



(10) **DE 11 2012 002 121 T5** 2014.02.20

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/156758**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 002 121.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2012/051138**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.05.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.11.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.02.2014**

(51) Int Cl.: **G01D 4/00** (2006.01)
G06F 1/03 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
1108357.3 **18.05.2011** **GB**

(74) Vertreter:
Olswang Germany LLP, 80331, München, DE

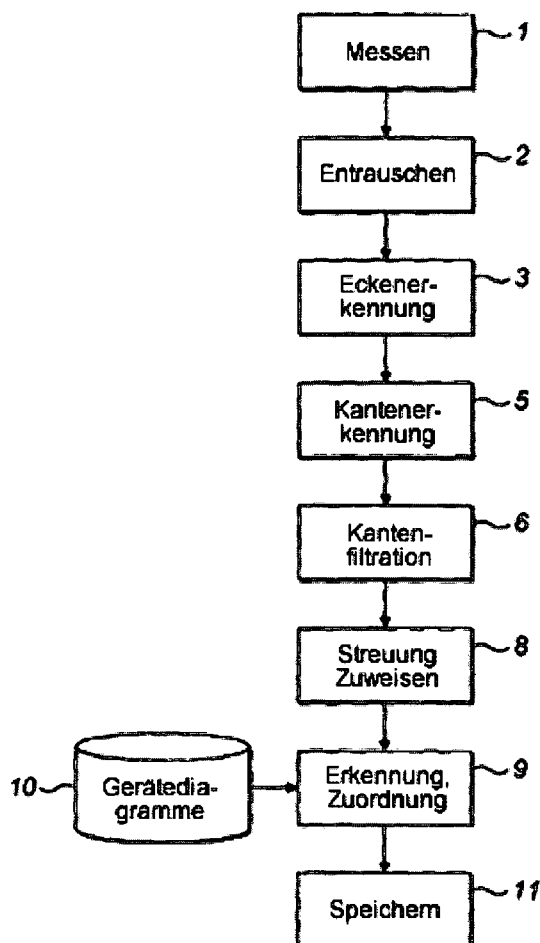
(71) Anmelder:
ONZO LIMITED, London, GB

(72) Erfinder:
Sanchez Loureda, Jose Manuel, London, GB

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Identifizierung eines mit einem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Erkennung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses bereitgestellt, umfassend die nachfolgenden Schritte: Erzeugen eines Verbrauchsprofils anhand der Verbrauchsdaten, wobei die Verbrauchsdaten eine Mehrzahl an einer entsprechenden Mehrzahl gemessener Verbrauchswerte umfassen; Erkennen einer Mehrzahl innerhalb des Verbrauchsprofils liegender Ereignisse; Zusammenfassen der Mehrzahl Ereignisse in einem Clustering-Verfahren zur Erzeugung eines Wahrscheinlichkeitsdichtediagramms (WDD); Vergleichen des WDD mit einem gespeicherten Profil von Ereignissen einer bestimmten Art; und Identifizieren der Ereignisgruppe als Ereignisse der bestimmten Art, wenn das WDD dem gespeicherten Profil der Ereignisse dieser Art entspricht, wobei das WDD mit einem gespeicherten Ereignisprofil verglichen wird, wobei es sich um ein WDD handelt.



Beschreibung

Fachgebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren, Systeme, Vorrichtungen und Maschinencode zur Erkennung insbesondere mit dem Gas-, Wasser- und Stromverbrauch in Verbindung stehender Ereignisse sowie zur Verwendung gemessener Verbrauchsdaten für Anwendungen wie z. B. die Analyse des Energieverbrauchs eines Endnutzerhaushaltes oder eines Versorgungsunternehmers, oder zur Überwachung der Belegung und Aktivität eines Haushaltes.

Hintergrund

[0002] Sowohl zu Umweltschutzzwecken als auch aus Kostengründen besteht ein gegenwärtiger und dringender Bedarf nach der Reduzierung des Energie- und Wasserverbrauchs.

[0003] Ein großer Anteil der von Versorgungsunternehmen bereitgestellten Energie sowie des von ihnen bereitgestellten Wassers wird infolge von Ineffizienzen wie z. B. dem Einsatz elektrischer Geräte mit niedriger Effizienz oder als Verhaltensgründen wie z. B. dem Eingeschaltetlassen selbst nicht gebrauchter Geräte oder dem übermäßigen Wasserverbrauch verschwendet. Dies führt zu Verschwendung sowie zu erhöhten Versorgungskosten. Außerdem ist es bezüglich des Stroms so, dass dem elektrischen Energieverbrauch in Gebäuden ein sehr großer Anteil an den Gesamtkohlenstoffemissionen zukommt. Der Versorgungsbedarf variiert zwischen identischen Gebäuden mit gleicher Belegung mitunter dramatisch, was vermuten lässt, dass die Verringerung von Verschwendung im Wege der Verhaltenseffizienz unentbehrlich ist. Daher sind Bemühungen zur Veränderung der Verbrauchsmuster der Verbraucher erforderlich.

