Lüfterrads **24**, um die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds zu verändern, kann vorgesehen sein, dass ein anderes elektrisch leitfähiges Bauteil bewegt, die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung (Frequenzscan), die (relative) Leistung der elektromagnetischen Strahlung und/oder die (relative)

Phase der elektromagnetischen Strahlung verändert werden bzw. wird, also unter anderem die Leistung bzw. die Phase der von wenigstens zwei verschiedenen Antennen **30** ausgesandten elektromagnetischen Strahlung (relative Leistung bzw. relative Phase).

[0093] Hierzu würde die Steuer- und Auswerteeinheit **36** die Mikrowelleneinheit **26**, insbesondere die Mikrowellenquelle(n) **28**, entsprechend ansteuern, um die ausgesandte elektromagnetische Strahlung einzustellen. Sofern mehrere Antennen **30** vorhanden sind, wie beim Ausführungsbeispiel der **Fig. 1**, können also die relative Phasenlage bzw. die Amplitudenrelation der über die jeweiligen Antennen **30** ausgesandten elektromagnetischen Wellen entsprechend eingestellt werden.

[0094] Bei der in **Fig. 2** dargestellten Messreihe sind die Einstellparameter der Mikrowelleneinheit **26** jedoch fix, da die räumliche Verteilung des elektrischen Felds durch die Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils verändert wird, beispielsweise des Lüfterrads **24**.

[0095] In **Fig. 3** ist gezeigt, wie die wenigstens eine Messgröße, also das Verhältnis (Γ_{mn}) der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen, für mehrere Frequenzen f_1 bis f_N für eine bestimmte Beladung des Garraums **14** aufgenommen worden ist. Es wurde demnach ein sogenannter Frequenzscan während des Betriebs des Gargeräts **10** durchgeführt, insbesondere während des Betriebs des Lüfterrads **24**.

[0096] Insofern ist die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds aufgrund der Drehung des Lüfterrads **24** und der Änderung der Frequenz der ausgesandten elektromagnetischen Wellen (Frequenzscan) verändert worden, also aufgrund von zwei Steuerparametern.

[0097] Generell kann die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds demnach durch Einstellungen mehrerer Parameter verändert werden, also mehrerer Steuerparameter.

[0098] Die entsprechend erhaltenen Messergebnisse können dann in einer Verteilung als mathematische Darstellung zusammengefasst und anschließend ausgewertet bzw. entsprechend gruppiert werden, um zumindest eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, wie dies beispielhaft auf der rechten Seite der **Fig. 3** dargestellt ist.

[0099] Als Auswertungsgrößen sind hier unter anderem die Standardabweichung der Verteilung der

Messergebnisse (Häufigkeitsverteilung) und der Integralwert der Verteilung der Messergebnisse gezeigt, also der Flächeninhalt unter der Verteilungskurve. Auch kann als Auswertungsgröße ein Wert einer Transformation der Messergebnisse herangezogen werden, beispielsweise ein Wert einer Fourier-Transformation der Messergebnisse bzw. der Verteilung. Ebenso kann als Transformation eine Laplace-Transformation verwendet werden.

[0100] Generell kann die wenigstens eine Auswertungsgröße aus einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse und/oder einer mathematischen Transformation der Messergebnisse erhalten werden.

[0101] Beispielsweise lassen sich auch mehrere Auswertungsgrößen ermitteln, die einzeln oder in Kombination verwendet werden, um den Beladungsparameter zu ermitteln.

[0102] Anhand der **Fig. 4** wird gezeigt, dass mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden können, die in ein mathematisches Modell einfließen, um hierüber einen Beladungsparameter des Garraums **14** zu ermitteln.

[0103] Generell kann es sich bei einem mathematischen Modell um eine Gleichung, ein Gleichungssystem oder ein (angewandtes) Maschinenlernmodell handeln. Auch kann das mathematische Modell eine Kombination aus einer Gleichung, einem Gleichungssystem und/oder einem (angewandten) Maschinenlernmodell sein.

[0104] Die Steuer- und Auswerteeinheit **36** kann generell einen Prozessor umfassen, der eingerichtet ist, das entsprechende mathematische Modell zu nutzen bzw. anzuwenden, um den Beladungsparameter aus den jeweiligen Auswertungsgrößen zu ermitteln.

[0105] Bei dem in **Fig. 4** gezeigten mathematischen Modell wird aufgrund der Standardabweichung (σ) der Verteilung der reflektierten Leistung sowie dem Integralwert (ΣR) der reflektierten Leistung, also der gesamten reflektierten Leistung, auf das Volumen V des Garguts **22** als Beladungsparameter bzw. den Beladungszustand des Garraums **14** geschlossen. Dies kann durch eine Linearfunktion dargestellt werden, die wie folgt lautet:

$$\Sigma R = A * \sigma + B$$

[0106] Hierbei stellen die Parameter A , B Trainingsparameter bzw. Fitparameter dar, die durch vorherige Testversuche bzw. Tests während einer Trainingsphase ermittelt worden sind.

[0107] Generell sind die Parameter A , B für verschiedene Gargüter unterschiedlich.

[0108] Die Trainingsparameter bzw. Fitparameter können in der Steuer- und Auswerteeinheit **36** des Gargeräts **10** hinterlegt sein, sodass die aufgrund der Auswertung der mehreren Messungen der wenigstens einen Messgröße, hier der reflektierten Leistung bzw. der Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r , erhaltenen Auswertungsgrößen lediglich eingefügt werden müssen, um auf den Beladungszustand des Garraums **14** schließen zu können, also das Volumen des Garguts **22** als Beladungsparameter.

