

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. September 2019 (12.09.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/170830 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 22/00 (2006.01) F24C 7/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/055765

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. März 2019 (07.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102018000003342 07. März 2018 (07.03.2018) IT

(71) Anmelder: RATIONAL AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Siegfried-Meister-Str. 1, 86899 Landsberg am Lech (DE).

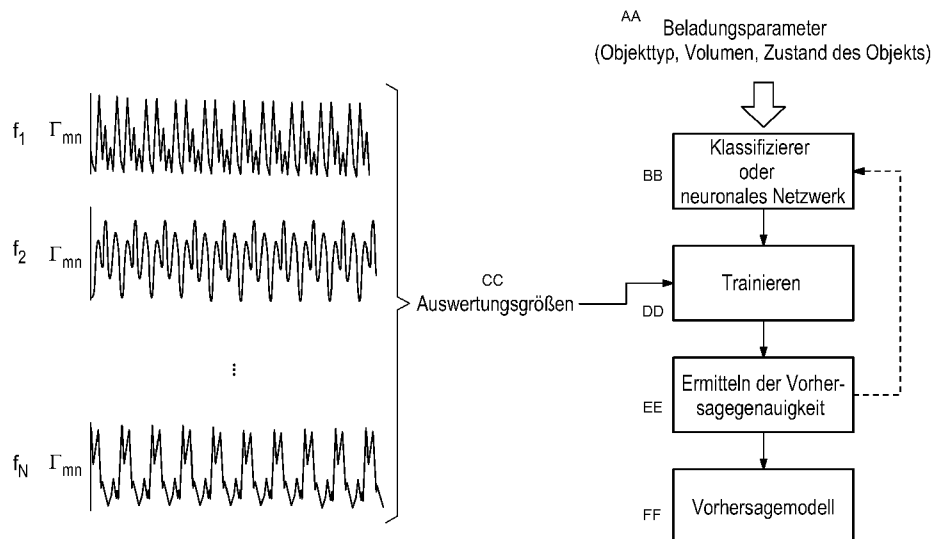
(72) Erfinder: MEO, Fernando; c/o RATIONAL Aktiengesellschaft, Siegfried-Meister-Str. 1, 86899 Landsberg am Lech (DE). PIZZOLATO, Elisa; c/o RATIONAL Aktiengesellschaft, Siegfried-Meister-Str. 1, 86899 Landsberg am Lech (DE). SCHWALB, Daniel; c/o RATIONAL Aktiengesellschaft, Siegfried-Meister-Str. 1, 86899 Landsberg am Lech (DE). ROEDIGER, Philipp; c/o RATIONAL Aktiengesellschaft, Siegfried-Meister-Str. 1, 86899 Landsberg am Lech (DE).

(74) Anwalt: PRINZ & PARTNER MBB PATENT- UND RECHTSANWÄLTE; Rundfunkplatz 2, 80335 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,

(54) Title: METHOD FOR THE DETECTION OF AT LEAST ONE LOADING PARAMETER OF A CLOSED SPACE BY A DETECTION DEVICE, TRAINING METHOD, COMPUTER PROGRAM, COMPUTER-READABLE DATA CARRIER, AND DETECTION DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERKENNEN WENIGSTENS EINES BELADUNGSPARAMETERS EINES GESCHLOSSENEN RAUMS VON EINER ERKENNUNGSEINRICHTUNG, VERFAHREN ZUM TRAINIEREN, COMPUTERPROGRAMM, COMPUTERLESBARER DATENTRÄGER SOWIE ERKENNUNGSEINRICHTUNG



AA Loading parameter (object type, volume, state of the object)
BB Classifier or neural network
CC Evaluation variables
DD Training
EE Determining of the prediction accuracy
FF Prediction model

Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a method for the detection of at least one loading parameter of a closed space by a detection device by means of electromagnetic radiation, wherein measurements of at least one measured variable are used. A first measurement is performed at a first spatial distribution of the electric field generated by the electromagnetic radiation. At least a second measurement is performed at a second spatial distribution of the electric field generated by the electromagnetic radiation, which second spatial distribution of the electric field is different from the first spatial distribution of the electric field. The at least two measurements are



WO 2019/170830 A1

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

evaluated with respect to the at least one measured variable by means of a mathematical operation and/or mathematical transformation in order to obtain at least one evaluation variable from the measurement results, by means of which evaluation variable the loading parameter is determined by applying a pattern recognition having the at least one evaluation variable as an input variable and/or applying a mathematical model comprising the at least one evaluation variable and comprising at least one training parameter, which has been determined by means of prior tests. The invention further relates to a detection device. The invention further relates to a training method, to a computer program and to a computer-readable data carrier.

(57) Zusammenfassung: Es ist beschrieben ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines geschlossenen Raums von einer Erkennungseinrichtung 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 werden hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße mittels einer mathematischen Operation und/oder mathematischer Transformation ausgewertet, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem eine Mustererkennung, die die wenigstens eine Auswertungsgröße als Eingangsgröße aufweist, und/oder ein mathematisches Modell angewendet werden bzw. wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist. Ferner ist eine Erkennungseinrichtung beschrieben. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Trainieren, ein Computerprogramm und einen computerlesbaren Datenträger.

Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines geschlossenen Raums von einer Erkennungseinrichtung, Verfahren zum Trainieren, Computerprogramm, computerlesbarer Datenträger sowie Erkennungseinrichtung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines geschlossenen Raums von einer Erkennungseinrichtung mittels elektromagnetischer Strahlung. Ferner betrifft die Erfindung eine Erkennungseinrichtung. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Trainieren, ein Computerprogramm und einen computerlesbaren
10 Datenträger.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, bei denen ein Beladungsparameter eines geschlossenen Raums, beispielsweise eines Garraums eines Gargeräts, mittels eines optischen Sensors erfasst wird. Hierbei werden Objekterkennungs- bzw. Vermessungsalgorithmen verwendet, um auf den
15 Objekttyp, die Position des Objekts im geschlossenen Raum und/oder die Größe des Objekts zu schließen.

Auch sind solche optischen Systeme, die auch als Erkennungseinrichtungen bezeichnet werden können, aus anderen Anwendungsgebieten bekannt, in denen mehrere unterschiedliche Objekte auftreten können, beispielsweise in einer
20 Produktion-, einer Verteilungs- und/oder Sortieranlage.

Die automatisierte Erkennung des Beladungsparameters ist vorteilhaft, da es nicht mehr nötig ist, dass der Bediener bzw. Benutzer die entsprechenden Informationen manuell eingibt.

Als nachteilig hat sich bei den aus dem Stand der Technik bekannten
25 Möglichkeiten zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters 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 schlechter Sicht, unter anderem aufgrund von Dampf.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine schnelle Möglichkeit bereitzustellen, einen Beladungsparameter zuverlässig zu erkennen, sodass ein entsprechendes Objekt identifiziert werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines geschlossenen Raums von einer Erkennungseinrichtung 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 mittels einer mathematischen Operation und/oder mathematischer Transformation ausgewertet werden, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem eine Mustererkennung, die die wenigstens eine Auswertungsgröße als Eingangsgröße aufweist, und/oder ein mathematisches Modell angewandt werden bzw. wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist.

Der Grundgedanke der Erfindung ist es, dass der wenigstens eine Beladungsparameter eines geschlossenen Raums 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 geschlossenen Raums zumindest zwei

Messungen bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds, beispielsweise des Mikrowellenfelds, durchgeführt und die erhaltenen Messergebnisse hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße entsprechend ausgewertet, um die wenigstens
5 eine Auswertungsgröße zu erhalten.

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 geschlossenen Raums
10 durch die elektromagnetische Strahlung abgedeckt werden kann, um Informationen hinsichtlich des Beladungszustands des gesamten geschlossenen Raums bzw. des jeweiligen Beladungsparameters zu erhalten, wohingegen bei einer gleichbleibenden räumlichen Verteilung nur ein Teil des geschlossenen Raums durch die elektromagnetische Strahlung abgedeckt wäre. Aufgrund der
15 mehreren unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds können verschiedene Bereiche des geschlossenen Raums sensorisch erfasst bzw. „elektromagnetisch abgetastet“ werden.

Es ist dabei nicht nötig, dass die räumliche Verteilung des elektrischen Feldes
20 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 geschlossenen Raums besonders gut
25 eignet.

Aufgrund der Echtzeitüberwachung des geschlossenen Raums ist es möglich, dynamische Anpassungen aufgrund des wenigstens einen Beladungsparameters während des Betriebs vorzunehmen, insbesondere einer der Erkennungseinrichtung zugeordneten Anlage.

30 Grundsätzlich ist elektromagnetische Strahlung gegenüber einer optischen Erkennung von Vorteil, da die elektromagnetischen Wellen in das jeweilige Objekt eindringen und somit Informationen über das Innere liefern können, wohingegen eine optische Erkennung nur die Oberfläche begutachten kann.

5 Sofern mehrere unterschiedliche Messungen durchgeführt werden, kann eine statistische Auswertung der Messergebnisse vorgenommen werden, um den Beladungsparameter zu bestimmen, also mittels eines klassischen Analyseverfahrens. Die statistische Auswertung ist mit deutlich geringerem rechen-
5 technischen Aufwand verbunden als beispielsweise eine Simulation des elektromagnetischen Felds, insbesondere dessen räumlichen Verteilung, weswegen eine Echtzeitüberwachung möglich ist, was bei einer Simulation gerade nicht der Fall ist. Auch eine Simulation stellt ein klassisches Analyseverfahren dar.

10 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.

15 Bei der mathematischen Operation und/oder Transformation kann es sich um eine Gruppierung („grouping“) und/oder Unterteilung („partitioning“) der aus den Messungen gewonnenen Messdaten handeln. Die erhaltenen (Teil-)Datensätze können weiter ausgewertet werden, um eine entsprechende Auswertungsgröße zu erhalten, die in das mathematische Modell und/oder die Mustererkennung einfließt.

20 Die Auswertung der zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße kann bereits als Gruppieren („grouping“) bezeichnet werden, da die Messergebnisse der zumindest zwei Messungen entsprechend gruppiert bzw. zusammengefasst werden. Das Gruppieren („grouping“) findet insbesondere dann statt, wenn die Messungen hinsichtlich mehrerer Messgrößen durchgeführt und anschließend zusammengefasst werden.

25 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.

30 Das mathematische Modell kann eine Gleichung, ein Gleichungssystem und/oder ein (angewandtes) Maschinenlernmodell umfassen. Auch kann es sich bei dem mathematischen Modell um ein komplexes und/oder mehrdimensionales Regressionsmodell handeln.

Grundsätzlich lässt sich das Regressionsmodell als ein lineares Regressionsmodell, ein Regressionsbaum und/oder ein Gauß-Prozess-regressionsmodell ausbilden. Auch weitere Regressionsmodelle kommen in Betracht, insbesondere mehrdimensionale Regressionsmodelle.

- 5 Das angewandte mathematische Modell kann demnach einem klassischen Analyseverfahren entsprechen bzw. zugeordnet sein.

Alternativ oder ergänzend kann eine Mustererkennung angewendet werden, die die wenigstens eine Auswertungsgröße als Eingangsgröße aufweist. Hierzu kann ein Mustererkennungsmodul vorgesehen sein, dem die Auswertungsgröße
10 zugeführt wird. Die Mustererkennung erkennt Korrelationen bzw. Zusammenhänge (Muster) zwischen Daten.

Die Mustererkennung ist zuvor trainiert worden, weswegen es sich um eine trainierte Mustererkennung handelt, sodass die Mustererkennung aufgrund der zugeführten Auswertungsgröße den wenigstens einen Beladungsparameter
15 ausgeben kann.

Bei der Mustererkennung kann ein künstliches neuronales Netz (künstliche Intelligenz) und/oder ein Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahren zum Einsatz kommen. Insofern kann die Mustererkennung im Gegensatz zu klassischen Analyseverfahren auf künstlicher Intelligenz beruhen.

20 Sofern die Mustererkennung verwendet wird, wird demnach zunächst ein klassisches Analyseverfahren durchgeführt, um die wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messungen zu ermitteln. Anschließend an das klassische Analyseverfahren wird die künstliche Intelligenz der Mustererkennung verwendet, um aufgrund der klassisch ermittelten Auswertungsgröße den zumindest einen
25 Beladungsparameter zu erhalten.

Mit anderen Worten stellt das mathematische Modell eine Korrelation zwischen wenigstens einer aus den an der zumindest einen Antenne gemessenen elektromagnetischen Wellen (Messgröße) erhaltenen Auswertungsgröße und des zumindest einen Beladungsparameters her, wobei Trainingsparameter
30 herangezogen werden. Das mathematische Modell ist deterministisch.

Die Mustererkennung hat sich diese Korrelation zuvor selbst angelernt bzw. antrainiert.

Bei einem unterschiedlichen Beladungsparameter kann sich folglich eine andere Korrelation ergeben.

- 5 Die elektromagnetischen Wellen an der wenigstens einen Antenne können gemessen bzw. berechnet werden, worüber die wenigstens eine Auswertungsgröße mittels mathematischer Operationen/Transformationen bestimmt wird. Unter Anwendung des mathematischen Modells bzw. der Mustererkennung kann ausgehend von der wenigstens einen Auswertungsgröße
10 dann auf den zumindest einen Beladungsparameter geschlossen werden.

Grundsätzlich kann die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durch Geräteparameter, Beladungsparameter und Steuerparameter beeinflusst werden. Dies wiederum beeinflusst die elektromagnetischen Wellen an der wenigstens einen Antenne.

- 15 Bei den Geräteparametern handelt es sich beispielsweise um Antennenparameter, nämlich Position und Ausbildung der wenigstens einen Antenne, und/oder Geräteparameter, insbesondere Gargeräteparameter, die Materialeigenschaften umfassen.

- 20 Die Beladungsparameter können Materialeigenschaften, beispielsweise Permittivität, räumliche Produkteigenschaften wie Volumen, Größe, Form und/oder Querschnittsverhältnis, und/oder Lageeigenschaften umfassen, beispielsweise Lage im Raum, insbesondere Einschubhöhe im Garraum, und/oder Lage in einer Einschubebene, insbesondere auf einem eingeschobenen Garzubehör.