[0004] Die Versorgungsunternehmen kennen drei Hauptfaktoren, die Fortschritten in diesem Bereich entgegenstehen: Knappe Möglichkeiten zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen, ein Mangel an fundierten Kundenkenntnissen sowie ein Mangel an "Kontaktpunkten", d. h. Möglichkeiten zur Interaktion mit den Kunden. Differenzierungsmöglichkeiten betreffen vor allem den Preis sowie "grüne" Fragen, d. h. Verminderung der Umwelteinwirkung. Die Versorgungsunternehmen verfügen über sehr wenig Informationen über das Kundenverhalten, da Strom-, Gas- und Wasserzähler Daten für den Gesamthaushalt kontinuierlich erfassen und selten abgelesen werden.

[0005] Zähler zur Messung des Gesamtverbrauchs eines Haushaltes sind für Gas, Strom und Wasser die Regel; dieser Gesamtverbrauch ist jedoch nicht nützlich, wenn es darum geht, Bereiche zu identifizieren, in denen Effizienzgewinne möglich sein könnten (der Kürze halber ist vorliegend von "Haushalten" die Rede, die vorliegende Erfindung ist jedoch selbstverständlich nicht auf Wohnungen beschränkt, und findet vielmehr auf Wohnungen, Arbeitsplätze und beliebige sonstige Zusammenhänge Anwendung, die eine über eine eigene diskrete Versorgung, insbesondere Strom vom Stromnetz, Wasserversorgung und/oder Gasversorgung verfügen).

[0006] Ein anklemmbarer Energiezähler zur Überwachung des über ein Kabel zugeführten Stromverbrauchs beschreibt WO 2008/14231. Obwohl ein Zähler dieser Art bei der Untersuchung von Energieverbrauchsmustern durch einen Nutzer zwar nützlich ist, besteht nach wie vor ein Bedarf nach noch näheren Daten über den Verbrauch eines Nutzers, insbesondere dessen Strom- und Wasserverbrauch.

[0007] Ein Gegenstand der Erfindung ist es also, technische Mittel zur Erzeugung ausführlicher Verbrauchsdaten eines Haushaltes bereitzustellen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die Erfinder haben festgestellt, dass es möglich ist, mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehende Ereignisse (z. B. das Füllen eines Waschbeckens mit Wasser oder das Einschalten eines Wasserkochers) aufgrund der aus Messungen des Versorgungsverbrauchs abgeleiteten Daten zu erkennen.

[0009] Beispielsweise stellt der Betrieb eines beliebigen elektrischen Geräts eine Reihe von Stromanforderungen in einer bestimmten Reihenfolge, die ihm eine eindeutige "Stromsignatur" verleihen, die mit dem Betrieb des jeweiligen Geräts in Verbindung stehen. Die aus Messungen der Veränderungen des Strombedarfs eines Haushaltes im Laufe der Zeit abgeleiteten Daten können zur Erkennung der mit dem Betrieb bekannter Geräte verbundenen Ereignisse ausgewertet werden, um den Energieverbrauch von Geräten eines Haushal-

tes bekannten Geräten zuzuordnen und detaillierte Daten über den mit jedem erkannten Gerät in Verbindung stehenden Stromverbrauch zu ergeben.

[0010] Unter "Gerät" ist im vorliegenden Sinne eine beliebige Vorrichtung zu verstehen, die Versorgung einer oder mehrerer Arten verbraucht, insbesondere Gas, Strom oder Wasser.

[0011] Entsprechend wird unter einem ersten Aspekt der Erfindung ein Verfahren zur Erkennung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses bereitgestellt, umfassend die nachfolgenden Schritte:

Erzeugen eines Verbrauchsprofils anhand der Verbrauchsdaten, wobei die Verbrauchsdaten eine Mehrzahl an einer entsprechenden Mehrzahl gemessener Verbrauchswerte umfassen;

Erkennen einer Mehrzahl innerhalb des Verbrauchsprofils liegender Ereignisse;

Zusammenfassen der Mehrzahl Ereignisse in einem Clustering-Verfahren zur Erzeugung eines Wahrscheinlichkeitsdichtediagramms (WDD);

Vergleichen des WDD mit einem gespeicherten Profil von Ereignissen einer bestimmten Art; und

Identifizieren der Ereignisgruppe als Ereignisse der bestimmten Art, wenn das WDD dem gespeicherten Profil der Ereignisse dieser Art entspricht,

wobei das WDD mit einem gespeicherten Profil von Ereignissen einer bestimmten Art verglichen wird, wobei es sich um ein WDD handelt.

[0012] Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung, ob das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil entspricht, durch Berechnen der Wahrscheinlichkeit, dass das WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse dem vom WDD dargestellten Typ entspricht.

[0013] Vorzugsweise wird die Wahrscheinlichkeit dadurch berechnet, dass die jeweiligen Kovarianzmatrizen des WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils verglichen wird.

[0014] Vorzugsweise wird die Wahrscheinlichkeit auch dadurch berechnet, dass die jeweilige Anzahl Cluster und die Standorte der Clusterzentren des WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils verglichen wird.

[0015] Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung, ob das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil entspricht, durch Vergleichen der Wahrscheinlichkeit mit einem vorbestimmten Schwellenwert, und es wird festgestellt, dass das WDD der Mehrzahl Ereignisse mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, wenn die Wahrscheinlichkeit den Schwellenwert überschreitet.