[0109] Es ist gezeigt, dass in einfacher Weise ein leerer Garraum **14**, ein in den Garraum **14** eingebrachtes Einhänggestell **18** (also Garzubehör), in dem Gargutträger angeordnet sein können, sowie unterschiedliche Volumina des Garguts **22** aufgrund des Integralwerts ΣR der reflektierten Leistung sowie der Standardabweichung σ der Verteilung der reflektierten Leistung ermittelt werden kann bzw. können. Dies kann in sehr kurzer Zeit geschehen, sodass eine Echtzeitüberwachung möglich ist.

[0110] Das angewandte mathematische Modell, das die Trainingsparameter verwendet, stellt demnach einen Zusammenhang zwischen den beiden Auswertungsgrößen her, über den der Beladungsparameter ermittelt werden kann.

[0111] Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird aufgrund des Integralwerts ΣR der reflektierten Leistung sowie der Standardabweichung σ der Verteilung der reflektierten Leistung das Volumen des Garguts **22** im Garraum **14** ermittelt, da ein aus dem Integralwert ΣR und der Standardabweichung σ bestehendes Wertepaar eine im Wesentlichen eindeutige Zuordnung zum als Beladungsparameter dienenden Volumen ermöglicht.

[0112] Es können aber auch andere Auswertungsgrößen herangezogen werden, beispielsweise ein Minimalwert der Messergebnisse, ein Maximalwert der Messergebnisse, ein Wert einer Transformation der Messergebnisse und/oder ein anderer Wert der Verteilung der Messergebnisse.

[0113] Generell kann ein Wert einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse und/oder ein Wert einer mathematischen Transformation der Messergebnisse verwendet werden, um die wenigstens eine Auswertungsgröße zu ermitteln.

[0114] Je mehr Auswertungsgrößen herangezogen werden, umso mehr lässt sich die Genauigkeit erhöhen.

[0115] Ebenso ist es möglich, über entsprechende Auswertungsgrößen andere Beladungsparameter zu ermitteln, nämlich den Garguttyp, die Position des Garguts **22** innerhalb des Garraums **14**, die Tempe-

ratur des Garguts **22** und/oder den Gargutzustand. Hierzu würde ein entsprechend anderes mathematisches Modell herangezogen, das beispielsweise andere Trainingsparameter aufweist, die die Zusammenhänge abbilden.

[0116] Auch kann auf die Position, die Menge und die Art von Garzubehör im Garraum **14** geschlossen werden, was ebenfalls ein Beladungsparameter ist.

[0117] Der Beladungsparameter kann auch eine Kombination sein, die auf Charakteristika des Garguts und von Garzubehör abstellt.

[0118] In der gezeigten Ausführungsform wurde als Messgröße das Verhältnis (r_{mn}) der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen verwendet. Ebenso können andere Messparameter bzw. Messgrößen verwendet werden, die antennenseitig erfassbar sind, beispielsweise die Amplitude der elektromagnetischen Wellen, die Phase der elektromagnetischen Wellen, ein Netzwerkparameter, die Leistung von vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und/oder die Leistung von rücklaufenden elektromagnetischen Wellen.

[0119] Je nach Messgröße (und daraus hergeleiteter Auswertungsgröße) würde ein entsprechendes mathematisches Modell samt Trainingsparameter verwendet werden, um den gewünschten Beladungsparameter zu bestimmen.

[0120] Generell ist es demnach möglich, dass die Auswertung der zumindest zwei Messungen automatisiert erfolgt, sodass die wenigstens eine Auswertungsgröße in automatischer Weise bestimmt wird, um den Beladungsparameter automatisch zu ermitteln. Es ist also nicht notwendig, dass der Benutzer bzw. Bediener des Gargeräts **10** die entsprechenden Informationen hinsichtlich der Beladung bzw. Beschickung des Garraums **14** manuell eingibt. Vielmehr wird dies aufgrund der elektromagnetischen Strahlung automatisch erfasst.

[0121] In **Fig. 5** ist beispielhaft gezeigt, wie die in **Fig. 3** erhaltenen Messergebnisse genutzt werden können, um einen Maschinenlern-Algorithmus anzuwenden, der beispielsweise einen Klassifizierer und/oder ein neuronales Netzwerk umfasst bzw. verwendet. Die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten Felds wird demnach aufgrund des Frequenzscans sowie die Drehung des Lüfterrads **24** verändert, welches als Modemischer fungiert.

[0122] Aus den erhaltenen Messergebnissen der Messreihe werden, wie bereits zur **Fig. 3** erläutert, Auswertungsgrößen ermittelt, die dann unter ande-

rem als Eingangsgrößen für den Maschinenlern-Algorithmus dienen.

[0123] Zudem erhält der Maschinenlern-Algorithmus für das Training entsprechende Beladungsparameter, sodass der Maschinenlern-Algorithmus in der Trainingsphase trainiert wird, Zusammenhänge zwischen den einzelnen Auswertungsgrößen und den Beladungsparametern zu erlernen und diese später entsprechend anwenden zu können.

[0124] Darüber hinaus können weitere Daten während des Trainings kombiniert werden, beispielsweise Messgrößen von anderen Sensoren wie der Garraumtemperatur und/oder der Kerntemperatur des Garguts **22**.

[0125] Der Maschinenlern-Algorithmus dient beispielsweise dazu, einen Beladungsparameter aufgrund eines entsprechenden mathematischen Modells vorherzusagen, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst. Insbesondere kann der Maschinenlern-Algorithmus den Garguttyp, das Volumen des Garguts **22** und/oder den Garzustand des Garguts **22** während des Garvorgangs vorhersagen.

[0126] Hierzu kann der Maschinenlern-Algorithmus eingerichtet sein, den wenigstens einen, dem mathematischen Modell zugeordneten Trainingsparameter zu ermitteln, der vom mathematischen Modell verwendet wird, wie oben beschrieben wurde.