- 25 Bei den Steuerparametern kann es sich um die Leistung, die Frequenz, die Phase und/oder die Position eines Modemischers bzw. eines elektrisch leitfähigen Bauteils handeln. Sofern mehrere Antennen vorgesehen sind, die gleichzeitig angeregt werden, können bzw. kann auch die relative Phase und/oder die relative Leistung zwischen den gleichzeitig angeregten Antennen als Steuerparameter verwendet werden.

Insofern lässt sich die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds aktiv ansteuern bzw. verändern, indem zumindest einer der Steuerparameter entsprechend geändert wird.

5 Beispielsweise lassen sich die unterschiedlichen Phasen und/oder Amplituden zwischen den Antennen über S-Parameter ermitteln, sofern Phasenänderungen genutzt werden, um die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds zu ändern.

Es werden also die Steuerparameter verändert, um mit elektromagnetischen Wellen den geschlossenen Raum abzutasten, wohingegen die anderen Parameter
10 fix sind, beispielsweise der wenigstens eine Beladungsparameter. Die an der wenigstens einen Antenne gemessenen elektromagnetischen Wellen verändern sich und umfassen Informationen hinsichtlich der festen Parameter, beispielsweise des wenigstens einen Beladungsparameters.

Die Geräteparameter bleiben fix während des Messverfahrens, das heißt, die
15 Geräteparameter verändern sich nicht.

Auch die Beladungsparameter bleiben während des Messverfahrens fix, insbesondere Beladungsparameter wie die Anzahl und/oder der Typ.

Erfindungsgemäß wird eine Auswertungsgröße herangezogen, die für wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse sensitiv ist, beispielsweise
20 die Temperatur des Objekts/Garguts und/oder Menge, jedoch für andere Beladungsparameter, die nicht von Interesse sind (Störparameter), invariant ist, beispielsweise die Lage des Objekts im geschlossenen Raum.

In Abhängigkeit der Beladungsparameter von Interesse bzw. der Störparameter wird eine entsprechende Auswertungsgröße aus den Messdaten
25 über die mathematischen Operationen/Transformationen ermittelt, die in das mathematische Modell und/oder die Mustererkennung einfließt.

Grundsätzlich kann die Mustererkennung durch ein auf einem künstlichen neuronalen Netz (künstliche Intelligenz) beruhenden Mustererkennungsmodul und/oder ein Klassifikations- bzw. Klassifizierungsmodul bereitgestellt werden, das
30 ein Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahren anwendet.

Auch kann die Mustererkennung ein künstliches neuronales Netz sein, das auf „Deep Learning“ beruht, also tiefgehendem Lernen. Hierbei können die Messdaten direkt verwendet werden, also die Rohdaten, um den wenigstens einen Beladungsparameter zu ermitteln. Eine zwischengelagerte Auswertung mittels mathematischer Operationen/Transformationen kann demnach entfallen.

Die Mustererkennung kann auch ein sogenanntes „faltendes neuronales Netz“ sein („Convolutional Neural Network“).

Zur Ermittlung des zumindest einen Beladungsparameters unter Einbeziehung der wenigstens Auswertungsgröße, die mit einem klassischen Analyseverfahren erhalten worden ist, können grundsätzlich auch folgende Methoden bzw. Verfahren zum Einsatz kommen: Support Vector Machine (SVM), Ensemblemethoden und/oder „Random Forest“-Methoden, die üblicherweise der Mustererkennung zugeschrieben werden.

Bei den Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahren können Diskriminanzanalysen, beispielsweise lineare Diskriminanzanalyse (LDA) und/oder quadratische Diskriminanzanalyse (QDA), Naives-Bayes-Verfahren, Nächste-Nachbarn-Verfahren oder ähnliches zum Einsatz kommen.

Die Mustererkennung stellt darauf ab, dass Korrelationen bzw. Zusammenhänge (Muster) zwischen Daten erkannt werden. Demnach ist die Mustererkennung nicht auf eine zweidimensionale Bildauswertung beschränkt.

Beispielsweise werden die erhaltenen Messdaten für jede Antenne individuell nach Phase, Frequenz und/oder Drehwinkel eines Lüfters gruppiert bzw. aufgeteilt. Insofern ergeben sich für die Anzahl der Antennen unterschiedliche Datenteilsätze, die ausgewertet werden können.

Grundsätzlich kann auch vorgesehen sein, dass die aus den Messungen erhaltenen Daten direkt als Eingangswerte einer entsprechend antrainierten Mustererkennung verwendet werden, also ohne zwischengeschaltetem klassischen Verfahren, insbesondere bei einem Deep-Learning-Ansatz.

Das verwendete Verfahren zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters ist zudem bei einem Gargerät kostengünstig implementierbar, da auf bestehende Komponenten eines Gargeräts zurückgegriffen werden kann. Das

Gargerät kann dann um eine Erkennungseinrichtung erweitert sein, mit der sich der Beladungsparameter eines als geschlossenen Raum dienenden Garraums in einfacher Weise erfassen lässt.

5 Auch bei anderen Anlagen kann eine entsprechende Erkennungseinrichtung in einfacher Weise nachgerüstet werden, um Objekte zu detektieren, die hierzu in einen geschlossenen Raum der Erkennungseinrichtung eingebracht werden, beispielsweise Objekte, die auf einem Transportband in den geschlossenen Raum transportiert werden. Auch können Trocknungsgeräte oder ähnliches als Anlagen vorgesehen sein, die um eine derartige Erkennungseinrichtung erweitert werden.

10 Die Erkennungseinrichtung kann also eine Nachrüstbaugruppe für eine bestehende Prozessanlage sein, beispielsweise ein Gargerät.

Die elektromagnetische Strahlung, die in den geschlossenen Raum eingespeist wird, kann über eine Mikrowellenquelle bereitgestellt werden, die kohärente Mikrowellen aussendet, beispielsweise über einen Oszillator mit engem
15 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 geschlossenen Raum eingespeist, wobei die elektromagnetische Strahlung das elektrische Feld im
20 geschlossenen Raum erzeugt.

Die verwendete elektromagnetische Strahlung (Mikrowellen oder Wellen im Bereich von THz) 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 eines Garguts bzw. eines Objekts verwendet
25 werden kann. Das Aufwärmen von Gargut in einem Gargerät mittels elektromagnetischer Strahlung (Mikrowellen oder Wellen im Bereich von THz) kann im Gegensatz zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters über eine sogenannte Heizleistung erfolgen, die entsprechend größer ist.

Insofern können bei einem Gargerät separat zur Heizung ausgebildete
30 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.

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

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

Da zur Bestimmung des Beladungsparameters elektromagnetische Strahlung
10 (Mikrowellen oder Wellen im Bereich von THz) verwendet wird, kann diese Technik im Gegensatz zu optischen Systemen auch bei hohen Temperaturen bzw. starkem Dampf eingesetzt werden.

Das Verfahren ist jedoch nicht auf Gargeräte beschränkt. Vielmehr kann es in mehreren Anwendungsgebieten angewandt werden, in denen ein Objekt
15 getrocknet, erkannt, vermessen bzw. allgemein bestimmt werden soll, also bei einer entsprechenden Erkennungseinrichtung, die einer Anlage zugeordnet ist.

Generell umfasst der Beladungsparameter Informationen hinsichtlich der Beladung des geschlossenen Raums, beispielsweise durch Objekte bzw. Bauteile.

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

Der Trainingsparameter kann empirisch ermittelt worden sein, durch zuvor durchgeführte Tests. Insofern lässt sich der Trainingsparameter als Fitparameter für das mathematische Modell verstehen.

Alternativ handelt es sich bei dem Trainingsparameter um einen gelernten
25 Parameter, also einen antrainierten Parameter. Der entsprechende Trainingsparameter kann über einen Maschinenlern-Algorithmus gelernt bzw. trainiert worden sein. Beispielsweise wird der Trainingsparameter mittels künstlicher Intelligenz ermittelt, wobei der mittels künstlicher Intelligenz ermittelte
30 Trainingsparameter anschließend in einem klassischen mathematischen Modell verwendet wird, nämlich einer Gleichung bzw. einem Gleichungssystem.

- Insbesondere verwenden die mathematischen Operationen und/oder mathematischen Transformationen statistische und/oder informationstheoretische Techniken, um die wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten. Die Auswertungsgröße wird demnach mittels eines klassischen
- 5 Analyseverfahrens aus den Messergebnissen der wenigstens zwei Messungen ermittelt, nämlich aufgrund von mathematischer Operationen und/oder mathematischer Transformationen, die statistische und/oder informationstheoretische Techniken verwenden. Zuvor können die Messdaten geteilt (partielliert) oder gruppiert worden sein, wie bereits beschrieben wurde.
- 10 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 Modemischer, die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die (relative) Leistung der elektromagnetischen Strahlung und/oder die
- 15 (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
- 20 Phase bei mehreren Antennen, wobei die räumliche Verteilung aufgrund eines Modemischer oder einer Bewegung des elektrisch leitfähigen Bauteils verändert wird. Die Einstellungen der Mikrowellenquelle können auch zusätzlich zum Betrieb des Modemischer zwischen den einzelnen Messungen verändert werden, beispielsweise die Frequenz.
- 25 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.
- 30 Die Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, die Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils bzw. der Modemischer 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.

5 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.

10 In Abhängigkeit des Steuerparameters zur Veränderung der räumlichen Verteilung bieten sich bestimmte 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.

15 Die räumliche Verteilung des elektrischen Felds kann auch über die Phase als Steuerparameter modifiziert werden, indem mindestens zwei Antennen gleichzeitig angeregt werden und ein Phasenschieber verwendet wird, um beispielsweise eine Phasendifferenz zwischen den Antennen einzustellen. Die jeweiligen Phasen müssen nicht absolut bekannt sein, sodass bereits ein Sweep einer Phase ausreichend ist. Insofern muss auch keine absolute Kalibrierung der Antennen durchgeführt werden, da beispielsweise das Verhältnis der Amplituden gemessen wird, während eine Phase durch einen Zyklus (von -180° bis 180°) läuft. Die relativen Veränderungen der gemessenen elektromagnetischen Wellen liefern dann Informationen des wenigstens einen Beladungsparameters bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen.

20 Beispielsweise wird der Gradient des Amplitudenverhältnisses (rückwärts/vorwärts) bezüglich der Phasenverschiebung für jede Frequenz und jede Antenne berechnet. Dann wird ein Histogramm ermittelt (mathematische Operation, insbesondere mathematische Darstellung), um eine Auswertungsgröße zu extrahieren.

30 Die Auswertungsgröße kann die Form des erhaltenen Histogramms beschreiben, beispielsweise der Mittelwert, die Varianz, der Symmetriewert oder andere Parameter des Histogramms.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass zunächst Netzwerkparameter gemessen werden, um dann auslaufende Wellen numerisch zu ermitteln, also über

$$\mathbf{b} = \mathbf{S} * \mathbf{a},$$

5 wobei \mathbf{b} ein Vektor der auslaufenden Wellen, \mathbf{S} die Streu-Matrix (Streuparameter) und \mathbf{a} ein Vektor der einlaufenden Wellen (auch Anregungsvektor genannt) sind.

Ausgehend vom Vektor der auslaufenden Wellen lässt sich dann wenigstens eine Auswertungsgröße ermitteln.

10 Hierbei kann eine absolute Kalibrierung vorgesehen sein. Dies ist jedoch nicht zwingend notwendig.

Sofern die jeweilige Auswertungsgröße erfordert, dass die Netzwerkparameter absolut kalibriert sind, kann eine sogenannte Datenvermehrung angewandt werden, bei der die Kalibrierebene der Netzwerkparameter durch Verschieben der Phase der Streuparameter synthetisch verändert wird.

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

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

20 Insbesondere wird ein im geschlossenen Raum angeordnetes Lüfterrad als Modemischer verwendet. Dementsprechend 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. Auch kann ein Lüfterrad allgemein bei einer Erkennungseinrichtung vorgesehen sein, um die
25 Atmosphäre im geschlossenen Raum umzuwälzen, Luft abzusaugen und/oder Luft in den geschlossenen Raum einzubringen.

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
30 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 geschlossenen Raum eingespeist wird. Die jeweilige Leistung der ausgekoppelten elektromagnetischen Wellen kann dann über eine Messeinheit gemessen werden.

Generell können die Amplituden, Phasen und/oder Netzwerkparameter jeweils in Verhältnis zueinander gesetzt werden.

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.

Bei den vorlaufenden elektromagnetischen Wellen handelt es sich um die elektromagnetischen Wellen, die von der wenigstens einen Mikrowellenquelle zur zugeordneten Antenne laufen (einlaufende Wellen), wohingegen die rücklaufenden elektromagnetischen Wellen diejenigen sind, die vom geschlossenen Raum in die entsprechende Antenne zurückreflektiert werden, auch auslaufende Wellen genannt.

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 geschlossenen Raums mit zumindest einem entsprechenden Objekt.

Ferner kann die Stellung eines Lüfterrads oder eines anderen elektrisch leitfähigen Bauteils im geschlossenen Raum einen Einfluss auf das Reflexionsverhalten haben. Insofern lässt sich über die reflektierten elektromagnetischen Wellen auf die Beladungscharakteristik schließen.

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.

Es können anstatt einer Messgröße auch mehrere Messgrößen erfasst werden, die dann kombiniert werden, beispielsweise das Verhältnis der Leistungen
5 der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen und rücklaufenden elektromagnetischen Wellen.

Mehrere Messgrößen bzw. die den Messgrößen zugeordneten Messdaten können kombiniert bzw. gruppiert („grouping“) werden, insbesondere über jegliche Kombination der Steuerparameter.

10 Auch können die Messdaten bezüglich wenigstens einer Messgröße aufgeteilt werden, beispielsweise in unterschiedliche Bereiche, insbesondere unterschiedliche Frequenzbereiche, um entsprechende Teildatensätze zu generieren, die separat voneinander ausgewertet werden können.

Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass mehrere Antennen vorgesehen sind, über
15 die jeweils, insbesondere kohärente, elektromagnetische Wellen in den geschlossenen Raum 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 geschlossenen Raum eingespeist werden. Es ist also auch möglich, dass nur
20 eine der mehreren Antennen gleichzeitig aktiv ist.

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 Mikrowellenquellen sind dann untereinander derart gekoppelt, dass die elektromagnetischen
25 Wellen kohärent sind. Eine der Erkennungseinrichtung zugeordnete Steuer- und Auswerteeinheit kann dabei die Phasen- und/oder Amplitudenbeziehung(en) der über die mehreren Antennen eingespeisten elektromagnetischen Wellen steuern bzw. regeln.