[0016] Vorzugsweise wird das WDD der Mehrzahl ereignisse mit einer Mehrzahl WDD gespeicherter Ereignisprofile verglichen, und die Mehrzahl Ereignisse wird dem gespeicherten Profil zugeordnet, das den höchsten Wahrscheinlichkeitswert aufweist.

[0017] Vorzugsweise handelt es sich bei den WDD um zweidimensionale WDD.

[0018] Vorzugsweise handelt es sich bei den WDD um dreidimensionale WDD.

[0019] Vorzugsweise wird die Mehrzahl Ereignisse vor dem Vergleich des WDD der Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils als periodisch oder nicht periodisch eingestuft.

[0020] Vorzugsweise wird die Mehrzahl Ereignisse dann als periodisch eingestuft, wenn ein weiteres Ereignis ähnlicher Größe jedem der Mehrzahl Ereignisse in einem einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitenden zeitlichen Abstand folgt.

[0021] Wird die Mehrzahl Ereignisse als nicht periodisch eingestuft, sind die WDD vorzugsweise zweidimensional; wird die Mehrzahl Ereignisse als periodisch eingestuft, dann sind die WDD dreidimensional.

[0022] Vorzugsweise handelt es sich bei einer Dimension des dreidimensionalen WDD um einen zeitlichen Abstandswert.

[0023] Entspricht das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil der Ereignisse der bestimmten Art, wird das WDD der Mehrzahl Ereignisse vorzugsweise als Versorgungsverbrauchsprofil gespeichert.

[0024] Vorzugsweise umfasst ein anschließender Schritt der Identifizierung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses ferner die nachfolgenden Schritte: Erzeugen eines Verbrauchsprofils anhand der Verbrauchsdaten, wobei die Verbrauchsdaten eine Mehrzahl an einer entsprechenden Mehrzahl gemessener Verbrauchswerte umfassen; Erkennen eines innerhalb des Verbrauchsprofils liegenden Ereignisses; Vergleichen des erkannten Ereignisses mit einem gespeicherten Ereignisprofil; und Identifizieren des erkannten Ereignisses innerhalb des Verbrauchsprofils, wenn das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil eines Ereignisses übereinstimmt.

[0025] Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung, ob das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, durch Berechnen der Wahrscheinlichkeit, dass das erkannte Ereignis dem vom Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm dargestellten Typ entspricht.

[0026] Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung, ob das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, durch Vergleichen der Wahrscheinlichkeit mit einem vorbestimmten Schwellenwert, und es wird festgestellt, dass das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, wenn die Wahrscheinlichkeit den Schwellenwert überschreitet.

[0027] Vorzugsweise wird das erkannte Ereignis mit einer Mehrzahl gespeicherter Ereignisprofile verglichen, und es wird festgestellt, dass das gespeicherte Profil mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, das den höchsten Wahrscheinlichkeitswert aufweist.

[0028] Vorzugsweise bestimmt sich die Wahrscheinlichkeit nach einem Mahalanobis-Abstand des erkannten Ereignisses zu einem Clusterzentrum des Wahrscheinlichkeitsdichtediagramms.

[0029] Vorzugsweise handelt es sich beim Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm (WDD) um ein zweidimensionales WDD.

[0030] Vorzugsweise handelt es sich beim Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm (WDD) um ein zweidimensionales WDD.

[0031] Vorzugsweise wird das erkannte Ereignis vor dem Vergleich des erkannten Ereignisses mit dem Verbrauchsprofil als periodisch oder nicht periodisch eingestuft.

[0032] Vorzugsweise wird das erkannte Ereignis dann als periodisch eingestuft, wenn ein weiteres Ereignis ähnlicher Größe dem erkannten Ereignis in einem einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitenden zeitlichen Abstand folgt.

[0033] Vorzugsweise wird das erkannte Ereignis dann als nicht periodisch das erkannte Ereignis wird mit einem zweidimensionalen WDD verglichen; wird das Ereignis als periodisch eingestuft, wird das erkannte Ereignis mit einem dreidimensionalen WDD verglichen.

[0034] Vorzugsweise handelt es sich bei einer der Dimensionen des dreidimensionalen WDD um einen zeitlichen Abstandswert.

[0035] Vorzugsweise ist die Versorgungsart eines von Gas, Strom und Wasser.

[0036] Vorzugsweise handelt es sich bei der Versorgungsart um Strom.

[0037] Vorzugsweise umfassen die gemessenen Stromverbrauchsdaten Wirkleistungsdaten.

[0038] Vorzugsweise umfassen die gemessenen Stromverbrauchsdaten Blindleistungsdaten.

[0039] Vorzugsweise umfassen die gemessenen Stromverbrauchsdaten Blind- und Wirkleistungsdaten.

[0040] Vorzugsweise handelt es sich bei der Versorgungsart um Wasser.

[0041] Vorzugsweise handelt es sich bei der Mehrzahl Messpunkte um eine Mehrzahl Zeitpunkte mit dazwischen liegenden Intervallen.

[0042] Vorzugsweise liegen die Intervalle zwischen den Zeitpunkten im Bereich 0,01–60 Sekunden.

[0043] Unter einem zweiten Aspekt wird erfindungsgemäß ein Maschinencode bereitgestellt, das bei seiner Ausführung auf einem Computer diesen veranlasst, das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt auszuführen.

[0044] Unter einem dritten Aspekt wird erfindungsgemäß ein Daten bereitgestellt, der computerlesbaren Code enthält, der bei seiner Ausführung auf einem Computer diesen veranlasst, das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt auszuführen.