[0127] Zur Verbesserung der Genauigkeit der Vorhersage kann der Maschinenlern-Algorithmus die aufgrund der Messergebnisse ermittelten Auswertungsgrößen und Beladungsparameter auch nach der Trainingsphase weiterhin erhalten, sodass der Maschinenlern-Algorithmus entsprechend kontinuierlich trainiert wird.

[0128] Der Maschinenlern-Algorithmus verwendet somit ebenfalls die über die wenigstens eine Messgröße ermittelten Auswertungsgrößen, wobei mehrere Messungen bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des elektrischen Felds durchgeführt worden sind.

[0129] Generell kann über den Maschinenlern-Algorithmus sichergestellt werden, dass die im Wesentlichen eindeutige Zuordnung von durch Auswertungsgrößen gebildete Wertepaare zu dem wenigstens einen zugeordneten Beladungsparameter automatisiert möglich ist, selbst wenn geringe Abweichungen vom Idealfall auftreten, wie dies in **Fig. 4** beispielhaft gezeigt ist.

[0130] Das Gargerät **10**, das beispielsweise den Maschinenlern-Algorithmus ausführt, ist demnach eingerichtet, den zumindest einen Trainingsparameter

für das mathematische Modell zu ermitteln, das die zumindest eine Auswertungsgröße aus Messungen der wenigstens einen Messgröße bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des elektrischen Felds umfasst.

[0131] Entsprechend kann das Gargerät **10** auch erst beim Kunden trainiert werden.

[0132] Ferner ist das Gargerät **10** generell eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters des Garraums **14** durchzuführen.

[0133] Es ist somit möglich, aufgrund der sich ändernden räumlichen Verteilung des durch elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds während der unterschiedlichen Messungen auf den wenigstens einen Beladungsparameter des Garraums **14** zu schließen, also den Garguttyp, die Position des Garguts innerhalb des Garraums **14**, das Volumen des Garguts **22** und/oder den Gargutzustand. Ebenso kann auf eingebrachtes Garzubehör als Beladungsparameter geschlossen werden.

[0134] Aufgrund der hierzu verwendeten elektromagnetischen Strahlung und deren schnellen Auswertung ist eine Echtzeitüberwachung überhaupt erst möglich, die sich insbesondere für die Überwachung des Gargutzustands als Beladungsparameter eignet.

[0135] Auch lässt sich aufgrund der Echtzeitüberwachung in einfacher Weise eine Änderung der Beschickung des Garraums **14** erfassen, wenn beispielsweise neues Gargut eingeführt wird. Da festgestellt werden kann, in welcher Position das neue Gargut eingebracht worden ist, kann der ablaufende Garprozess entsprechend angepasst werden, insbesondere in Echtzeit bzw. automatisiert.

[0136] Bei dem Verfahren zur Erkennung des wenigstens einen Beladungsparameters wird unter anderem ausgenutzt, dass die Mikrowellenabsorption von Metall bzw. metallischen Gegenständen, wie Gargutträgern oder allgemein Garzubehör, im Vergleich zum Gargut **22** verhältnismäßig klein ist.

[0137] Der Einfluss des Garzubehörs auf die räumliche Verteilung des elektromagnetischen Felds wird dagegen entsprechend berücksichtigt, sodass dies keine Störung bei der Ermittlung des Beladungsparameters darstellt. Dies liegt unter anderem daran, dass mehrere Messungen vorgenommen werden und zudem der zumindest eine Trainingsparameter beim mathematischen Modell berücksichtigt wird.

[0138] Da die elektromagnetische Strahlung zudem in das Gargut selbst eindringt, können so die entsprechenden Phasenübergänge bzw. Phasenveränderungen des Garguts **22** in einfacher Weise erfasst

werden, wodurch der Gargutzustand ermittelt werden kann.

[0139] Wie eingangs bereits erwähnt, kann die räumliche Verteilung des elektrischen Felds auch durch eine Änderung der relativen Leistung der elektromagnetischen Strahlung und/oder eine Änderung der relativen Phasen der elektromagnetischen Strahlung verändert werden, sofern mehrere Antennen **30** vorgesehen sind, über die die elektromagnetische Strahlung in den Garraum **14** (gleichzeitig) eingespeist wird.

[0140] Ebenso kommen neben dem Verhältnis Γ der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v und der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r , die Leistung der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r allein in Betracht.

[0141] Auch können die sogenannten Netzwerkparameter als Messgröße, insbesondere Streuparameter, herangezogen werden. Ebenfalls lassen sich Phasendifferenzmessungen der rücklaufenden und vorlaufenden elektromagnetischen Wellen bei unterschiedlichen Antennenpaare als Messgröße heranziehen, was auch als $\Delta\Phi_{mn}$ bezeichnet werden kann, wobei m, n Indizes für eine der mehreren Antennen **30** sind und wobei m nicht gleich n ist.

[0142] Anstatt der in den Figuren gezeigten Standardabweichung der Verteilung, des Integralwerts der Verteilung sowie dem Wert einer Transformation der Messergebnisse bzw. der Verteilung können zusätzlich oder alternativ das Minimum der Verteilung, das Maximum der Verteilung, der Mittelwert der Verteilung, die Varianz der Verteilung verwendet werden, insbesondere ein Wert einer mathematischen Darstellung bzw. ein Wert einer mathematischen Transformation.

[0143] Allgemein lassen sich mehr als eine Messgröße während der mehreren Messungen erfassen. Auch können mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden, um wenigstens einen Beladungsparameter zu ermitteln. Es können folglich mehrere Auswertungsgrößen in das mathematische Modell einfließen.