Insbesondere ist der Phasenbezug, der über die mehreren Antennen in den
30 geschlossenen Raum 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 Modemischer, 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.

Der wenigstens eine Beladungsparameter kann der Objekttyp, die Position des Objekts innerhalb des geschlossenen Raums, das Volumen des Objekts, die Menge des Objekts, die Temperatur des Objekts, das Querschnittsverhältnis des Objekts, die Anzahl an Objekten und/oder der Zustand des Objekts (interner und/oder externer) sein bzw. umfasst der wenigstens eine Beladungsparameter Informationen bezüglich im geschlossenen Raum vorhandenen Teilen. 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 Objekt eindringen, wodurch sich die jeweiligen Größen leicht ermitteln lassen.

Das Querschnittsverhältnis entspricht dem Verhältnis Volumen zu Fläche. Insofern kann festgestellt werden, ob beispielsweise fünf Teile mit einem ersten Volumen oder ein Teil mit einem zweiten Volumen im geschlossenen Raum angeordnet ist, wobei das zweite Volumen fünfmal so groß ist wie das erste Volumen.

Bei der Position des Objekts kann es sich um die dreidimensionale Position des Objekts im geschlossenen Raum handeln. Folglich kann auf die Höhe des Objekts im geschlossenen Raum bzw. eine entsprechende Einschubebene in einem Garraum eines Gargeräts geschlossen werden, in der das Objekt bzw. Gargut platziert ist, beispielsweise mittels eines Zubehöerteils eingeschoben ist.

Ebenso kann die Position und/oder die Menge des Teils, also beispielsweise eines Garzubehörs bzw. eines Bauteils, im geschlossenen Raum detektiert werden, was ebenfalls einen Beladungsparameter des geschlossenen Raums darstellt.

Ferner können Kombinationen von Beladungen erkannt werden. Beispielsweise umfasst der Beladungsparameter Informationen hinsichtlich der

Position des Objekts innerhalb des geschlossenen Raums sowie der Menge an Bauteilen im geschlossenen Raum, die Teil der Erkennungseinrichtung sein können, beispielsweise Bauteile eines Transportsystems, über das das Objekt durch die Erkennungseinrichtung transportiert wird.

- 5 Grundsätzlich können also unterschiedliche Beladungsparameter von Interesse sein.

Da eine Echtzeitüberwachung möglich ist, lassen sich auch Veränderungen der Belegung des geschlossenen Raums schnell feststellen, beispielsweise das Einbringen von neuen Objekten, insbesondere neuem, zu garendem Gargut
10 und/oder Volumenveränderungen wie Aufgehen eines Garguts (Backware). Auch hier ist es nicht nötig, dass der Bediener die entsprechenden Informationen bezüglich des Objekts manuell eingibt, da dies automatisch ermittelt werden kann, insbesondere die Anzahl an Objekten, das Volumen und die Menge.

Im Garraum vorhandenes Garzubehör, das üblicherweise aus einem Metall
15 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
20 Auswertungsgröße abgestellt, über die zwischen Gargut und Garzubehör eindeutig unterschieden werden kann. Aufgrund dessen ist es möglich, zwischen Gargut und Garzubehör zu unterscheiden.

Gemäß einem weiteren Aspekt ist die wenigstens eine Auswertungsgröße ein Minimalwert der Messergebnisse, ein Maximalwert der Messergebnisse, ein Wert
25 einer mathematischen Transformation der Messergebnisse und/oder ein Wert einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse, insbesondere ein Verbundmoment, ein Wert der Verteilung der Messergebnisse, eine Ableitung, ein Gradient, der Integralwert, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm und/oder Parameter der Wahrscheinlichkeitsverteilung bzw. des Histogramms,
30 beispielsweise der Mittelwert, die Varianz, ein Symmetriewert (Schiefe), die Kurtosis und/oder die Standardabweichung, wenigstens ein Parameter der Informationstheorie wie die Entropie, die Verbundentropie, die bedingte Entropie, die differentielle Entropie, die Transinformation und/oder die Kullback-Leibler-

Divergenz, eine Summe, eine Projektion und/oder eine Taylor-Darstellung. 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.

- 5 Insbesondere kann die wenigstens eine Auswertungsgröße ein Verbundmoment sein, beispielsweise Kovarianz (Covariance), Kokurtosis (Cokurtosis) und/oder Koschiefe (Coskewness).

Die wenigstens eine Auswertungsgröße kann demnach direkt aus den Messdaten (oder einer Teilmenge/Kombination der Messdaten) erhalten werden, 10 beispielsweise als der Minimalwert der Messdaten bzw. -ergebnisse und/oder der Maximalwert der Messdaten bzw. -ergebnisse.

Die wenigstens eine Auswertungsgröße kann aus einer mathematischen Operation gewonnen worden sein, beispielsweise einer Ableitung, einem Gradienten und/oder einem Integralwert.

- 15 Auch kann die wenigstens eine Auswertungsgröße ein Wert einer mathematischen Transformation der Messergebnisse sein, beispielsweise einer Fourier-, Laplace- und/oder Wavelet-Transformation.

Die wenigstens eine Auswertungsgröße kann ein Wert einer mathematischen Operation in Form einer mathematischen Darstellung der Messergebnisse sein, 20 beispielsweise ein Wert der Verteilung der Messergebnisse bzw. eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm und/oder ein Parameter der (multi-variablen) Wahrscheinlichkeitsverteilung bzw. des Histogramms. Dies kann der Mittelwert, die Varianz, ein Symmetriewert, die Kurtosis und/oder die Standardabweichung sein. Bei der multi-variablen Wahrscheinlichkeitsverteilung 25 handelt es sich beispielsweise um eine gemeinsame Wahrscheinlichkeit und/oder einer bedingten Wahrscheinlichkeit.

Auch kann es sich bei der wenigstens einen Auswertungsgröße um wenigstens einen Parameter der Informationstheorie handeln, beispielsweise die Entropie, die Verbundentropie, die bedingte Entropie, die differentielle Entropie, die 30 Transinformation und/oder die Kullback-Leibler-Divergenz.

Zudem kann die wenigstens eine Auswertungsgröße Merkmale aus einer oder mehrerer Datengruppe(n) sein, beispielsweise eine Summe, ein Integral, eine Projektion und/oder eine Taylor-Darstellung.

5 Generell kann die wenigstens eine Auswertungsgröße auch zumindest ein anderer statistischer Parameter sein.

Es 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.

10 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.

15 Bei der mathematischen Transformation kann es sich um eine Laplace-Transformation bzw. eine Fourier-Transformation handeln. Auch kann eine mathematische Erweiterung wie eine Taylor-Reihe und/oder eine lineare Transformation (lineare Algebra) vorgesehen sein, um Invarianten und eine Basis zu finden, beispielsweise Singulärwertzerlegung und/oder Hauptkomponenten-
20 analyse.

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
25 differenzierbare Funktion zu erhalten.

Generell kann demnach die Auswertung der zumindest zwei Messungen hinsichtlich der wenigstens einen Messgröße auf eine mathematische Darstellung der Messergebnisse, beispielsweise eine Häufigkeitsverteilung (Verteilung der Messergebnisse), eine mathematische Transformation der (Verteilung der)
30 Messergebnisse bzw. die direkten Messergebnisse abstellen. Dies kann als statistischer Ansatz für die Ermittlung des Beladungsparameters bezeichnet werden.

Auch können andere Messgrößen von Sensoren herangezogen werden, sodass beispielsweise eine Garraumtemperatur, eine Kerntemperatur eines Garguts, eine Feuchte, ein Bräunungswert bzw. eine Temperatur innerhalb des geschlossenen Raums bei der Auswertung berücksichtigt wird.

- 5 Die anderen Messgrößen können sowohl in das mathematische Modell als auch in die Mustererkennung einfließen.

Beim Training der Mustererkennung können die anderen Messgrößen als Eingangs- und/oder als Ausgangsparameter vorgesehen sein.

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

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

- 15 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.

Bei der Auswertung der wenigstens zwei Messungen handelt es sich demnach um ein klassisches Analyseverfahren.

- 20 Gemäß einer Ausführungsform werden mehrere Auswertungsgrößen bestimmt, die in die Mustererkennung und/oder das mathematische Modell einfließen. Das mathematische Modell und/oder die Mustererkennung können bzw. kann einen entsprechenden Beladungsparameter mit den jeweiligen Auswertungsgrößen korrelieren, sodass über das mathematische Modell bzw. die
25 Mustererkennung Vorhersagen bezüglich des Beladungsparameters anhand der (zuvor klassisch) ermittelten Auswertungsgrößen getroffen werden können, beispielsweise hinsichtlich des Zustands des Objekts, beispielsweise den Zustand von Eiscreme in einer Eiscreme-Produktionsanlage. Auch lässt sich hierüber das Volumen des Objekts in einfacher Weise dank des mathematischen Modells
30 ermitteln bzw. aufgrund der Mustererkennung bestimmen.

Generell können sämtliche der oben genannten Auswertungsgrößen kombiniert werden, also in das mathematische Modell einfließen bzw. der Mustererkennung zugeführt werden, um einen entsprechenden Beladungsparameter zu bestimmen.

- 5 Mit anderen Worten kann die Auswertungsgröße, die in das mathematische Modell bzw. die Mustererkennung einfließt, ermittelt werden, indem mehrere mathematische Operationen und/oder Transformationen hintereinander durchgeführt werden.

- 10 Zumindes t eine der oben genannten mathematischen Operationen und/oder Transformationen wird auf die Messdaten angewandt, um die wenigstens eine Auswertungsgröße zu bestimmen.

- 15 Das Ziel der Erfindung ist es, eine Kombination der oben genannten mathematischen Operationen und/oder Transformationen durchzuführen, sodass wenigstens eine Auswertungsgröße bestimmt wird, die invariant hinsichtlich Beladungsparameter ist, die nicht von Interesse sind, jedoch sensitiv für den wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse ist.

- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren kann allgemein als ein E-Feld Kammer-Abtastverfahren bezeichnet werden, da mittels des elektromagnetischen Felds die Kammer bzw. der geschlossene Raum, beispielsweise der Garraum, abgetastet wird. Hierbei werden Messdaten der elektromagnetischen Wellen an der wenigstens einen Antenne erfasst und gespeichert.

- 25 Die Messdaten werden dann von der Steuer- und Auswerteeinheit, die einen Prozessor umfasst, verarbeitet, indem mathematische Operationen und/oder mathematische Transformationen durchgeführt werden, um die wenigstens eine Auswertungsgröße zu ermitteln.

Die ermittelte Auswertungsgröße wird in dem mathematischen Modell und/oder der Mustererkennung verwendet, um den wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse zu bestimmen.

- 30 Ausgehend von dem wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse kann die Steuer- und Auswerteeinheit einen Prozess anpassen, beispielsweise einen Garprozess, und/oder eine Vorhersage treffen.

Zum Beispiel wird die Heizleistung beim Garprozess aufgrund des ermittelten Beladungsparameters von Interesse angepasst, um das optimale Garergebnis zu erzielen.

5 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.

10 Die Mustererkennung kann wenigstens zwei Auswertungsgrößen als Eingangsgrößen erhalten, um den wenigstens einen Beladungsparameter zu ermitteln.

Auch können generell weitere Messgrößen einfließen, beispielsweise Messgrößen von Sensoren wie der Temperatur im geschlossenen Raum bzw. 15 einer Temperatur des Objekts selbst. Diese weiteren Messgrößen können ebenfalls zunächst mathematisch transformiert bzw. ausgewertet werden, sodass beispielsweise die Ableitung bzw. ein Integralwert einer Messgröße zusätzlich herangezogen wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden mehrere Auswertungsgrößen 20 bestimmt, die unter anderem als Eingangparameter für einen Maschinenlern-Algorithmus verwendet werden. Der Maschinenlern-Algorithmus erhält demnach unter anderem die verschiedenen Auswertungsgrößen, um Zusammenhänge zwischen den Auswertungsgrößen, die aus den Messergebnissen hergeleitet wurden, und dem wenigstens einen Beladungsparameter zu erlernen. Insofern 25 erhält der Maschinenlern-Algorithmus während einer Trainingsphase zusätzlich Informationen hinsichtlich des wenigstens einen Beladungsparameters, insbesondere Informationen hinsichtlich mehrerer Beladungsparameter, um die entsprechenden Zusammenhänge (Muster) erlernen zu können. Hierbei können bzw. kann ein (automatischer) Klassifizierer, also die Anwendung eines 30 Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahrens, und/oder ein neuronales Netzwerk zum Einsatz kommen.

Der Maschinenlern-Algorithmus kann zudem weitere Daten erhalten, beispielsweise weitere Messgrößen von Sensoren wie der Temperatur des geschlossenen Raums und/oder der Temperatur des Objekts. Diese weiteren Messgrößen können ebenfalls für das Training des Maschinenlern-Algorithmus
5 herangezogen werden.

Das Training kann laufend durchgeführt werden, um die Genauigkeit ständig und in automatisierter Weise zu verbessern.

Der Maschinenlern-Algorithmus ist insbesondere der Mustererkennung zugeordnet bzw. wendet die Mustererkennung den trainierten Maschinenlern-
10 Algorithmus an.

Grundsätzlich kann das Training der Mustererkennung wie nachfolgend beschrieben erfolgen:

Die Mustererkennung, beispielsweise das künstliche neuronale Netzwerk und/oder das Klassifikations- bzw. Klassifizierungsmodul, wird mit Soll-
15 Trainingsdaten trainiert, wobei die Soll-Trainingsdaten zumindest eine Auswertungsgröße und wenigstens einen tatsächlichen Beladungsparameter umfassen, wobei die zumindest eine Auswertungsgröße aus Messergebnissen von zumindest zwei Messungen hinsichtlich wenigstens einer Messgröße mittels mathematischer Operationen und/oder mathematischer Transformationen
20 erhalten worden ist, wobei die Messungen bei zwei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt worden sind, mit den folgenden Trainingsschritten:

- Vorwärtsspeisen der zu trainierenden Mustererkennung, insbesondere des künstlichen neuronalen Netzwerks und/oder des Klassifikations- bzw.
25 Klassifizierungsmoduls, mit den Soll-Trainingsdaten;

- Ermitteln wenigstens eines Beladungsparameters mittels der Mustererkennung, insbesondere des künstlichen neuronalen Netzwerks und/oder des Klassifikations- bzw. Klassifizierungsmoduls;

- Bestimmen eines Fehlers zwischen dem ermittelten Beladungsparameter
30 und dem tatsächlichen Beladungsparameter; und

- Ändern von Gewichtungsfaktoren der Mustererkennung durch Rückwärtsspeisen der Mustererkennung, insbesondere des künstlichen neuronalen Netzwerks und/oder des Klassifikations- bzw. Klassifizierungsmoduls, mit dem Fehler.