[0045] Vorzugsweise umfasst das Softwareprodukt gemäß dem dritten Aspekt.

[0046] Unter einem vierten Aspekt wird erfindungsgemäß eine rechnergestützte Ereigniserkennungsvorrichtung (EEV) bereitgestellt, die zur Ausführung des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt geeignet ist. Unter einem fünften Aspekt wird erfindungsgemäß ein Produkt bereitgestellt, umfassend: einen maschinenlesbaren Datenträger; und im Datenträger enthaltene ausführbare Programmbefehle, die bei ihrer Ausführung durch ein programmierbares System das System veranlasst, die Erkennung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses vorzunehmen, wobei die Erkennungsfunktion die Schritte des ersten Aspektes umfasst.

[0047] Erfindungsgemäß werden ferner Systeme, Vorrichtungen, rechnergestützte Vorrichtungen und Produkte zur Ausführung eines beliebigen vorgenannten Aspekts der Erfindung; zur Ausführung der Schritte nach einem der vorgenannten Verfahren konfigurierter Maschinencode; ein Softwareprodukt, das zur Ausführung der Schritte nach einem der vorgenannten Verfahren konfigurierten Maschinencode enthält; sowie ein das Computerprogramm enthaltende computerlesbares Medium bereitgestellt.

Beschreibung der Zeichnungen

[0048] Nun wird die Erfindung anhand der nachfolgenden Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0049] **Fig. 1** ist ein Flussdiagramm der Messungs-, Analyse- und Abgleichschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0050] **Fig. 2** zeigt die Identifikation von "Ecken" der Stromverbrauchsdaten.

[0051] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung der Identifikation fehlender Ecken.

[0052] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm des Eckenerkennungsalgorithmus.

[0053] **Fig. 5** zeigt ein erfindungsgemäßes Ereignis.

[0054] **Fig. 6** zeigt die Identifikation der "Streuung" von Ergebnissen.

[0055] **Fig. 7** zeigt ein im erfindungsgemäßen Verfahren verwendetes zweidimensionales Ereignisdiagramm.

[0056] **Fig. 8** zeigt ein weiteres, im erfindungsgemäßen Verfahren verwendetes zweidimensionales Ereignisdiagramm.

[0057] **Fig. 9** zeigt ein Beispiel eines zweidimensionalen WDD eines Ereignisses.

[0058] **Fig. 10A** und **Fig. 10B** zeigen ein im erfindungsgemäßen Verfahren verwendetes dreidimensionales Ereignisdiagramm.

[0059] **Fig. 11A** und **Fig. 11B** zeigen ein im erfindungsgemäßen Verfahren verwendetes dreidimensionales Ereignisdiagramm.

[0060] **Fig. 12a** ist ein weiteres Flussdiagramm der Messungs-, Analyse- und Abgleichschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0061] **Fig. 12b** zeigt eine weitere detaillierte Darstellung der Teile des Flussdiagramms der **Fig. 12a**.

[0062] **Fig. 12c** zeigt eine detailliertere Darstellung von Teilen des Flussdiagramms der **Fig. 12a**.

[0063] Fig. 13a bis Fig. 13c zeigen Schritte eines im erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Ereignisteilungsverfahrens.

[0064] Fig. 14 ist ein weiteres Flussdiagramm der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0065] Fig. 15 ist eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0066] Fig. 16 ist eine schematische Darstellung einer Ereigniserkennungsvorrichtung (EEV).

[0067] Fig. 17 ist ein vereinfachtes funktionelles Blockdiagramm eines Computers, der als Host oder Server programmierbar ist, um als die EEV des Systems der Fig. 16 zu fungieren; und

[0068] Fig. 18 ist ein vereinfachtes funktionelles Blockdiagramm eines PC oder sonstigen Arbeitsbereichs oder Endgeräts.

[0069] Fig. 19 zeigt ein Beispiel eines zweidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein auswählbares Gerät.

[0070] Fig. 20 zeigt ein Beispiel eines dreidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein auswählbares periodisches Gerät.

[0071] Fig. 21 zeigt ein Beispiel eines zweidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein konkretes Gerät.

[0072] Fig. 22 zeigt ein Beispiel eines dreidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein konkretes periodisches Gerät.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung Gerätekennung

[0073] Das erfindungsgemäße Verfahren wird bezüglich des Stromverbrauchs in Fig. 1 dargestellt, und lässt sich in drei allgemeine Schritte aufteilen: (A) Messen der Stromdaten an Meßpunkten, vorzugsweise zu regelmäßig beabstandeten Zeitpunkten; (B) Erstellen eines Stromverbrauchsprofils insbesondere aufgrund der Veränderungen des Strombedarfs, insbesondere der Leistung, zwischen Meßpunkten; und (C) Abgleichen von Ereignissen im gemessenen Stromverbrauchsprofil mit in einer Datenbank gespeicherten, bekannten Ereignissen zugeordneten Energieverbrauchsprofilen.

[0074] In den dargestellten Beispielen bestehen diese allgemeinen Schritte aus:

A) Messen: Erfassung der Haushalts-Rohdaten.