[0144] Ferner lassen sich aufgrund der mehreren Messgrößen und/oder der mehreren Auswertungsgrößen mehrere Beladungsparameter gleichzeitig ermitteln.

[0145] Zusammengefasst ist dies in der Übersicht der Fig. 6 gezeigt, auf die nachfolgend Bezug genommen wird.

[0146] Zwischen zwei Messungen wird die räumliche Verteilung des elektrischen Felds verändert, indem ein oder mehrere Steuerparameter geändert werden. Dies kann eine Frequenzänderung der elektromagnetischen Strahlung, das Ansteuern eines Modenmischers bzw. das Bewegen eines elektrisch leitfähigen Bauteils, das Ändern einer relativen Phase zwischen zwei Antennen bzw. das Ändern einer relativen Leistung zwischen zwei Antennen sein.

[0147] Anschließend wird eine Messgröße oder mehrere Messgrößen erfasst. Die mehreren Messgrößen können getrennt voneinander erfasst werden oder in Kombination. Bei der wenigstens einen Messgröße kann es sich um einen Netzwerkparameter, eine Leistung der vorwärtslaufenden elektromagnetischen Wellen, eine Leistung der rückwärtslaufenden elektromagnetischen Wellen, einem Verhältnis der Leistung der vorwärtslaufenden zur Leistung der rückwärtslaufenden elektromagnetischen Wellen, die Phase der vor- oder rückwärtslaufenden elektromagnetischen Wellen bzw. das Phasenverhältnis der Phasen der vor- und rückwärtslaufenden elektromagnetischen Wellen sein.

[0148] Die eine Messgröße bzw. die mehreren Messgrößen werden ausgewertet. Hierbei kann (optional) zumindest eine externe Messgröße von einem Sensor mit herangezogen werden, beispielsweise eine sensorisch erfasste Garraumtemperatur bzw. die Kerntemperatur des Garguts **22**, um wenigstens eine Auswertungsgröße zu ermitteln. Zur Ermittlung der wenigstens einen Auswertungsgröße kann eine mathematische Darstellung der Messergebnisse und/oder eine mathematische Transformation der Messergebnisse verwendet werden, beispielsweise die Entropie, die Summe, ein Integral, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm, eine Projektion, eine Taylor-Reihe, eine Fourier-Transformation bzw. eine Laplace-Transformation.

[0149] Die mehreren Auswertungsgrößen können getrennt voneinander oder kombiniert ermittelt werden.

[0150] Anschließend kann optional vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Auswertungsgröße, die zuvor ermittelt wurde, mit einer externen Messgröße von einem Sensor kombiniert wird, beispielsweise eine sensorisch erfassten Garraumtemperatur bzw. die Kerntemperatur des Garguts.

[0151] Die Auswertungsgröße, die mehreren Auswertungsgrößen bzw. die kombinierte(n) Auswertungsgröße(n) fließen dann in ein mathematisches Modell ein, beispielsweise einer Gleichung, einem Gleichungssystem oder einem Maschinenlernmodell, um so den Beladungsparameter zu ermitteln.

[0152] Auch kann das mathematische Modell wenigstens eine Gleichung, ein Gleichungssystem und/oder Maschinenlernmodelle umfassen, die getrennt voneinander oder in kombinierter Weise gelöst bzw. ausgeführt werden, um den Beladungsparameter zu bestimmen.

[0153] Bei dem so bestimmten Beladungsparameter kann es sich um Information des Garguts im Garraum **14** bzw. um Informationen von Garzubehör im Garraum **14** handeln. Beispielsweise umfasst der Beladungsparameter Informationen bezüglich des Garguttyps, Kombinationen von verschiedenen Garguttypen und/oder Garzubehör, die Position des wenigstens einen Garguts bzw. Garzubehörs, die Temperatur des wenigstens einen Garguts, den Garzustand des wenigstens einen Garguts, die Menge des Garguts, das Volumen des Garguts und/oder das Querschnittsverhältnis des Garguts.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines Garraums (14) von einem Gargerät (10) mittels elektromagnetischer Strahlung, bei dem Messungen von wenigstens einer Messgröße verwendet werden, wobei:

- eine erste Messung bei einer ersten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt wird,
- zumindest eine zweite Messung bei einer zweiten räumlichen Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt wird, die unterschiedlich zur ersten räumlichen Verteilung des elektrischen Felds ist, und
- die zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße ausgewertet werden, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem ein mathematisches Modell angewendet wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds geändert wird, indem die räumliche Verteilung des elektrischen Felds über eine Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils, einen Modenmischer, die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die Leistung der elektromagnetischen Strahlung und/oder die Phase der elektromagnetischen Strahlung verändert werden bzw. wird, insbesondere wobei ein im Garraum (14) angeordnetes Lüfterrad (24) als Modenmischer verwendet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die we-