5 Bei dem Fehler, der zwischen dem ermittelten Beladungsparameter und dem tatsächlichen Beladungsparameter bestimmt wird, handelt es sich um eine entsprechende Abweichung des ermittelten Beladungsparameters vom tatsächlichen Beladungsparameter. Über die entsprechende Abweichung bzw. den Fehler kann die Mustererkennung intern verwendete Gewichtungsparameter
10 anpassen, um den Fehler bzw. die Abweichung zu minimieren.

Beispielsweise verwenden die mathematischen Operationen und/oder die mathematischen Transformationen statistische und/oder informationstheoretische Techniken, um die zumindest eine Auswertungsgröße zu erhalten.

Insbesondere wird der zumindest eine Trainingsparameter durch den
15 Maschinenlern-Algorithmus ermittelt, beispielsweise in der oben genannten Form, wobei der entsprechend ermittelte Trainingsparameter in das mathematische Modell eingesetzt wird, dessen Ergebnis dann mit dem tatsächlichen Beladungsparameter verglichen wird. Der Maschinenlern-Algorithmus ist demnach eingerichtet, den zumindest einen Trainingsparameter zu ermitteln. Der ermittelte
20 Trainingsparameter kann dann vom mathematischen Modell verwendet werden.

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 die Erkennungseinrichtung trainiert worden ist, kann demnach
25 der wenigstens eine Beladungsparameter automatisiert ermittelt werden, sodass es keiner manuellen Eingabe des Benutzers der Erkennungseinrichtung mehr bedarf. Insofern erhöht sich beispielsweise die Bedienfreundlichkeit eines Gargeräts mit Erkennungseinrichtung erheblich, da der Benutzer nur noch sein gewünschtes Garergebnis angeben muss, beispielsweise „medium“, „rare“ oder
30 „well done“ bei Steak.

Ferner betrifft die Erfindung eine Erkennungseinrichtung für eine Anlage, mit einem geschlossenen Raum und einer Steuer- und Auswerteeinheit, wobei die

Erkennungseinrichtung, 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
5 Messgröße bei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen eines durch eingespeiste elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds umfasst. Die Erkennungseinrichtung ist also eingerichtet, den Beladungsparameter (automatisiert) zu ermitteln, wobei keine Eingabe hinsichtlich des Objekts seitens des Benutzers nötig ist.

10 Des Weiteren kann die Erkennungseinrichtung eingerichtet sein, entsprechend trainiert zu werden, sodass es nach Abschluss der Trainingsphase eingesetzt werden kann, um den Beladungsparameter (automatisiert) zu ermitteln.

Die Erkennungseinrichtung kann bei einem Gargerät, einer Produktionsanlage, einer Transportanlage, einer Sortieranlage, einer Verteileranlage und/oder einer
15 sonstigen Prozessanlage eingesetzt werden, um einen Beladungsparameter des geschlossenen Raums zu detektieren, in den ein zu erkennendes Objekt eingebracht wird.

Grundsätzlich wird durch jede Messung der wenigstens einen Messgröße ein Datensatz erhalten, auch Messdaten bzw. Rohdaten genannt, der entsprechend,
20 insbesondere mittels klassischer Analyseverfahren, ausgewertet wird, um die wenigstens eine Auswertungsgröße zu erhalten, die in das (ebenfalls klassische) mathematische Modell bzw. die (auf künstlicher Intelligenz basierende) Mustererkennung einfließt.

Die Auswertungsgröße basiert also auf den Messdaten bzw. Messergebnissen
25 der zuvor durchgeführten Messungen. Mit anderen Worten werden die Messdaten bzw. Messergebnisse ausgewertet, beispielsweise mathematisch transformiert und/oder statistisch ausgewertet, um hieraus die Auswertungsgröße zu erhalten.

Ein weiterer Aspekt sieht vor, dass der durch die jeweilige Messung erhaltene Datensatz geteilt bzw. partitioniert wird, sodass Datenteilsätze entstehen, die
30 entsprechend separat voneinander ausgewertet werden können. Hierdurch lassen sich insbesondere lediglich solche Datenteilsätze auswerten, die als relevant erachtet werden. Unter anderem können störende Effekte unterdrückt werden.

Beispielsweise werden die Datenteilsätze aufgrund unterschiedlicher Steuerparameter unterteilt, beispielsweise der Frequenz der elektromagnetischen Strahlung, insbesondere ein Frequenzbereich von 2,4 GHz – 2,43 GHz bzw. ein Frequenzbereich von 2,425 GHz bis 2,5 GHz. Alternativ können die Datenteilsätze den Antennen jeweils zugeordnet werden. Auch kann die Phase und/oder der Drehwinkel eines Lüfters genutzt werden, um die Messdaten in Datenteilsätze zu unterteilen.

Die entsprechenden Datenteilsätze können sich (zumindest teilweise) überlappen.

Die einzelnen Datenteilsätze können jeweils gleich oder unterschiedlich ausgewertet werden, also hinsichtlich der gleichen oder einer anderen Auswertungsgröße.

Auch können die aus den einzelnen Datenteilsätze gewonnen Auswertungsgrößen anschließend unterschiedlich weiterverwendet werden, beispielsweise mittels der Mustererkennung und/oder dem mathematischen Modell, um auf den wenigstens einen Beladungsparameter zu schließen.

Es ist auch möglich, dass nur ein Teildatensatz oder ein Teil der Teildatensätze weiterverarbeitet wird.

Im Allgemeinen ist es mit dem Verfahren möglich, hinsichtlich des wenigstens einen Beladungsparameters zwischen Parameter von Interesse und Störparametern zu unterscheiden. Diese Unterscheidung kann vom Garprozess bzw. Anwendungsfall abhängig sein, sodass in einem Fall ein Beladungsparameter ein Parameter von Interesse ist, wohingegen derselbe Beladungsparameter in einem anderem Fall ein Störparameter ist.

In einem Ausführungsbeispiel sind der Garguttyp und/oder das Gesamtvolumen der Gargüter Beladungsparameter von Interesse, wohingegen die Position in der Ebene und/oder die Form des Garguts Störparameter darstellen.

Um den jeweiligen wenigstens einen Beladungsparameter zu ermitteln, der von Interesse ist, wird wenigstens eine entsprechende Auswertungsgröße aus den von den Messungen erhaltenen Messdaten ermittelt, die mit dem wenigstens einen

Beladungsparameter von Interesse korreliert, wohingegen diese wenigstens eine Auswertungsgröße quasi-invariant zu den Störparametern ist.

Beispielsweise werden Messungen hinsichtlich wenigstens einer Messgröße über mehrere Antennen durchgeführt, wobei Messpunkte für jede Frequenz erfasst werden.

Die erhaltenen Messdaten werden dann in Teildatensätze geteilt, die jeweils einer Antenne zugeordnet sind (mathematische Operation). Anschließend werden die Ableitungen/Gradienten für jeden Teildatensatz über die Frequenz ermittelt (mathematische Operation),

10 Aus den so erhaltenen Daten wird dann ein Histogramm erstellt (mathematische Operation, insbesondere mathematische Darstellung), woraus wiederum ein Parameter ermittelt wird (mathematische Operation), beispielsweise die Breite und/oder die Höhe des Histogramms.

15 Der ermittelte Parameter des Histogramms stellt dann die Auswertungsgröße dar, die in ein mathematisches Modell einfließt.

In das mathematische Modell kann zudem eine weitere Auswertungsgröße einfließen, die lediglich durch die Summenbildung über die Frequenz für alle Antennen erhalten wurde (mathematische Operation).

20 Zudem können in das mathematische Modell weitere Sensordaten einfließen, wie die Feuchte.

In einem anderen Beispiel wird die räumliche Verteilung durch relative Phasen- und/oder Frequenzveränderung von über mehrere, insbesondere vier, Antennen ausgesandte elektromagnetischen Wellen erzeugt. Die entsprechenden Streuparameter (S-Parameter) werden gemessen, um eine auslaufende Welle für die jeweilige räumliche Verteilung mithilfe der einlaufenden Welle numerisch zu ermitteln. Die einlaufende Welle ist aufgrund der Steuerparameter beispielsweise bekannt.

Als Messgröße können die Netzwerkparameter dienen, über die die Amplitude der rücklaufenden Welle an jeder Antenne berechnet wird.

Die entsprechend erhaltenen Messdaten werden für die jeweilige Antenne in Teildatensätze unterteilt (mathematische Operation). Ferner kann die Ableitung für jeden Teildatensatz über die Frequenz berechnet werden (mathematische Operation).

- 5 Anschließend kann für jede Antenne ein Histogramm über alle Frequenzen erstellt werden (mathematische Operation, insbesondere mathematische Darstellung), wovon ein Parameter, beispielsweise die Breite, als Auswertungsgröße dient, die in ein Regressionsmodell einfließt.

10 Alternativ kann die Ableitung für jeden Teildatensatz über die Phase berechnet werden (mathematische Operation).

Ferner kann alternativ die Auswertungsgröße als Eingangsgröße einer Mustererkennung verwendet werden, beispielsweise einem Klassifizierer.

15 Anstatt der Breite und/oder Höhe des Histogramms kann auch der Mittelwert, die Varianz, ein Symmetriewert und/oder die Kurtosis als Auswertungsgröße ermittelt werden, die in ein mathematisches Modell und/oder eine Mustererkennung einfließen bzw. einfließt.

Obige Ausführungen zeigen, dass die Auswertungsgröße auf vielfältiger Weise aus den Messdaten gewonnen werden kann, wobei mehrere mathematische Operationen/Transformationen hintereinander durchgeführt werden können.

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

- 25 - Figur 1 eine schematische Darstellung eines Gargeräts mit erfindungsgemäßer Erkennungseinrichtung, mit der ein erfindungsgemäßes Verfahren durchgeführt werden kann,
- Figur 2 eine Messkurve einer Messgröße wie dies erfindungsgemäß vorgesehen ist,
- Figur 3 eine schematische Übersicht zur Verdeutlichung eines Teils des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem verschiedene
- 30 Auswertungsgrößen aus einer Messserie mit unterschiedlichen räumlichen

Verteilungen des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds erhalten werden,

- Figur 4 eine schematische Darstellung eines mathematischen Modells, welches bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet werden kann,
- 5 - Figur 5 eine schematische Darstellung der Verwendung eines Maschinelernen-Algorithmus beim erfindungsgemäßen Verfahren,
- Figur 6 eine weitere schematische Übersicht des erfindungsgemäßen Verfahrens, und
- Figur 7 eine Anlage mit einer erfindungsgemäßen Erkennungseinrichtung.

10 In Figur 1 ist ein Gargerät 8 dargestellt, das eine Erkennungseinrichtung 10 und ein Gehäuse 12 aufweist, welches einen als Garraum dienenden geschlossenen Raum 14 sowie einen Technikraum 16 umfasst.

Der geschlossene Raum 14 ist Teil der Erkennungseinrichtung 10, wie nachfolgend noch erläutert wird.

15 In der gezeigten Ausführungsform ist im geschlossenen Raum 14 ein Einhängegerüst 18 vorgesehen, welches mehrere Beladungsebenen 20 umfasst, auf denen jeweils Gargut bzw. ein Objekt 22 angeordnet ist.

Ferner ist dem Garraum, also dem geschlossenen Raum 14, ein Lüfterrad 24 zugeordnet, über das die Atmosphäre im geschlossenen Raum 14, also die
20 Garraumatmosphäre im Garraum, in bekannter Weise umgewälzt werden kann.

Generell lässt sich die Atmosphäre über eine Heißluft-Heizvorrichtung bzw. einen Dampfgenerator des Gargeräts 8 ausbilden, die hier nicht dargestellt sind.

Zudem umfasst das Gargerät 8 bzw. die Erkennungseinrichtung 10 eine Mikrowelleneinheit 26, die in der gezeigten Ausführungsform mehrere
25 Mikrowellenquellen 28 aufweist, die jeweils einer Antenne 30 zugeordnet sind. Über die Antennen 30 können Mikrowellen in den geschlossenen Raum 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
30 werden.

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
5 dargestellten Ausführungsform der Figur 1 der Fall ist, können die mehreren Mikrowellenquellen 28 miteinander gekoppelt sein, um sicherzustellen, dass die elektromagnetische Strahlung bzw. die elektromagnetischen Wellen kohärent sind.

Generell kann die Leistung der Mikrowelleneinheit 26 während des Verfahrens
10 im Milli-Watt-Bereich (mW-Bereich) liegen, was auch als Sensorleistung bezeichnet wird, die geringer als eine zum Garen des Garguts bzw. des Objekts 22 verwendete Heizleistung ist.

Den Wellenleitern 32 ist zudem jeweils eine Richtkopplereinheit 34 zugeordnet, über die vorlaufende elektromagnetische Wellen, also von der Mikrowellenquelle
15 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.

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

Die Richtkopplereinheiten 34 sind wiederum mit einer Steuer- und Auswerteeinheit 36 der Erkennungseinrichtung 10 gekoppelt, über die unter
25 anderem die Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistungen der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r erfasst werden können.

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
30 Auswerteeinheit 36 übertragen werden.

Unabhängig davon lassen sich die entsprechenden Leistungen P_v , P_r in ein Verhältnis zueinander setzen, wie aus Figur 2 hervorgeht, in der das Verhältnis

$\Gamma_{mn} = P_r^m / P_i^n$ gegenüber der Zeit aufgetragen ist, das durch zeitaufgelöste Messungen während einer 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“,
5 zueinander ins Verhältnis gesetzt worden sind.