B) Profilerstellung: Entrauschung (Wavelets), Kompressionsalgorithmus (Eckenerkennung), Ein/Aus-Kantenerkennungsalgorithmus; Eckenfilteralgorithmus (Ein-/Aus-Kantenabgleich), Zuordnung Streuungsalgorithmus.

[0075] Jeder dieser Schritte wird nachfolgend ausführlicher beschrieben. Zwar wird das Verfahren nachfolgend v. a. bezüglich der Messung und Analyse des Stromverbrauchs beschrieben, um mit dem Stromverbrauch in Verbindung stehende Ereignisse und Geräte zu erkennen, es versteht sich jedoch, dass dieselben Schritten ebenso unter Zuhilfenahme von Gas- oder Wasserverbrauchsdaten ausführbar sind.

A) Messung

[0076] Von einem Sensorgerät wie z. B. einem in WO 2008/142431 beschriebenen anklemmbaren Energiezähler wird die Wirk- und Blindleistung im Schritt 1 zu jeweiligen Zeitpunkten gemessen. In bevorzugten Ausführungsformen erfolgen die Messungen zu regelmäßig beabstandeten Zeitpunkten. Eine höhere Meßfrequenz ergibt dabei offensichtlich mehr Stromverbrauchsdaten, was wiederum die Wahrscheinlichkeit einer Übereinstimmung erhöht, wenn das aus den Meßdaten erstellte Profil mit den gespeicherten Stromverbrauchsprofilen verglichen wird. Typischerweise wird der Stromverbrauch mindestens jede Sekunde gemessen. Diese Stromverbrauchsdaten können typischerweise Wirk- und/oder Blindleistung umfassen und werden vorzugsweise als zwei getrennte Datenströme, d. h. ein Strom aus Wirkleistungsdaten und ein anderer Strom aus Blindleistungsdaten, erfasst (wobei "Wirkleistung" und "Blindleistung" im vorliegenden Sinne so zu verstehen sind, wie sie vom Fachmann in Bezug auf eine Last aus einer Wechselstromquelle verstanden werden). Ein Vorteil der Messung sowohl der Wirk- als auch der Blindleistung besteht darin, dass so der Strombedarf der meisten oder

gar aller Geräte messbar wird. Beispielsweise kann es schwierig oder sogar unmöglich sein, die Wirkleistung einiger Geräte wie z. B. Set-Top-Boxen sinnvoll zu messen, die Blindleistung dieser Gerät ist jedoch meßbar.

[0077] Vorzugsweise kann auch die in festen Intervallen, typischerweise jede Sekunde, verbrauchte Energie gemessen werden. Hieraus lässt sich eine laufende Summe der verbrauchten Energie über längere Zeiträume, z. B. alle 300 Sekunden, 900 Sekunden, 512 Sekunden, 2048 Sekunden oder 86.400 Sekunden (24 Stunden), errechnen. Mit diesen Messungen kann auch der Höchst- und Mindestverbrauch über einen dieser längeren Zeiträume angezeigt werden. Obwohl diese Energieverbrauchsmessungen nicht zur Erstellung einer nachfolgend näher beschriebenen "Ereignismatrix" verwendet werden, sind diese Daten trotzdem nützlich bei der Ermittlung eines ausführlichen Energieverbrauchsbildes in einem längeren Zeitraum, in dem verschiedene Geräte ein- und ausgeschaltet werden.

[0078] Der Wasser- und Gasverbrauch kann mit dem Fachmann hinreichend bekannten Verfahren, z. B. unter Zuhilfenahme von Wasser- und Gaszählern, gemessen werden. Der Wasser- und Gasverbrauch, insbesondere der Wasserverbrauch, kann weniger häufig gemessen werden. Der Gasverbrauch kann z. B. mindestens einmal alle 900 Sekunden, mindestens einmal alle 300 Sekunden oder mindestens einmal alle 60 Sekunden gemessen werden, um Gasverbrauchsdaten, die bei der Identifizierung mit dem Gasverbrauch in Verbindung stehender Ereignisse verwendet werden können. Der Wasser- oder Gasdurchfluss in jedem Intervall kann zusammen mit dem im Laufe der Zeit verbrauchten Gesamtvolumen auch analog zu den Leistungs- und Energiemessungen des Stromverbrauchs gemessen werden. Außerdem oder alternativ kann der Wasser- und Gasverbrauch an Meßpunkten nach Volumenverbrauchs- statt Zeitintervallen gemessen werden, z. B. eine pro verbrauchte Volumeneinheit (z. B. Liter) Wasser abgelaufene Zeiteinheit.

[0079] Die Stromverbrauchsmessungen werden dann im Filtrationsschritt **2** mittels eines Filtrationsverfahrens entauscht. Im Filtrationsverfahren wird ein geeignetes Entauschungsverfahren wie z. B. Waveletverkleinerung, verwendet. Die Verwendung eines entauschenden Filtrationsverfahrens ist besonders vorteilhaft, da es bei einer realen Haushaltsversorgung mitunter vorkommen kann, dass die Versorgung von Natur aus rauschend ist, oder die konkreten Geräte im Haushalt große Energieschwankungen im Rahmen des normalen Betriebs produzieren (z. B. PCs, Fernseher, usw.). Die Waveletverkleinerung ist eine besonders wirksame entauschende Filtrationsmethode. Ein Beispiel eines geeigneten Waveletverkleinerungsverfahrens, mit dieser Vorverarbeitung oder "Reinigung" des Signals erreichbar wäre, wird in unserer mitanhängigen britischen Patentanmeldung GB1012499.8 näher beschrieben.