nigstens eine Messgröße die Amplitude, die Phase, ein Netzwerkparameter, die Leistung von vorlaufenden elektromagnetischen Wellen, die Leistung von rücklaufenden elektromagnetischen Wellen und/oder das Verhältnis der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und rücklaufenden elektromagnetischen Wellen ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Antennen (30) vorgesehen sind, über die jeweils, insbesondere kohärente, elektromagnetische Wellen in den Garraum (14) eingespeist werden, insbesondere wobei der Phasenbezug der über die mehreren Antennen (30) in den Garraum (14) eingespeisten elektromagnetischen Wellen während der Messung fix ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Beladungsparameter der Garguttyp, die Position des Garguts (22) innerhalb des Garraums (14), das Volumen (V) des Garguts (22), die Menge des Garguts (22), die Temperatur des Garguts (22), das Querschnittsverhältnis des Garguts, die Anzahl an Gargütern und/oder der Gargutzustand ist bzw. dass der wenigstens eine Beladungsparameter Informationen bezüglich im Garraum (14) vorhandenen Teilen umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Auswertungsgröße ein Minimalwert der Messergebnisse, ein Maximalwert der Messergebnisse, ein Wert einer mathematischen Transformation der Messergebnisse und/oder ein Wert einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse, insbesondere ein Wert der Verteilung der Messergebnisse, eine Ableitung, der Integralwert, der Mittelwert, die Varianz, die Standardabweichung, die Entropie, die Summe, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm, eine Projektion, eine Taylor-Darstellung und/oder ein Symmetriewert.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden, die in das mathematische Modell einfließen, insbesondere wobei das mathematische Modell einen Zusammenhang zwischen wenigstens zwei Auswertungsgrößen herstellt, über den auf den Beladungsparameter geschlossen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden, die unter anderem als Eingangsparameter für einen Maschinenlern-Algorithmus verwendet werden, insbesondere wobei der zumindest eine Trainingsparameter durch den Maschinenlern-Algorithmus ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung der zumindest zwei Messungen automatisiert erfolgen, sodass die wenigstens eine Auswertungsgröße in automatischer Weise bestimmt wird, um den Beladungsparameter automatisch zu ermitteln.

10. Gargerät (10) mit einem Garraum (14) und einer Steuer- und Auswerteeinheit (36), wobei das Gargerät (10), insbesondere die Steuer- und Auswerteeinheit (36), eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen und/oder zumindest einen Trainingsparameter für ein mathematisches Modell zu ermitteln, das zumindest eine Auswertungsgröße aus Messungen wenigstens einer Messgröße bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen eines durch eingespeiste elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