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

In Figur 2 ist das Verhältnis der Leistung der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v und der Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r
10 gegenüber der Zeit bei der Drehung des Lüfterrads 24 während des Betriebs des Gargeräts 8 bzw. der Erkennungseinrichtung 10 aufgetragen. Das durch die eingespeisten elektromagnetischen Wellen bzw. die elektromagnetische Strahlung erzeugte elektrische Feld im geschlossenen Raum 14 verändert sich aufgrund der Drehung des (metallisch ausgebildeten) Lüfterrads 24 ständig, also die räumliche
15 Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds. Aus der Figur 2 geht anschaulich hervor, dass mehrere Drehungen der einzelnen Schaufeln des Lüfterrads 24 gezeigt sind, was auch als Zyklen Z bezeichnet werden kann.

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

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

Da die Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistungen der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r während der
30 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.

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),
5 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).

10 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 Figur 1, können also die relative Phasenlage bzw. die Amplitudenrelation der über die jeweiligen
15 Antennen 30 ausgesandten elektromagnetischen Wellen entsprechend eingestellt werden.

Bei der in Figur 2 dargestellten Messreihe sind die Einstell- bzw. Steuerparameter der Mikrowelleneinheit 26 jedoch fix, da die räumliche Verteilung des elektrischen Felds durch die Bewegung eines elektrisch leitfähigen Bauteils
20 verändert wird, nämlich des Lüfterrads 24.

In Figur 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 geschlossenen Raums 14 aufgenommen worden
25 ist. Es wurde demnach ein sogenannter Frequenzscan während des Betriebs des als Anlage ausgebildeten Gargeräts 8 bzw. der Erkennungseinrichtung 10 durchgeführt, insbesondere während des Betriebs des Lüfterrads 24.

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

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

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

Als Auswertungsgrößen sind hier unter anderem die Standardabweichung der
10 Verteilung der Messergebnisse (Häufigkeitsverteilung) und der Integralwert der Verteilung der Messergebnisse gezeigt, also der Flächeninhalt unter der Verteilungskurve. Die Verteilung der Messergebnisse kann zunächst auf einen Teilbereich beschränkt worden sein, was auch als „Partitioning“ bezeichnet wird.

Auch kann als Auswertungsgröße ein Wert einer Transformation der Mess-
15 ergebnisse herangezogen werden, beispielsweise ein Wert einer Fourier-Transformation der Messergebnisse bzw. der Verteilung. Ebenso kann als Transformation eine Laplace-Transformation verwendet werden.

Generell kann die wenigstens eine Auswertungsgröße aus einer
20 mathematischen Operation, insbesondere einer mathematischen Darstellung, der Messergebnisse und/oder einer mathematischen Transformation der Messergebnisse erhalten werden.

Insbesondere kann die Auswertungsgröße ein Verbundmoment sein, also ein mehrere Zufallsvariablen umfassendes Moment, beispielsweise die Kovarianz.

Es lassen sich auch mehrere Auswertungsgrößen ermitteln, die einzeln oder in
25 Kombination miteinander verwendet werden, um den Beladungsparameter zu ermitteln.

Anhand der Figur 4 wird gezeigt, dass mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden können, die in ein mathematisches Modell einfließen, um hierüber einen Beladungsparameter von Interesse des geschlossenen Raums 14 zu ermitteln.

Alternativ oder ergänzend kann die wenigstens eine Auswertungsgröße,
30 insbesondere die mehreren Auswertungsgrößen, einer Mustererkennung als

Eingangsgröße zugeführt werden, die den wenigstens einen Beladungsparameter ausgehend von der wenigstens einen Auswertungsgröße ermittelt.

Die Mustererkennung ist beispielsweise durch ein künstliches neuronales Netzwerk und/oder ein Klassifikations- bzw. Klassifizierungsverfahren gebildet.

- 5 Insofern kann die Mustererkennung unter Verwendung künstlicher Intelligenz den wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse ausgehend von der wenigstens einen Auswertungsgröße ermitteln.

Generell kann es sich bei einem mathematischen Modell um eine Gleichung, ein Gleichungssystem oder ein (angewandtes) Maschinenlernmodell handeln.

- 10 Auch kann das mathematische Modell eine Kombination aus einer Gleichung, einem Gleichungssystem und/oder einem (angewandten) Maschinenlernmodell sein.

Die Steuer- und Auswerteeinheit 36 kann generell einen Prozessor umfassen, der eingerichtet ist, das entsprechende mathematische Modell und/oder die

15 Mustererkennung zu nutzen bzw. anzuwenden, um den Beladungsparameter aus den jeweiligen Auswertungsgrößen zu ermitteln.

- Bei dem in Figur 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
- 20 Leistung, auf das Volumen V des Objekts 22 als Beladungsparameter von Interesse bzw. den Beladungszustand des geschlossenen Raums 14 geschlossen. Dies kann durch eine Linearfunktion dargestellt werden, die wie folgt lautet:

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

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

Generell sind die Parameter A , B für verschiedene Objekte unterschiedlich.

- Die Trainingsparameter bzw. Fitparameter können in der Steuer- und
- 30 Auswerteeinheit 36 der Erkennungseinrichtung 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 geschlossenen Raums 14 schließen zu können, also das Volumen des Objekts 22 als Beladungsparameter von Interesse.

Es ist gezeigt, dass in einfacher Weise ein leerer geschlossener Raum 14, ein in den geschlossenen Raum 14 eingebrachtes Einhängestell 18 (also Garzubehör bzw. in den geschlossenen Raum 14 eingebrachtes Teil), in dem Gargutträger angeordnet sein können, sowie unterschiedliche Volumina des Objekts 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.

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

Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird aufgrund des Integralwerts ΣR der reflektierten Leistung sowie der Standardabweichung σ der Verteilung der reflektierten Leistung das Volumen des Objekts 22 im geschlossenen Raum 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.

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.

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

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

Ebenso ist es möglich, über entsprechende Auswertungsgrößen andere Beladungsparameter zu ermitteln, die von Interesse sind, nämlich den Objekttyp, die Position des Objekts 22 innerhalb des geschlossenen Raums 14, die Temperatur des Objekts 22 und/oder den Zustand des Objekts.

Hierzu würde beispielsweise eine entsprechend andere Mustererkennung und/oder ein entsprechend anderes mathematisches Modell herangezogen, das beispielsweise andere Trainingsparameter aufweist, die die Zusammenhänge abbilden.

Auch kann auf die Position, die Menge und die Art von Teilen im geschlossenen Raum 14 geschlossen werden, was ebenfalls ein Beladungsparameter ist.

Der Beladungsparameter kann auch eine Kombination sein, die auf Charakteristika des Objekts 22 und von Teilen abstellt, beispielsweise Garzubehör bzw. Transportmittel, wie nachfolgend noch mit Bezug auf Figur 7 erläutert wird.

In der gezeigten Ausführungsform wurde als Messgröße das Verhältnis (Γ_{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.

Je nach Messgröße (und daraus hergeleiteter Auswertungsgröße) würde ein entsprechendes mathematisches Modell samt Trainingsparameter bzw. Mustererkennung verwendet werden, um den gewünschten Beladungsparameter von Interesse zu bestimmen.

Generell ist es demnach möglich, dass die Auswertung der zumindest zwei Messungen automatisiert erfolgt, sodass die wenigstens eine Auswertungsgröße von Interesse in automatischer Weise bestimmt wird, um den Beladungsparameter automatisch zu ermitteln. Es ist also nicht notwendig, dass der Benutzer bzw.

Bediener des Gargeräts 8 bzw. allgemein der die Erkennungseinrichtung 10 umfassenden Anlage die entsprechenden Informationen hinsichtlich der Beladung bzw. Beschickung des geschlossenen Raums 14 manuell eingibt. Vielmehr wird dies aufgrund der elektromagnetischen Strahlung automatisch erfasst.

- 5 In Figur 5 ist beispielhaft gezeigt, wie die in Figur 3 erhaltenen Messergebnisse genutzt werden können, um eine Mustererkennung bzw. einen Maschinenlern-Algorithmus anzuwenden, die bzw. der beispielsweise einen Klassifizierer und/oder ein neuronales Netzwerk umfasst bzw. verwendet.

Die räumliche Verteilung des durch die elektromagnetische Strahlung
10 erzeugten Felds wird demnach aufgrund des Frequenzscans sowie die Drehung des Lüfterrads 24 verändert, welches als Modemischer fungiert.

Aus den erhaltenen Messergebnissen der Messreihe werden, wie bereits zur Figur 3 erläutert, Auswertungsgrößen ermittelt, die dann unter anderem als
15 Eingangsgrößen für die Mustererkennung bzw. den Maschinenlern-Algorithmus dienen.

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

Dies kann genutzt werden, um den Trainingsparameter zu bestimmen oder allgemein die Mustererkennung auszubilden.

Darüber hinaus können weitere Daten während des Trainings kombiniert werden, beispielsweise Messgrößen von anderen Sensoren wie der Temperatur
25 des geschlossenen Raums 14 und/oder der Temperatur des Objekts 22.

Die Mustererkennung bzw. der Maschinenlern-Algorithmus dient beispielsweise dazu, einen Beladungsparameter aufgrund der Mustererkennung, die die
30 wenigstens eine Auswertungsgröße als Eingangsgröße erhält, und/oder eines entsprechenden mathematischen Modells vorherzusagen, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst.

Insbesondere kann der Maschinenlern-Algorithmus den Objekttyp, das Volumen des Objekts 22 und/oder den Zustand des Objekts 22 während des Erkennungsvorgangs vorhersagen.

5 Hierzu kann, wie bereits erläutert, die Mustererkennung bzw. der Maschinenlern-Algorithmus eingerichtet sein, den wenigstens einen, dem mathematischen Modell zugeordneten Trainingsparameter zu ermitteln, der von der Mustererkennung bzw. dem mathematischen Modell verwendet wird, wie oben beschrieben wurde.

10 Auch kann der Maschinenlern-Algorithmus bzw. die Mustererkennung eingerichtet sein, den Beladungsparameter aufgrund der als Eingangsgröße erhaltenen Auswertungsgröße zu ermitteln.

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

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

25 Generell kann über den Maschinenlern-Algorithmus bzw. die Mustererkennung 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 Figur 4 beispielhaft gezeigt ist.

30 Die Erkennungseinrichtung 10, die beispielsweise die Mustererkennung bzw. 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.

Entsprechend kann die Erkennungseinrichtung 10 auch erst beim Kunden trainiert werden.

Ferner ist die Erkennungseinrichtung 10 generell eingerichtet, das oben beschriebene Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters
5 des geschlossenen Raums 14 durchzuführen.

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 geschlossenen Raums 14 zu schließen, also den Objekttyp, die Position des
10 Objekts 22 innerhalb des geschlossenen Raums 14, das Volumen des Objekts 22 und/oder den Zustand des Objekts 22. Ebenso kann auf eingebrachte Bauteile, beispielsweise Garzubehör bzw. Transportmittel, als Beladungsparameter geschlossen werden.

Aufgrund der hierzu verwendeten elektromagnetischen Strahlung und deren
15 schnellen Auswertung ist eine Echtzeitüberwachung überhaupt erst möglich, die sich insbesondere für die Überwachung des Zustands des Objekts 22 als Beladungsparameter eignet.

Auch lässt sich aufgrund der Echtzeitüberwachung in einfacher Weise eine
20 Änderung der Beladung des geschlossenen Raums 14 erfassen, wenn beispielsweise ein neues Objekt 22 eingebracht wird. Da festgestellt werden kann, in welcher Position das neue Objekt 22 eingebracht worden ist, kann der ablaufende Bearbeitungsprozess des Objekts 22 entsprechend angepasst werden, insbesondere in Echtzeit bzw. automatisiert.

Bei dem Verfahren zur Erkennung des wenigstens einen Beladungsparameters
25 wird unter anderem ausgenutzt, dass die Mikrowellenabsorption von Metall bzw. metallischen Gegenständen, wie Zahnrädern, metallischen Transportmitteln, Gargutträgern oder allgemein Garzubehör, im Vergleich zum Objekt 22 verhältnismäßig klein ist, beispielsweise von als Objekt 22 dienendem Gargut.

Der Einfluss der metallischen Gegenstände auf die räumliche Verteilung des
30 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.

Da die elektromagnetische Strahlung zudem in das Objekt 22 selbst eindringt, können so die entsprechenden Phasenübergänge bzw. Phasenveränderungen des Objekts 22, insbesondere des Garguts, in einfacher Weise erfasst werden, 5 wodurch der Zustand des Objekts 22 ermittelt werden kann.

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 10 Strahlung verändert werden, sofern mehrere Antennen 30 vorgesehen sind, über die die elektromagnetische Strahlung in den geschlossenen Raum 14 (gleichzeitig) eingespeist wird.

Ebenso kommen neben dem Verhältnis Γ der Leistungen der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v und der rücklaufenden elektromagnetischen 15 Wellen P_r die Leistung der vorlaufenden elektromagnetischen Wellen P_v bzw. die Leistung der rücklaufenden elektromagnetischen Wellen P_r allein in Betracht.

Auch können die sogenannten Netzwerkparameter als Messgröße, insbesondere Streuparameter, herangezogen werden. Ebenfalls lassen sich Phasendifferenzmessungen der rücklaufenden und vorlaufenden 20 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.

Anstatt der in den Figuren gezeigten Standardabweichung der Verteilung, des Integralwerts der Verteilung sowie dem Wert einer Transformation der 25 Messergebnisse bzw. der Verteilung können zusätzlich oder alternativ das Minimum der Verteilung, das Maximum der Verteilung, der Mittelwert der Verteilung, die Varianz der Verteilung, ein Symmetriewert der Verteilung und/oder die Kurtosis der Verteilung verwendet werden, insbesondere ein Wert einer mathematischen Darstellung bzw. ein Wert einer mathematischen Transformation.

30 Auch kann ein Verbundmoment als Auswertungsgröße dienen.

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

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

Zusammengefasst ist dies in der Übersicht der Figur 6 gezeigt, auf die nachfolgend Bezug genommen wird.

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.

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.

Die eine Messgröße bzw. die mehreren Messgrößen werden mittels eines klassischen Analyseverfahrens ausgewertet. Hierbei kann (optional) zumindest eine externe Messgröße von einem Sensor mit herangezogen werden, beispielsweise eine sensorisch erfasste Temperatur des geschlossenen Raums 14 bzw. die Temperatur des Objekts 22, um wenigstens eine Auswertungsgröße zu ermitteln.

Zur Ermittlung der wenigstens einen Auswertungsgröße kann ein klassisches Analyseverfahren, nämlich eine mathematische Operation, insbesondere 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.
5 eine Laplace-Transformation.