B) Kompression und Profilerstellung

[0080] Wie in **Fig. 1** gezeigt werden die filtrierte und entauschte Stromverbrauchsdaten über die Wirk- und Blindleistung einem Kompressionsalgorithmus zugeführt (nachfolgend: "Eckenerkennungsalgorithmus"), um die Daten im Kompressionsschritt **3** zu komprimieren.

[0081] Die Funktionsweise des Eckenerkennungsalgorithmus wird in der **Fig. 2** schematisch dargestellt. Der Kompressionsalgorithmus identifiziert "Ecken" des Strombedarfs, indem er Unterschiede im Gradienten identifiziert, die die Veränderung der Energie von einem Zeitpunkt zum nächsten darstellen. Ein Punkt, an dem ein Gradientenänderung zwischen zwei (als T(2), P(2) bezeichneten) Zeitintervallen auftritt, wird als "Ecke" markiert, sofern die Veränderung einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt. Die Markierung erfolgt dadurch, dass der Leistungsunterschied zwischen den Punkten T(3), P(3) und T(2), P(2) sowie zwischen T(2), P(2) und T(1), P(1) gemessen wird, um die Werte A1 und A2 jeweils zu ergeben. Übersteigt der Unterschied B zwischen A1 und A2 einen vorbestimmten Wert Toll, wird eine Ecke Markiert.

[0082] Die Funktionsweise des Algorithmus wird in der **Fig. 4** noch näher veranschaulicht, worin:

T(x), T(i) und T(j) 32-Bit-Zeitstempel,
C(x), C(i) und Y(j) 16-Bit-Leistungswerte an einer Ecke,
Tol1, Tol2 numerische Ganzzahlwerte (0–100),
A1, A2, B 16-Bit-Leistungswertunterschiede,
n1, nMax, nMin, n2 16-Bit-Zahlenwerte, und
M(i), M(i)max 16-Bit-Zahlenwerte darstellen.

[0083] Der Abschnitt **401** der **Fig. 4** zeigt die Identifizierung von Ecken, wie oben in Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

[0084] Der Abschnitt **402** der **Fig. 4** zeigt die Einstufung der Ecken in die Klassen "Standard" und "Fein" je nachdem, ob B die vorbestimmten Werte Tol1 und Tol2 beide oder nur Tol1 übersteigt.

[0085] In einer beliebigen konkreten Anwendung der Erfindung kann ein geeigneter Schwellenwert zur Markierung eines Punktes als Ecke ausgewählt werden. Der erforderliche konkrete Wert variiert dabei von Fall zu Fall.

[0086] Durch die Messung einer Mehrzahl dieser Ecken in den Stromverbrauchsdaten wird ein Stromverbrauchsprofil erstellt, das eine Reihe mit Veränderungen des Wirk- und/oder Blindleistungsbedarfs darstellen, anhand derer sich Geräte mit bekannten "Signatur"-Profilen der jeweiligen Geräte erkennbar sind.

Korrektur

[0087] Das nach der obigen Beschreibung in Verbindung mit **Fig. 2** und den abschnitten **401** und **402** der **Fig. 4** erstellte Stromverbrauchsprofil enthält die Mehrheit der Ecken. Eine Korrektur lässt sich aber bei Bedarf anwenden, um eine oder mehrere Ecken zu identifizieren, die womöglich übersehen worden sind. Das Korrekturverfahren kann in den Schritt **3** der **Fig. 1** eingegliedert werden.

[0088] Dieses Verfahren der Identifizierung und Korrektur einer fehlenden Ecke zeigt **Fig. 3**, die eine Ecke C (2) zwischen den Ecken C(1) und C(3) zeigt, die vom Eckenerkennungsalgorithmus übersehen worden ist.

[0089] Eine fehlende Ecke lässt sich dann identifizieren, wenn sowohl der Leistungsunterschied (Leistung an C1-Leistung an C2) als auch der Zeitunterschied (Zeit an C1-Zeit an C2) außerhalb der definierten Werte fallen, wie in Abschnitt **403** der **Fig. 4** gezeigt.

[0090] In diesem Fall kann eine lineare Interpolation erfolgen, um fehlende Ecken zu identifizieren, wie im Abschnitt **403** der **Fig. 4** gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** sollte die fehlende Ecke C3 an dem Punkt eingefügt werden, der die spitzeste Winkel zwischen den Linien C1-C2 und C2-C3 ergibt.

[0091] Der nächste Teil des Verfahrens umfasst das Einteilen der Reihe aus dem Kompressionsalgorithmus ausgehender Daten in Ein-/Aus-Kanten mithilfe eines Ein-/Aus-Kantenerkennungsalgorithmus im Schritt **5** der **Fig. 1**. Diese Ein-/Aus-Kanten werden jeweils von zwei Ecken definiert, die Anfang und Ende der Kante abgrenzen. Eindeutige Ein-/Aus-Kantenpaare werden gepaart, um Ereignisse zu bilden. Diese Ereignisse bilden die Grundlage der anschließenden Identifizierung von Gerätekomponenten sowie ganzen Geräten. Ein Gerät kann (je nach der Komplexität der Funktionsweise des Geräts) in Bezug sowohl auf die Wirk- als auch auf die Blindleistung einem oder mehr Ereignistypen zugeordnet werden.