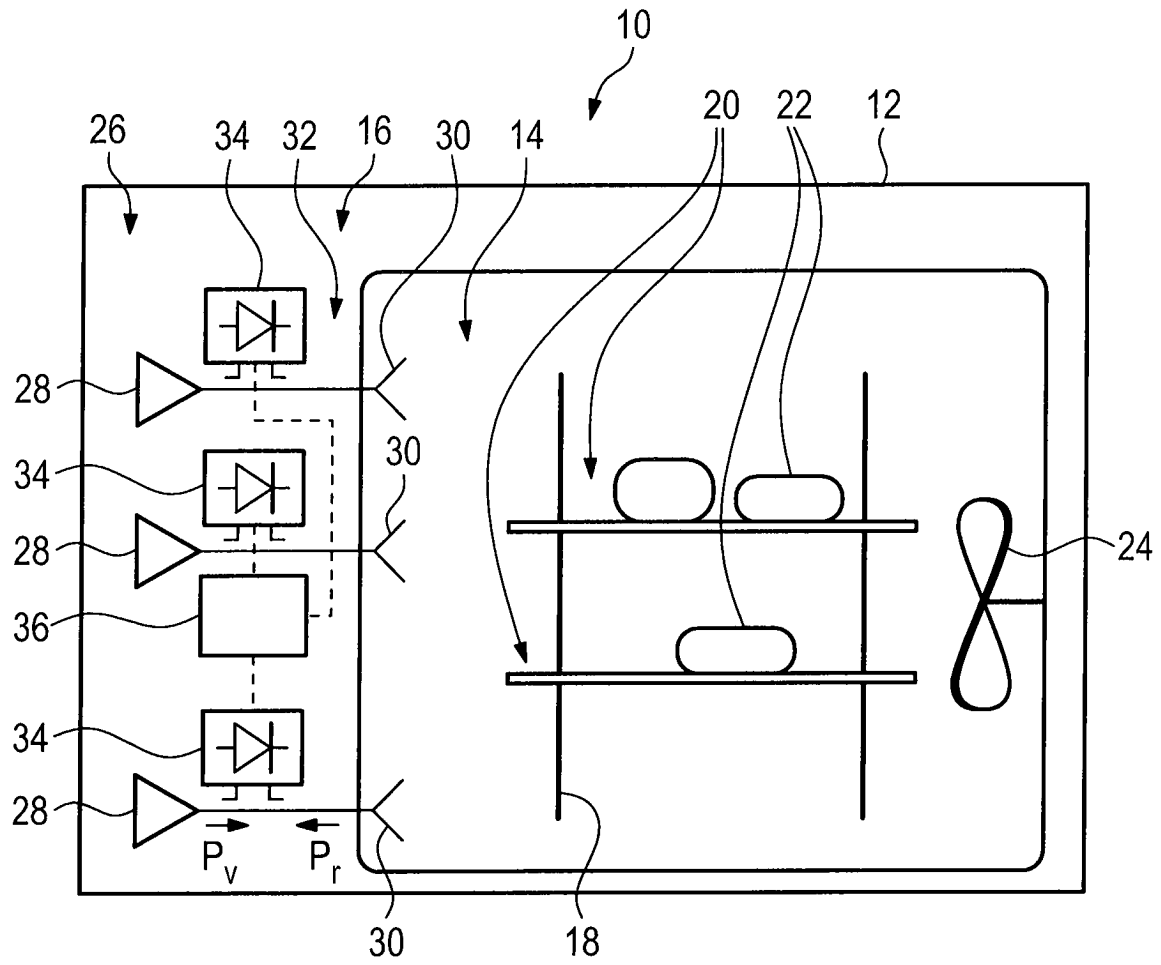


Fig. 1

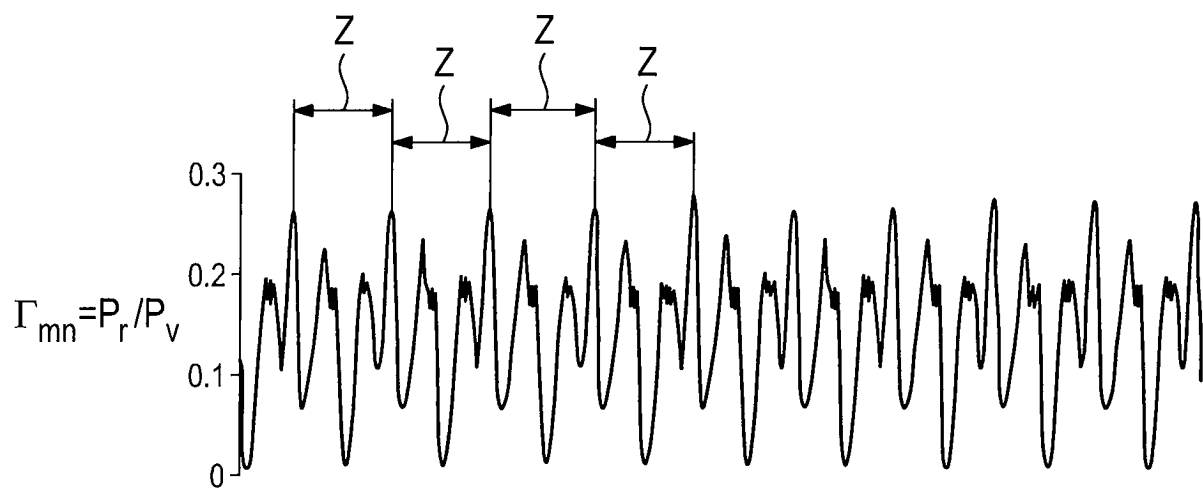