Die mehreren Auswertungsgrößen können getrennt voneinander oder kombiniert ermittelt werden.

Anschließend kann optional vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Auswertungsgröße, die zuvor ermittelt wurde, mit einer externen Messgröße von
10 einem Sensor kombiniert wird, beispielsweise eine sensorisch erfassten Temperatur des geschlossenen Raums 14 bzw. die Temperatur des Objekts 22.

Die Auswertungsgröße, die mehreren Auswertungsgrößen bzw. die kombinierte(n) Auswertungsgröße(n) fließen dann gemäß einem Aspekt in ein (klassisches) mathematisches Modell ein, beispielsweise einer Gleichung, einem
15 Gleichungssystem oder einem Maschinenlernmodell, um so den Beladungsparameter von Interesse zu ermitteln.

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
20 Beladungsparameter zu bestimmen.

Alternativ oder ergänzend dient die Auswertungsgröße, die mehreren Auswertungsgrößen bzw. die kombinierte(n) Auswertungsgröße(n) als Eingangsgröße(n) für eine Mustererkennung, die den wenigstens einen Beladungsparameter von Interesse ausgibt. Die Mustererkennung kann auf
25 künstlicher Intelligenz beruhen.

Hierzu wurde die Mustererkennung, die beispielsweise ein künstliches neuronales Netzwerk und/oder ein Klassifizierungs- bzw. Klassifikationsverfahren umfasst, zuvor entsprechend trainiert.

In jedem Fall wird der wenigstens eine Beladungsparameter von Interesse
30 ermittelt.

Bei dem so bestimmten Beladungsparameter von Interesse kann es sich um Information des Objekts 22 im geschlossenen Raum 14 bzw. um Informationen von Teilen, insbesondere Bauteilen, im geschlossenen Raum 14 handeln. Beispielsweise umfasst der Beladungsparameter Informationen bezüglich des

5 Objekttyps, Kombinationen von verschiedenen Objekttypen und/oder Teilen bzw. Bauteilen, die Position des wenigstens einen Objekts 22 bzw. Teile, die Temperatur des wenigstens einen Objekts 22, den Zustand des wenigstens einen Objekts 22, die Menge des Objekts 22, das Volumen des Objekts 22 und/oder das Querschnittsverhältnis des Objekts 22.

10 Generell kann die Mustererkennung trainiert werden, indem Soll-Trainingsdaten zugeführt werden, die zumindest eine Auswertungsgröße und wenigstens einen tatsächlichen Beladungsparameter umfassen.

Die zumindest eine Auswertungsgröße ist aus Messergebnissen von zumindest zwei Messungen hinsichtlich wenigstens einer Messgröße erhalten

15 worden, wie zuvor beschrieben wurde, also unter Anwendung klassischer Analyseverfahren. Die Messungen sind bei zumindest zwei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt worden.

Das Training der Mustererkennung, insbesondere des künstlichen neuronalen

20 Netzwerks, umfasst die folgenden Trainingsschritte:

- Vorwärtsspeisen der zu trainierenden Mustererkennung mit den Soll-Trainingsdaten;
- Ermitteln wenigstens eines Beladungsparameters mittels der Mustererkennung;
- 25 - Bestimmen eines Fehlers zwischen dem ermittelten Beladungsparameter und dem tatsächlichen Beladungsparameter; und
- Ändern von Gewichtungsfaktoren der Mustererkennung durch Rückwärtsspeisen der Mustererkennung mit dem Fehler.

Hierdurch lässt sich die Mustererkennung entsprechend trainieren, sodass sie

30 selbsttätig Zusammenhänge zwischen der wenigstens einen als Eingangsgröße erhaltenen Auswertungsgröße und wenigstens einem Beladungsparameter

herstellt, sodass die trainierte Mustererkennung anschließend, ausschließlich aufgrund wenigstens einer zugeführten Auswertungsgröße den Beladungsparameter ausgeben kann.

Grundsätzlich wird eine Auswertungsgröße herangezogen, die für wenigstens
5 einen Beladungsparameter von Interesse sensitiv ist, beispielsweise die Temperatur des Objekts/Garguts und/oder Menge, jedoch für andere Beladungsparameter, die nicht von Interesse sind (Störparameter), invariant ist, beispielsweise die Lage des Objekts im geschlossenen Raum.

In Abhängigkeit der Beladungsparameter von Interesse bzw. der
10 Störparameter wird wenigstens eine entsprechende Auswertungsgröße aus den Messdaten über die jeweiligen mathematischen Operationen/Transformationen ermittelt, wobei die entsprechende Auswertungsgröße in das mathematische Modell und/oder die Mustererkennung einfließt.

In Figur 7 ist eine Anlage 38 mit einer erfindungsgemäßen
15 Erkennungseinrichtung 10 gezeigt.

Bei der Anlage 38 handelt es sich beispielsweise um eine Produktions-, eine Verteilungs- und/oder eine Sortieranlage, mit der Objekte 22 hergestellt, verarbeitet, transportiert, sortiert und/oder verteilt werden.

Die Anlage 38 umfasst hierzu in der gezeigten Ausführungsform ein
20 Transportsystem 40 mit entsprechenden Transportmitteln, beispielsweise Transportbändern und Antrieben, wobei die Objekte 22 mithilfe des Transportsystems 40 durch die Erkennungseinrichtung 10 gefördert werden, um in der Erkennungseinrichtung 10 entsprechende Charakteristika des Objekts 22 bzw. der Objekte 22 zu bestimmen, was als Beladungsparameter des geschlossenen
25 Raums 14 bezeichnet wird.

Bei der Bestimmung des wenigstens einen Beladungsparameters des geschlossenen Raums 14 mittels der Erkennungseinrichtung 10 ist das Transportsystem 40 vorzugsweise abgeschaltet, sodass sich die Objekte 22 während der kurzen Messzeit nicht bewegen.

Beispielsweise werden die Objekte 22 in der Anlage 38 nach ihrem Volumen sortiert, wobei das Volumen der Objekte 22 als Beladungsparameter des geschlossenen Raums 14 in der Erkennungseinrichtung 10 ermittelt wird.

5 Auch kann vorgesehen sein, dass die Anzahl der Objekte 22, die im geschlossenen Raum 14 vorhanden sind, als Beladungsparameter über die Erkennungseinrichtung 10 ermittelt wird. Hierzu kann der geschlossene Raum 14 für eine bestimmte Zeit mit Objekten 22 beschickt bzw. beladen werden. Beispielsweise handelt es sich bei der Anlage 38 um eine Produktionsanlage von Objekten 22, sodass die Produktionsleistung der Anlage 38 so erfasst werden
10 kann, nämlich durch die Anzahl der produzierten Objekte 22 in einem definierten Zeitintervall.

Ferner kann es sich bei der Anlage 22 um eine Eiscreme-Produktionsanlage handeln, wobei in der Erkennungseinrichtung 10 der Zustand der Objekte 22, also der Eiscreme, erfasst wird. Es wird also mittels der elektromagnetischen Strahlung
15 erfasst, ob die produzierte Eiscreme ausreichend gekühlt und demnach gefroren ist, da auf den Aggregatzustand geschlossen wird. Die hierfür vorgesehene Mikrowellenstrahlung hat eine geringe Leistung, die die Eiscreme nicht erwärmt, wie vorstehend mit Bezug auf Figur 1 bereits erläutert worden ist.

Des Weiteren kann die Erkennungseinrichtung 10 zur Klassifizierung des
20 Objekts 22 bzw. der Objekte 22 dienen, sofern in der angeschlossenen Anlage 38 mehrere unterschiedliche Objekte 22 bzw. Güter produziert werden. Aufgrund der Klassifizierung, also der Bestimmung des Objekttyps, können die Objekte 22 dann entsprechend automatisch sortiert werden.

Die Erkennungseinrichtung 10 kann wie in der zuvor beschriebenen
25 Ausführungsform bei einem Gargerät 8 ausgebildet sein, um das entsprechende Objekt 22 in einem geschlossenen Raum 14 der Erkennungseinrichtung 10 mittels elektromagnetischer Strahlung abzutasten, sodass zumindest ein Beladungsparameter des geschlossenen Raums 14 erkannt bzw. festgestellt wird, indem wenigstens eine Messgröße bei zwei unterschiedlichen räumlichen
30 Verteilungen des elektromagnetischen Felds gemessen und entsprechend ausgewertet werden.

Insofern umfasst die Erkennungseinrichtung 10 einen geschlossenen Raum 14, sodass die für das Verfahren vorgesehenen Mikrowellen (elektromagnetische Strahlung) eingesperrt sind. Dem zumindest geschlossenen Raum 14 ist zumindest eine Antenne 30, insbesondere mehrere Antennen 30, zugeordnet, wie dies in Figur 7 gezeigt ist.

Zudem umfasst die Erkennungseinrichtung 10 eine Mikrowelleneinheit 26, die in der gezeigten Ausführungsform mehrere Mikrowellenquellen 28 aufweist, über die die elektromagnetische Strahlung bereitgestellt wird, die über die Antennen 30 in den geschlossenen Raum 14 eingespeist werden, wie zuvor bereits beschrieben wurde.

Das Verfahren zum Erkennen des wenigstens einen Beladungsparameters des geschlossenen Raums 14 wird bei der Erkennungseinrichtung 10 gemäß der in Figur 7 gezeigten Verwendung in analoger Weise zu den obigen Ausführungen zu der Verwendung der Erkennungseinrichtung 10 bei einem Gargerät 8 ausgeführt, sodass auf die obigen Ausführungen entsprechend verwiesen wird, insbesondere hinsichtlich der Figuren 1 bis 6.

Grundsätzlich kann ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln vorgesehen sein, um die Schritte des zuvor genannten Verfahrens durchzuführen, also des Verfahrens zum Trainieren einer Mustererkennung und/oder das Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters, wenn das Computerprogramm auf einer Recheneinheit oder einer entsprechenden Steuer- und Auswerteeinheit 36 ausgeführt wird, insbesondere der Steuer- und Auswerteeinheit 36 der zuvor beschriebenen Erkennungseinrichtung 10.

Das Computerprogramm kann auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen wenigstens eines Beladungsparameters eines geschlossenen Raums (14) von einer Erkennungseinrichtung (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,
 - 10 - 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 mittels einer mathematischen Operation und/oder mathematischer Transformation ausgewertet werden, um wenigstens eine Auswertungsgröße aus den Messergebnissen zu erhalten, über die der Beladungsparameter bestimmt wird, indem eine Mustererkennung, die die wenigstens eine Auswertungsgröße als Eingangsgröße aufweist, und/oder ein mathematisches Modell angewendet werden bzw. wird, das die wenigstens eine Auswertungsgröße und zumindest einen Trainingsparameter umfasst, der aufgrund vorheriger Tests ermittelt worden ist.
 - 15
 - 20
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 Modemischer, 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 geschlossenen Raum (14) angeordnetes Lüfterrad (24) als Modemischer verwendet wird.
- 25
- 30

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, 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
5 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 geschlossenen Raum
10 (14) eingespeist werden, insbesondere wobei der Phasenbezug der über die mehreren Antennen (30) in den geschlossenen Raum (14) eingespeisten elektromagnetischen Wellen während der Messung fix ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Beladungsparameter der Objekttyp, die
15 Position des Objekts (22) innerhalb des geschlossenen Raums (14), das Volumen (V) des Objekts (22), die Menge des Objekts (22), die Temperatur des Objekts (22), das Querschnittsverhältnis des Objekts, die Anzahl an Objekten und/oder der Zustand des Objekts ist bzw. dass der wenigstens eine Beladungsparameter Informationen bezüglich im geschlossenen Raum (14) vorhandenen Teilen umfasst.

20 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 ist, insbesondere ein
25 Verbundmoment, ein Wert der Verteilung der Messergebnisse, eine Ableitung, ein Gradient, der Integralwert, eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wie ein Histogramm und/oder Parameter der Wahrscheinlichkeitsverteilung bzw. des Histogramms, beispielsweise der Mittelwert, die Varianz, ein Symmetriewert, die Kurtosis und/oder die Standardabweichung, wenigstens ein Parameter der
30 Informationstheorie wie die Entropie, die Verbundentropie, die bedingte Entropie, die differentielle Entropie, die Transinformation und/oder die Kullback-Leibler-Divergenz, eine Summe, eine Projektion, und/oder eine Taylor-Darstellung.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Auswertungsgrößen bestimmt werden, die in die Mustererkennung und/oder das mathematische Modell einfließen, insbesondere wobei die Mustererkennung und/oder das mathematische Modell einen
5 Zusammenhang zwischen wenigstens zwei Auswertungsgrößen herstellen bzw. 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 Eingangsparemeter für einen Maschinenlern-Algorithmus verwendet
10 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
15 automatischer Weise bestimmt wird, um den Beladungsparameter automatisch zu ermitteln.

10. Verfahren zum Trainieren einer Mustererkennung mit Soll-Trainingsdaten, die zumindest eine Auswertungsgröße und wenigstens einen tatsächlichen Beladungsparameter umfassen, wobei die zumindest eine Auswertungsgröße aus
20 Messergebnissen von zumindest zwei Messungen hinsichtlich wenigstens einer Messgröße mittels mathematischer Operationen und/oder mathematischer Transformationen erhalten worden ist, wobei die Messungen bei zwei unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des durch elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds durchgeführt worden sind, mit den
25 folgenden Trainingsschritten:

- Vorwärtsspeisen der zu trainierenden Mustererkennung mit den Soll-Trainingsdaten;
- Ermitteln wenigstens eines Beladungsparameters mittels der Mustererkennung;
- 30 - Bestimmen eines Fehlers zwischen dem ermittelten Beladungsparameter und dem tatsächlichen Beladungsparameter; und

- Ändern von Gewichtungsfaktoren der Mustererkennung durch Rückwärtsspeisen der Mustererkennung mit dem Fehler.

11. Erkennungseinrichtung (10) für eine Anlage (38), mit einem geschlossenen Raum (14) und einer Steuer- und Auswerteeinheit (36), wobei die
5 Erkennungseinrichtung (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
10 Verteilungen eines durch eingespeiste elektromagnetische Strahlung erzeugten elektrischen Felds umfasst.

12. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, um die Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einer Recheneinheit oder einer entsprechenden Steuer- und Auswerteeinheit (36) ausgeführt wird, insbesondere einer Steuer- und Auswerteeinheit (36) einer Erkennungseinrichtung (10) nach Anspruch 11.
15

13. Computerlesbarer Datenträger, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 12 gespeichert ist.

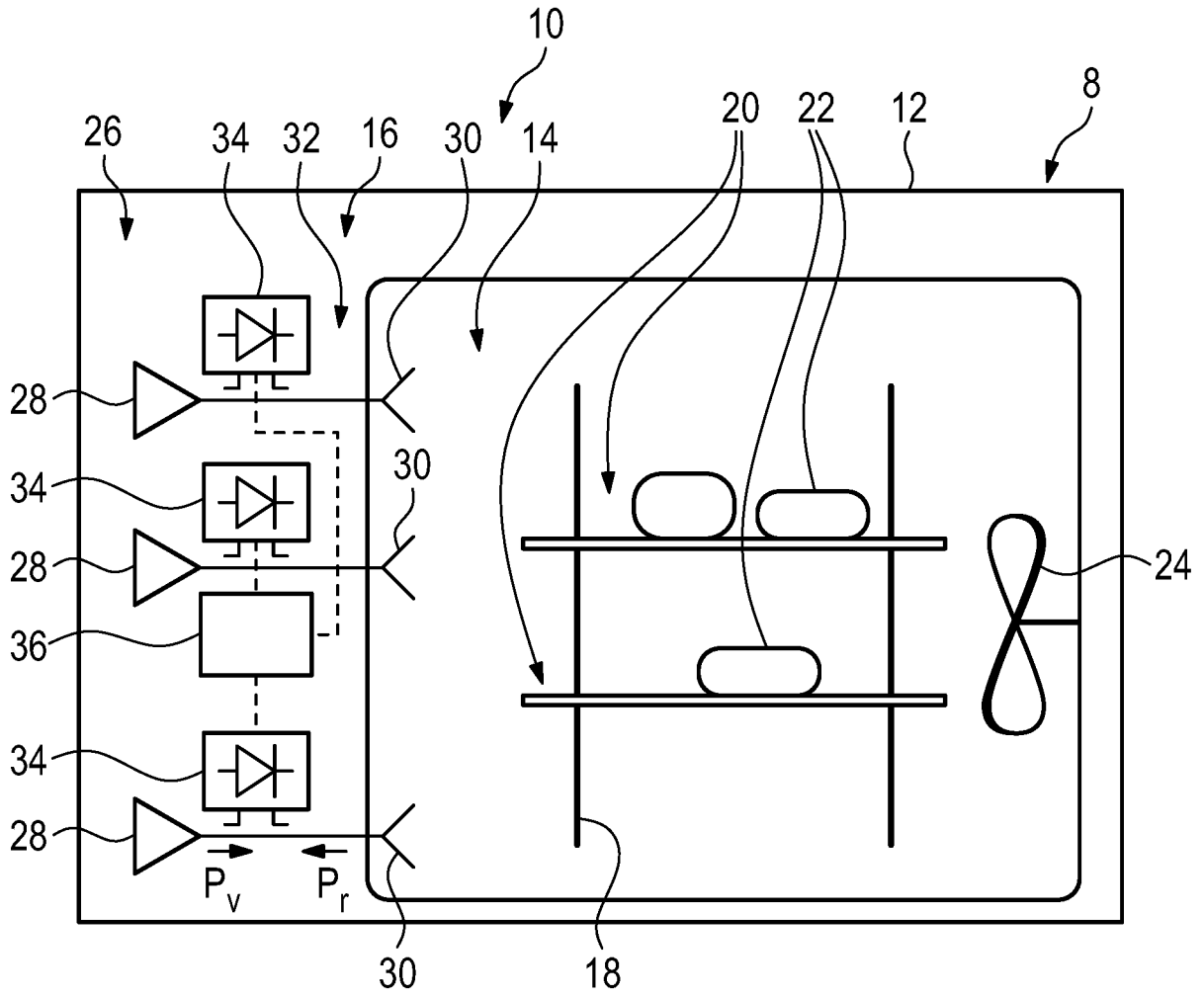


Fig. 1

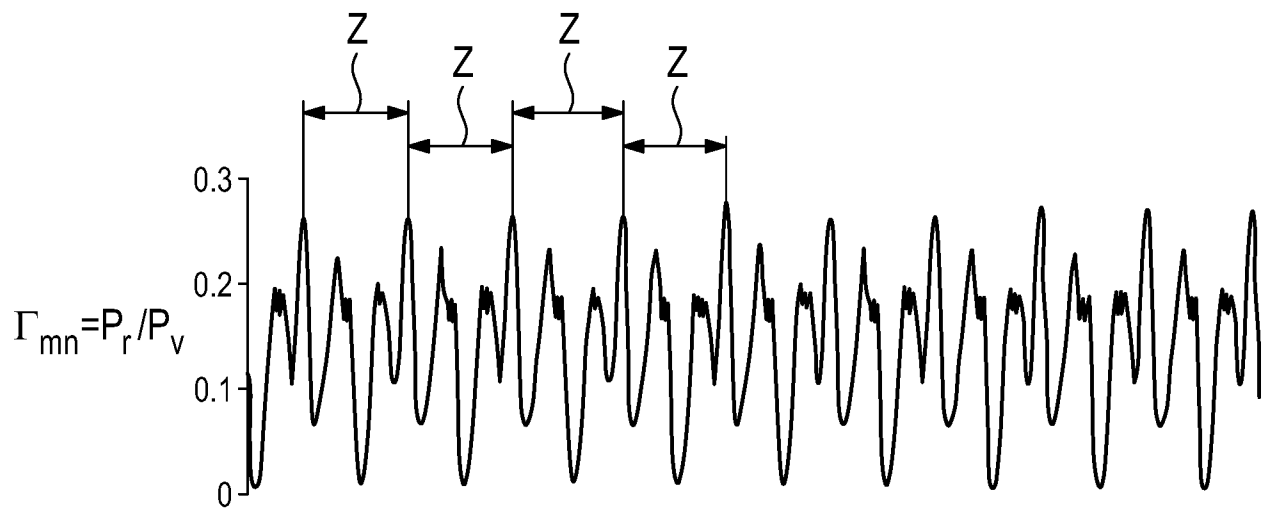


Fig. 2

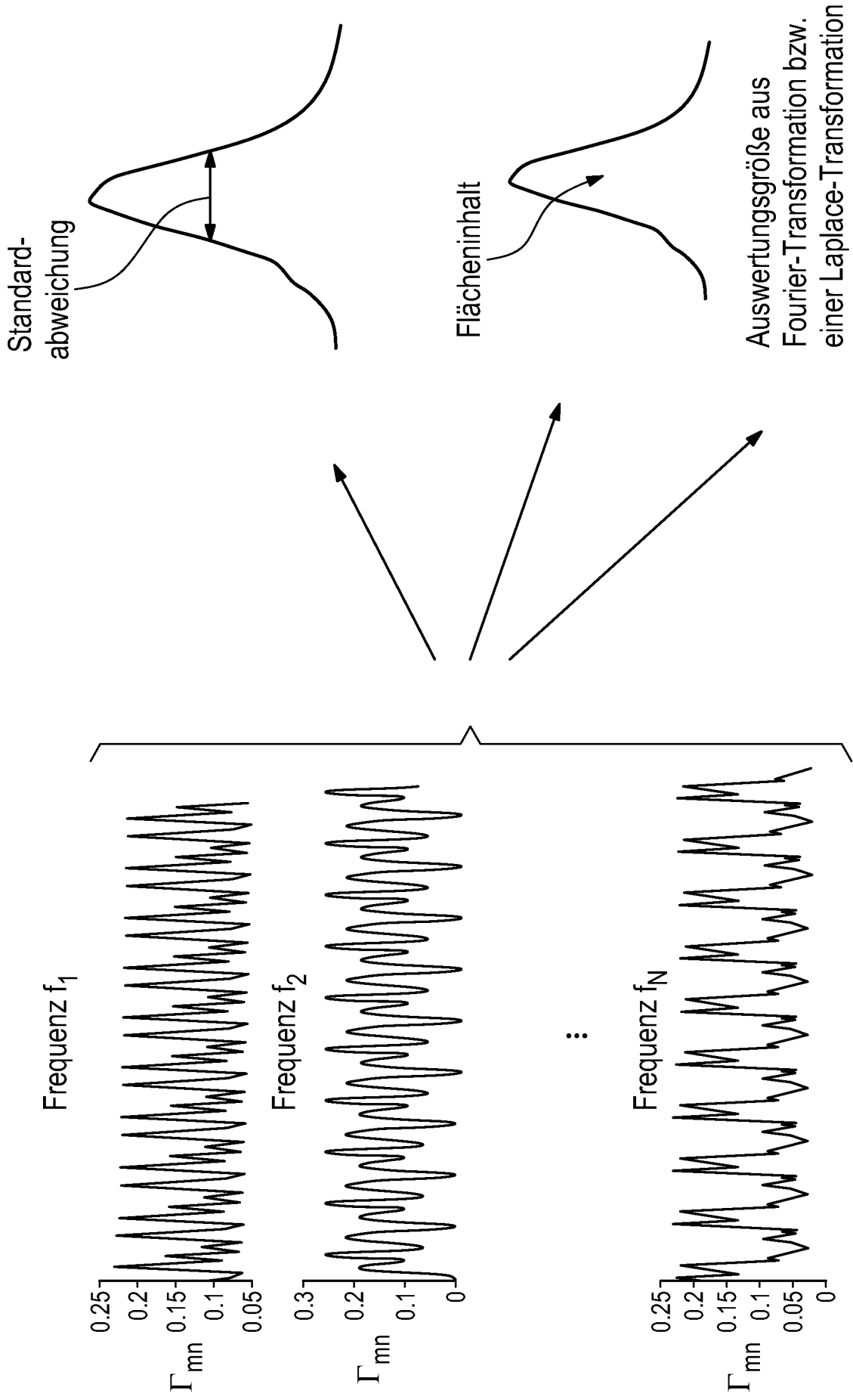


Fig. 3

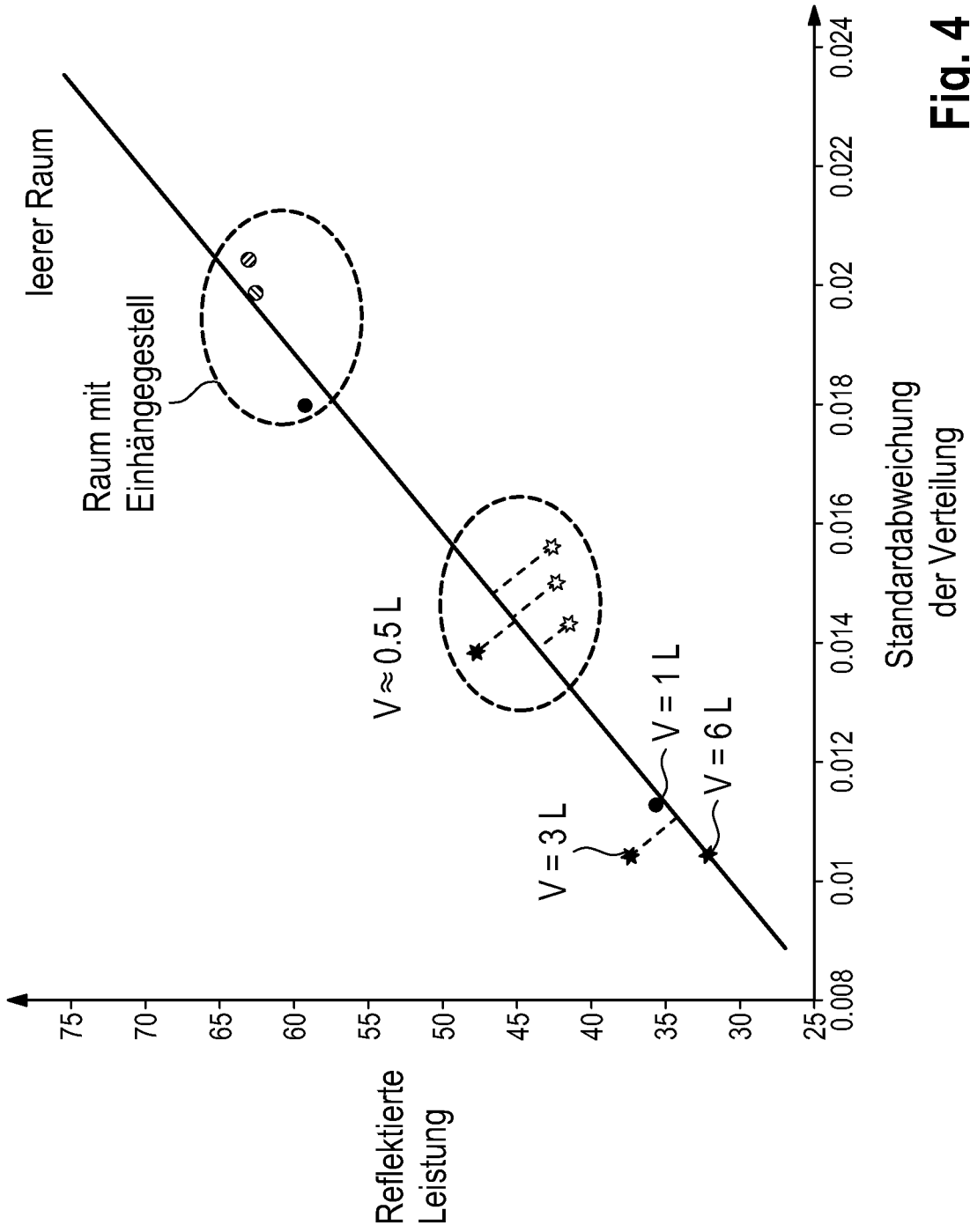


Fig. 4

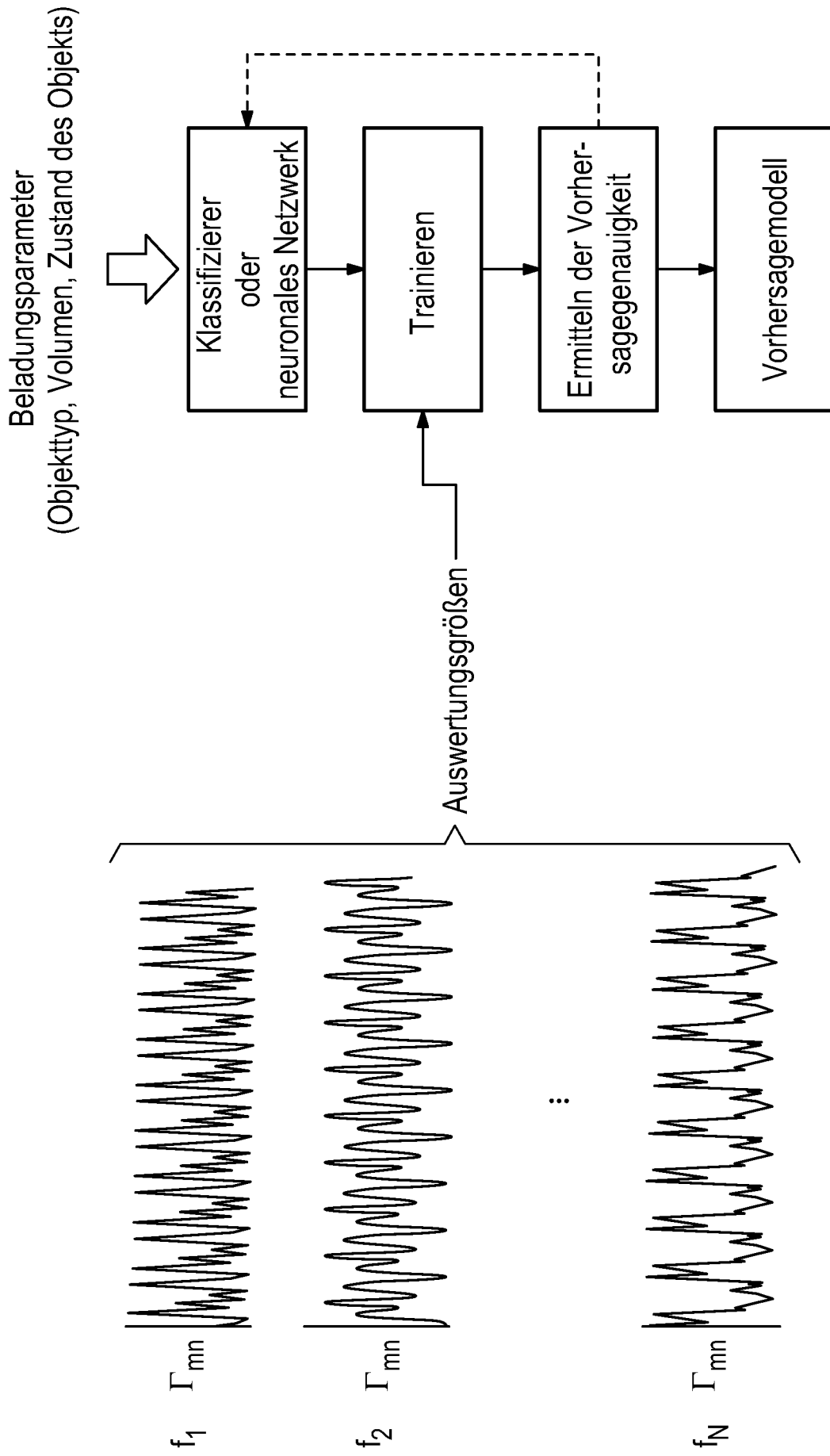


Fig. 5

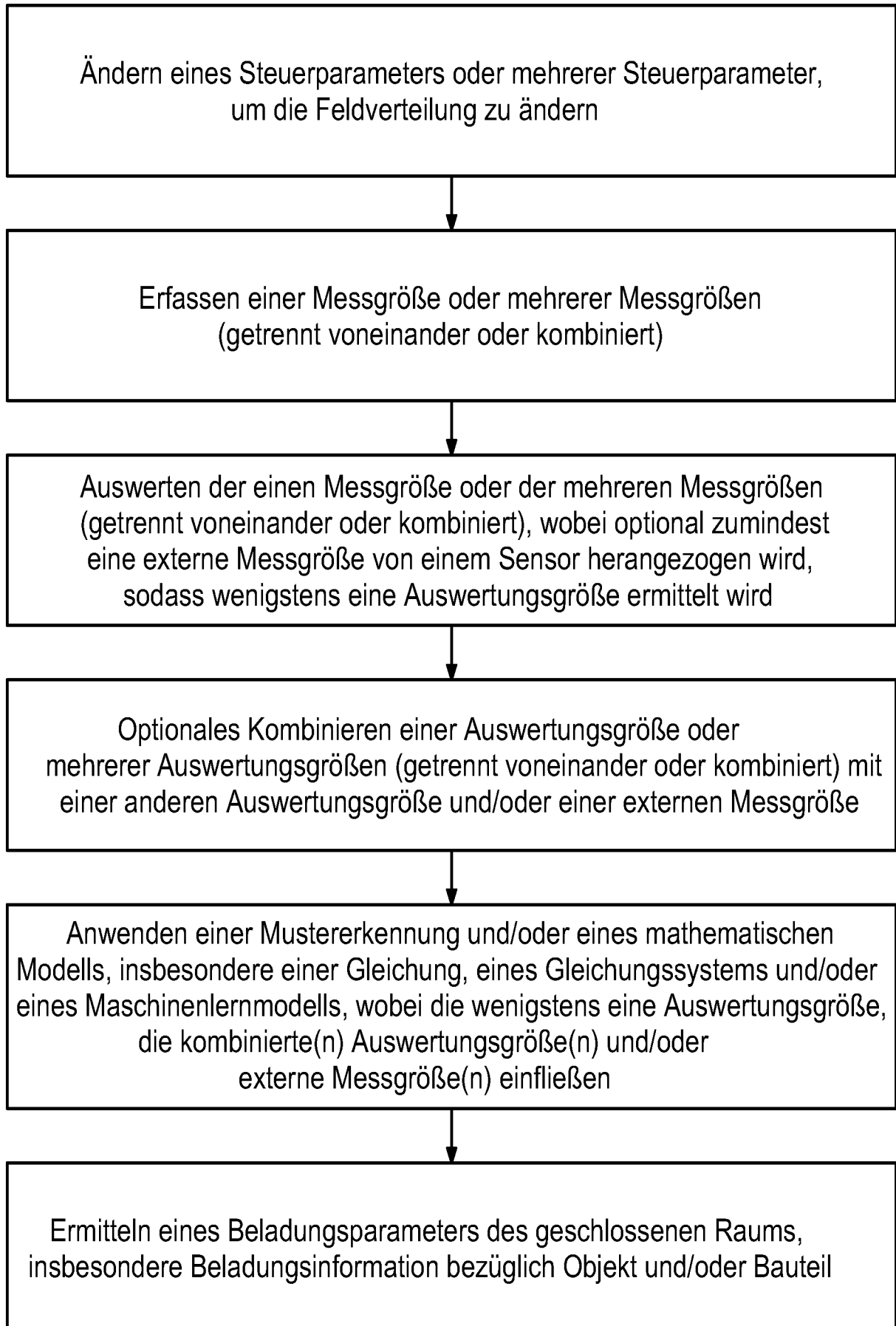


Fig. 6

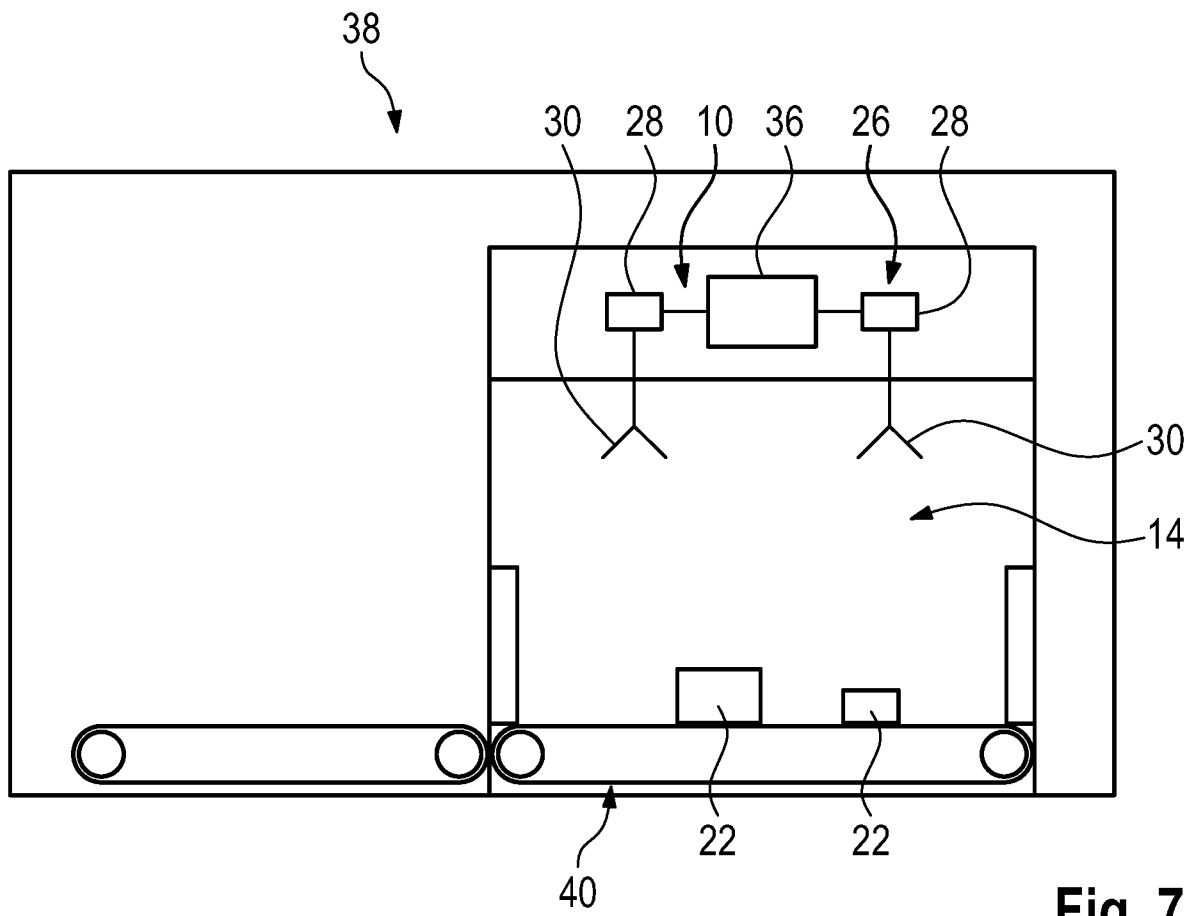


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/055765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01N 22/00</i> (2006.01)i; <i>F24C 7/08</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N; F24C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2053315 A2 (RATIONAL AG [DE]) 29 April 2009 (2009-04-29) paragraph [0001] - paragraph [0030] paragraph [0033] - paragraph [0039]; figures	1-13
X	EP 2326141 A1 (WHIRLPOOL CO [US]) 25 May 2011 (2011-05-25) paragraph [0002] - paragraph [0004] paragraph [0005] - paragraph [0007] paragraph [0009] - paragraph [0019] paragraph [0022] - paragraph [0038] figures	1-13
A	DE 102008060899 A1 (RATIONAL AG [DE]) 10 June 2010 (2010-06-10) paragraph [0001] paragraph [0004] - paragraph [0012] paragraph [0016] - paragraph [0019] paragraph [0022] paragraph [0028] figures	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 March 2019		Date of mailing of the international search report 28 March 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Savage, John Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/055765

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2098788 A2 (RATIONAL AG [DE]) 09 September 2009 (2009-09-09) paragraph [0001] paragraph [0006] - paragraph [0008] figures	1-13
A	DE 102012006578 A1 (TOPINOX SARL [FR]) 02 October 2013 (2013-10-02) paragraph [0001] - paragraph [0002] paragraph [0003] - paragraph [0005] paragraph [0007] - paragraph [0008] paragraph [0013] - paragraph [0019]; figures	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/055765