[0092] Der Ein-/Aus-Kantenerkennungsalgorithmus im Schritt **5** sucht mögliche Ein-/Aus-Kantenpaare, wobei den Ein-Kanten Aus-Kanten mit einem ähnlichen Stromverbrauchs-Änderungsgrad im entgegengesetzten Sinne folgen. Im Verfahren wird eine Reihe möglicher Ein-/Aus-Kantenpaare erzeugt, von denen einige "viele zu einem" abgebildet werden können. Mit anderen Worten: Einer Ein-Kante können mitunter auch zahlreiche Aus-Kanten zugeordnet werden, oder umgekehrt.

[0093] Grundsätzlich wäre es auch möglich, Ereignispaare dort zu orten, wo den Aus-Kanten Ein-Kanten mit einem ähnlichen Stromverbrauchs-Änderungsgrad folgen. In der Praxis hat es sich jedoch als sinnvoller erwiesen, durch Aus-Kanten gefolgte Ein-Kanten zu betrachten.

[0094] Für die nächste Phase der Erstellung eines Verbrauchsprofils werden Daten über die vom Ein-/Aus-Kantenerkennungsalgorithmus im Schritt **5** erkannten Ein-/Aus-Kantenpaare zum Ein-/Aus-Kantenzuordnung einem Kantenfiltrationsalgorithmus im Schritt **6** zugeführt. Die Zuordnung der Ein-/Aus-Kanten durch den Kantenfiltrationsalgorithmus im Schritt **6** erfasst alle möglichen Ein-/Aus-Kantenpaare, die vom Ein-/Aus-Kantenerkennungsalgorithmus im Schritt **5** erkannt wurden, und verarbeitet diese, um eindeutige Paare zu erzeugen, so dass jede Ein-Kante eindeutig ist und wiederum eindeutig der entsprechenden eindeutigen Aus-Kante zugeordnet wird. Diese Zuordnung erzeugt eindeutige Ein-/Aus-Kantenpaare, die nachfolgend als Ereignisse bezeichnet werden und im nachfolgenden Abschnitt zur Bestimmung der Geräteerkennung verwendet werden. Jedes aus einer durch eine gepaarte Aus-Kante gefolgten Ein-Kante bestehende Ereignis entspricht möglicherweise dem Ein- und anschließenden Ausschalten eines Geräts.

[0095] Ein Beispiel eines durch den Zuordnungsvorgang des Kantenfiltrationsalgorithmus im Schritt **6** gebildeten Ereignisses, das ein Ein-/Aus-Paar bildet, zeigt **Fig. 5**. Im dargestellten Beispiel ist das Ereignis durch

eine Ein-Kante zu Beginn des ereignisses T1 und eine Aus-Kante am Ende des Ereignisses T2 definiert. Entsprechend hat das dargestellte Ereignis eine Dauer T, wo $T = T_2 - T_1$. Das dargestellte Ereignis entspricht einer Änderung des Stromverbrauchs P.

[0096] Wie oben erwähnt, ist jede Ein-/Aus-Kante durch ein Eckenpaar ausgebildet, die Beginn und Ende der Ein-/Aus-Kante definieren. Entsprechend kann ein aus einem Ein-/Aus-Kantenpaar bestehendes Ereignis in Matrixform dargestellt werden. In einem möglichen Ansatz kann für das Beispiel eines in **Fig. 5** dargestellten Ein-/Aus-Paares das mit dem Ereignis in Verbindung stehende Signaturprofil wie folgt als Matrix dargestellt werden:

Ereignis

Beginn Ende

Zeit _____ [1 2 4 7]

[0097] Der erste Eintrag dieser Ereignismatrix entspricht der Indexzeit des Beginns der Ein-Kante, der zweite Eintrag dem Ende der Ein-Kante, der dritte Eintrag dem Beginn der Aus-Kante und der letzte Eintrag dem Ende der Aus-Kante. Mit anderen Worten: Die vier Indexwerte geben die Zeitpunkte der vier Ecken des das Ein-/Aus-Paar abgrenzenden Stromverbrauchswerts an.

[0098] Als nächster Verfahrensschritt werden die zur Abgrenzung von Ereignissen im Schritt **6** gepaarten Ein-/Aus-Kanten einem Streuungs-Zuordnungsalgorithmus im Schritt **8** zugeführt. Im Schritt **8** wird vom Streuungs-Zuordnungsalgorithmus (SZA) jedem Ereignis eine Streuung zugeordnet. Die jedem Ereignis zugeordnete Streuung bestimmt sich durch Messen des zeitlichen Abstands zwischen aufeinander folgenden Ereignissen, die leistungsmäßig derselben Größenordnung entsprechen. D. h. die Streuung jedes periodischen Ereignisses ist eine Dauer zwischen dem Ende des periodischen Ereignisses und dem Beginn des nächsten Ereignisses, das einen ähnlichen Leistungs-Änderungsgrad aufweist. Dieser Wert wird dann dem konkreten Ereignis, an dem die Messung vorgenommen wurde, als Streuungswert zugeordnet. Der Höchstwert der Streuung kann auf einen vorbestimmten Schwellenwert beschränkt werden, wobei Ereignisse mit größerer Streuung als nicht periodisch eingestuft werden. Sinnvoll ist es, nicht periodischen Ereignissen eine Streuung gleich Null zuzuweisen, um sie als nicht periodisch zu kennzeichnen, da die Streuung eines periodischen Ereignisses nicht gleich Null sein kann.