Fig. 2

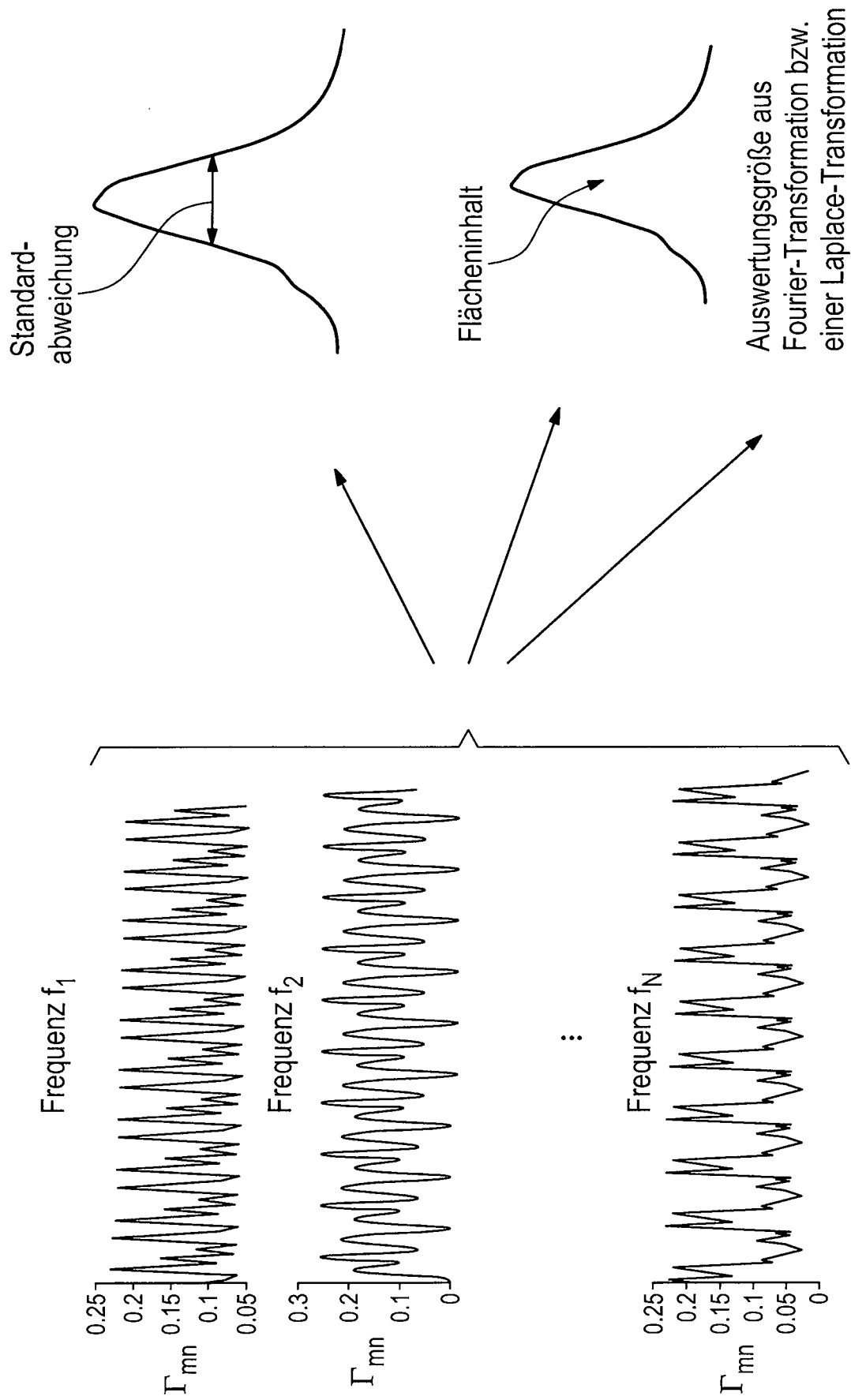
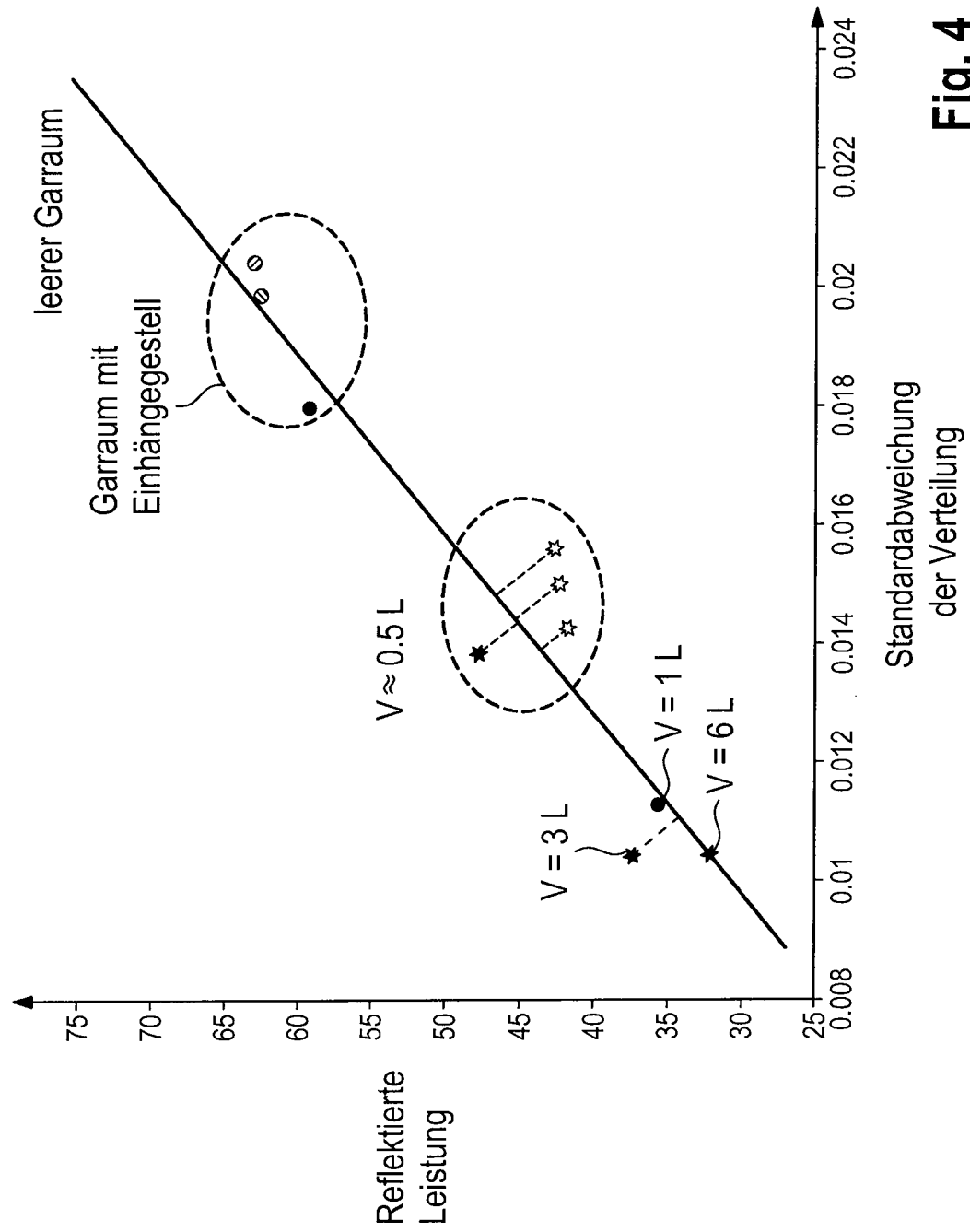