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2053315	A2	29 April 2009	DE	102007051638	B3	20 August 2009
				EP	2053315	A2	29 April 2009
EP	2326141	A1	25 May 2011	EP	2326141	A1	25 May 2011
				ES	2398329	T3	15 March 2013
				US	2011114633	A1	19 May 2011
				US	2014008353	A1	09 January 2014
DE	102008060899	A1	10 June 2010	NONE			
EP	2098788	A2	09 September 2009	DE	102008012190	A1	10 September 2009
				EP	2098788	A2	09 September 2009
DE	102012006578	A1	02 October 2013	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N22/00 F24C7/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N F24C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 053 315 A2 (RATIONAL AG [DE]) 29. April 2009 (2009-04-29) Absatz [0001] - Absatz [0030] Absatz [0033] - Absatz [0039]; Abbildungen -----	1-13
X	EP 2 326 141 A1 (WHIRLPOOL CO [US]) 25. Mai 2011 (2011-05-25) Absatz [0002] - Absatz [0004] Absatz [0005] - Absatz [0007] Absatz [0009] - Absatz [0019] Absatz [0022] - Absatz [0038] Abbildungen ----- -/-	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. März 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/03/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Savage, John

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2008 060899 A1 (RATIONAL AG [DE]) 10. Juni 2010 (2010-06-10) Absatz [0001] Absatz [0004] - Absatz [0012] Absatz [0016] - Absatz [0019] Absatz [0022] Absatz [0028] Abbildungen -----	1-13
A	EP 2 098 788 A2 (RATIONAL AG [DE]) 9. September 2009 (2009-09-09) Absatz [0001] Absatz [0006] - Absatz [0008] Abbildungen -----	1-13
A	DE 10 2012 006578 A1 (TOPINOX SARL [FR]) 2. Oktober 2013 (2013-10-02) Absatz [0001] - Absatz [0002] Absatz [0003] - Absatz [0005] Absatz [0007] - Absatz [0008] Absatz [0013] - Absatz [0019]; Abbildungen -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/055765

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2053315 A2	29-04-2009	DE 102007051638 B3 EP 2053315 A2	20-08-2009 29-04-2009

EP 2326141 A1	25-05-2011	EP 2326141 A1 ES 2398329 T3 US 2011114633 A1 US 2014008353 A1	25-05-2011 15-03-2013 19-05-2011 09-01-2014

DE 102008060899 A1	10-06-2010	KEINE	

EP 2098788 A2	09-09-2009	DE 102008012190 A1 EP 2098788 A2	10-09-2009 09-09-2009

DE 102012006578 A1	02-10-2013	KEINE	