Fig. 3

**Fig. 4**

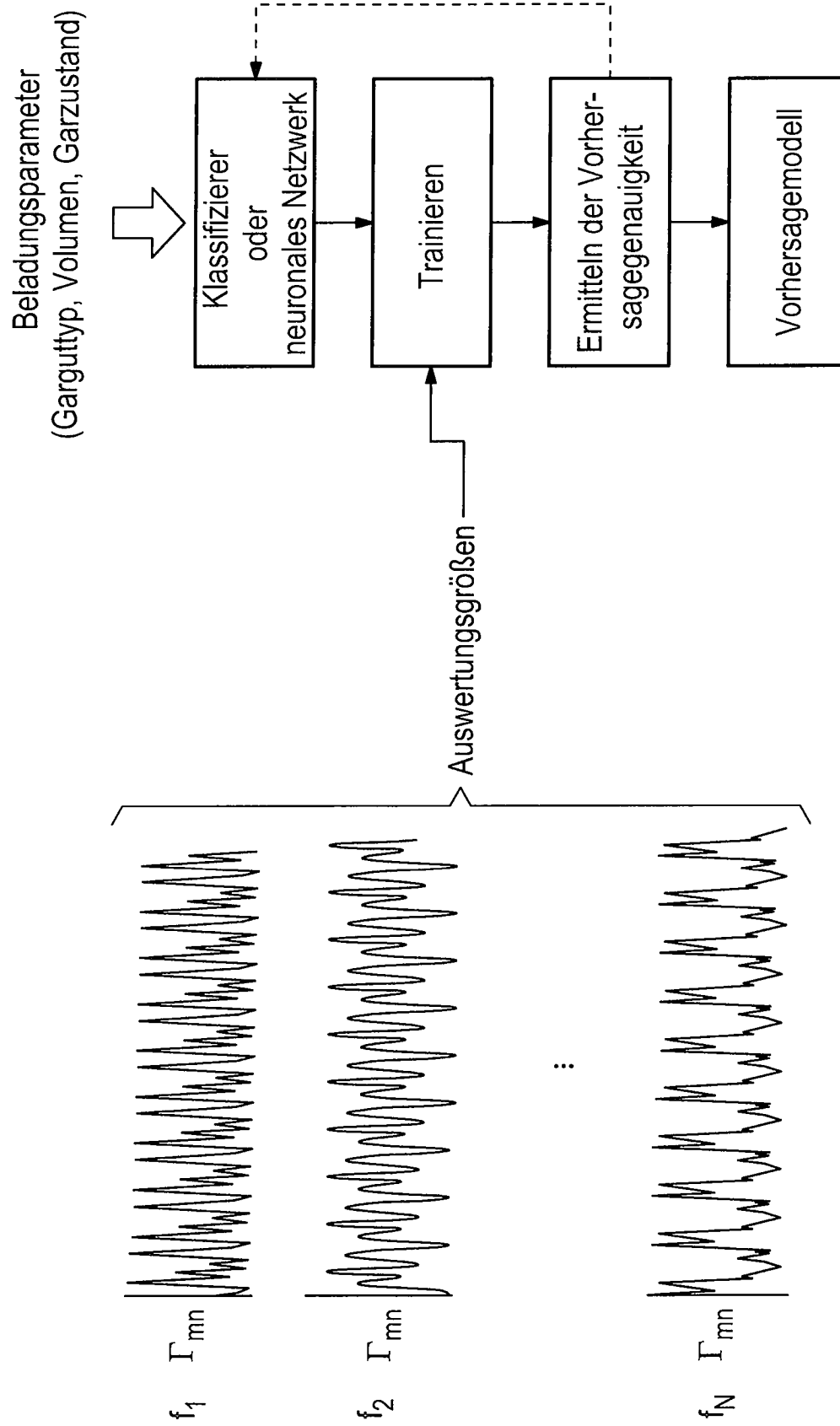


Fig. 5

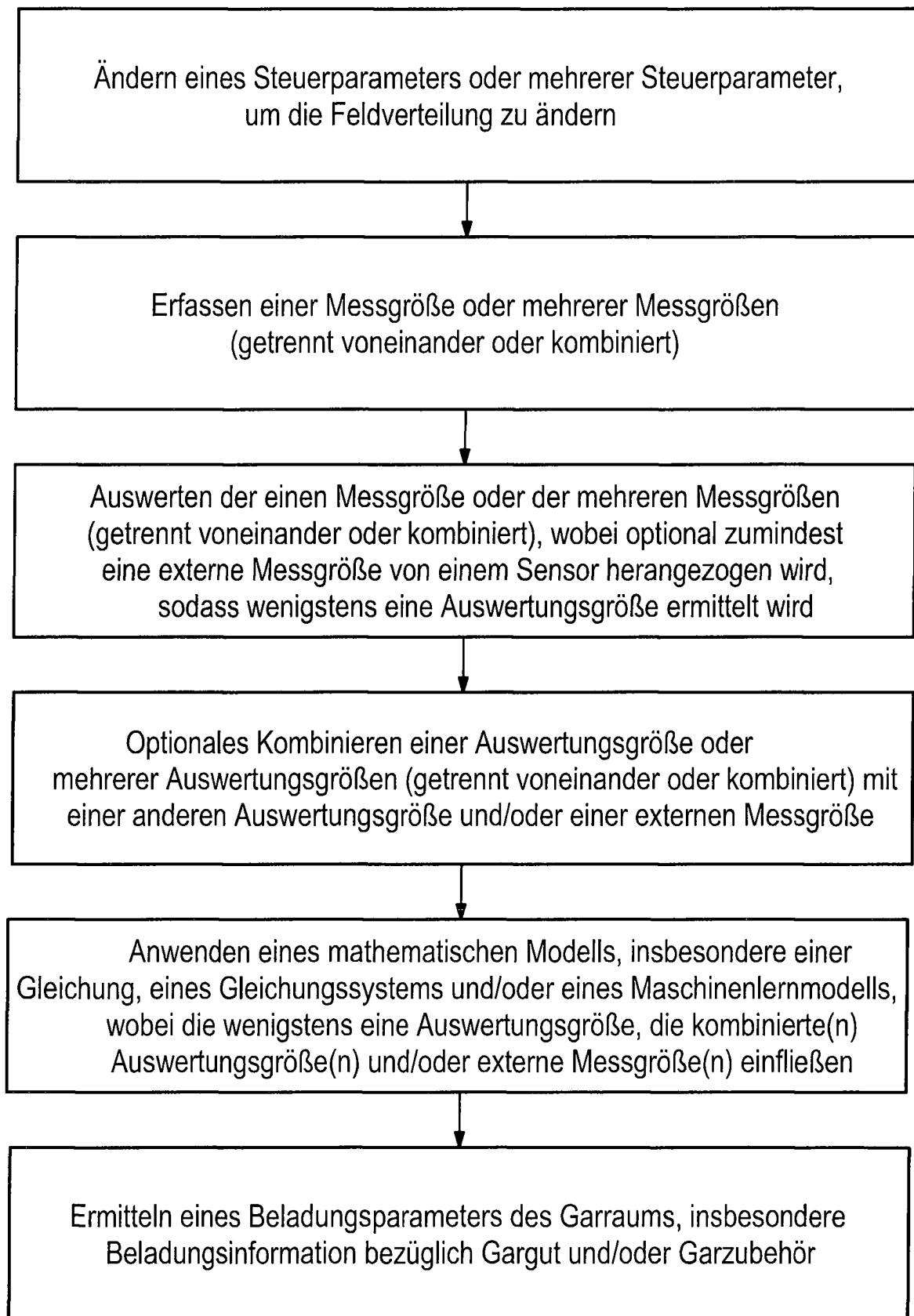


Fig. 6