[0099] Der Streuungsbegriff wird unter Bezugnahme auf **Fig. 6** näher erläutert. **Fig. 6** zeigt eine Reihe von Ereignissen **60** mit ähnlichem Leistungsgrad, denen jeweils ein konkreter Streuungswert **61** zugewiesen worden ist. Die dargestellte Ereignisreihe ist eine Reihe von Stromverbrauchereignissen eines Ofens. Wie in **Fig. 6** dargestellt, erstreckt sich der Streuungswert zeitlich von der Aus-Kante jedes Ereignisses **60** zur Ein-Kante des nächsten darauf folgenden Ereignisses **60**. Von Ereignissen mit erheblich unterschiedlichem Leistungsgrad werden Reihen ähnlicher Ereignisse nicht gestört, diese werden vielmehr unabhängig behandelt. In **Fig. 6** tritt ein Ereignis **62** mit einem erheblich anderen Leistungsgrad als die Ereignisse **60** zwischen zwei der Ereignissen **60** auf, das Ereignis **62** wird aber bei der Zuweisung von Streuungswerten zu den Ereignissen **60** ignoriert. Das dargestellte Ereignis **62** ist ein Stromverbrauchereignis eines Wasserkochers.

[0100] Anhand der jedem Ereignis zugewiesenen Streuung wird zwischen periodischen und nicht periodischen Ereignissen unterschieden. Diese Differenzierung ist nützlich im Auswahlverfahren, in dem einzelne Geräte zu identifizieren sind.

[0101] Der Unterschied zwischen den Leistungsgraden als ähnlich erachteter Ereignisse und der Länge des Schwellenwerts der Höchststreuungszeit lässt sich in der Praxis aufgrund der Eigenschaften des Systems und der gemessenen Geräte wählen. In einem Beispiel kann ein Zeitschwellenwert von 250 Sekunden verwendet werden.

C) Abgleich

[0102] Das Stromverbrauchsprofil wird in einem Vergleichsschritt **9** analysiert, um zu ermitteln, ob es eine in einer Datenbank **10** von Haushaltsgerätsdiagrammen Signatur-Ereignisreihe enthält. Ein Ereignisprofil eines oder mehrerer im Haushalt vermuteten und in der Datenbank **10** gespeicherten Geräte wird mit dem gemessenen Verbrauchsprofil verglichen, um zu ermitteln, ob das gemessene Profil ein Ereignis enthält, das mit ei-

nem Ereignisprofil eines im Haushalt vermuteten Geräts übereinstimmt. Beispiele gemessener Parameter, die verglichen werden können, sind insbesondere der Wirk- und/oder Blindleistungsgrad und/oder die Dauer der Ein- und/oder Aus-Kanten, usw.

[0103] Für ein beliebiges Ereignis umfasst das in der Datenbank **10** enthaltene Ereignisreihenprofil eines Geräts eine Mehrzahl Einträge, die mindestens eine Leistungsänderung aufweisen, die auf ein mit dem Gerät in Verbindung stehendes Ereignis schließen lässt. Typischerweise umfasst das Ereignis eine Mehrzahl Leistungswertänderungen, deren Größe und Dauer zur Erzeugung einer Signatur-Ereignisreihe des Ereignisses verwendet werden können. Es ist jedoch möglich, eine einzige Leistungswertänderung als Ereignisreihe in der Datenbank zu speichern, insbesondere wenn die Größe der Veränderung groß genug ist, um eine differenzierte Ereignisreihe zu ergeben.

[0104] Das Stromverbrauchs-Ereignisreihenprofil eines mit einem bekannten Gerät in Verbindung stehenden Ereignisses wird in Form eines WDD eines Ereignisses eines Geräts dargestellt.

[0105] Ein WDD eines Ereignisses lässt sich aus aufgezeichneten Ereignisprofilen eines bekannten Geräts mithilfe eines Ereignis-Clustering-Ansatzes erstellen. Ein derartiger Clustering-Ansatz wird in **Fig. 7** beispielhaft dargestellt, wo eine Mehrzahl aufgezeichneter Ereignisprofile eines bekannten, mit dem Betrieb eines bekannten Geräts, z. B. eines Wasserkochers, in Verbindung stehenden Ereignisses, in einem Diagramm der Veränderung des Stromverbrauchs gegenüber der Dauer dargestellt wird, wobei die Dauer die zwischen einem Ein-Ereignis und einem anschließenden Aus-Ereignis liegende Zeit ist. Die Graphik oder Ereignisdiagramm der aufgezeichneten Ereignisse neigt dazu, eine Form oder Geometrie aufzuweisen, die den während des Betriebs des Geräts auftretenden physikalischen Prozessen entspricht.

[0106] Das WDD lässt sich nach drei Parametern, c , r und μ , beschreiben, wobei c die Anzahl Cluster im WDD, μ den Standort der Mitte jedes Clusters und r eine Kovarianzmatrix ist, die Geometrie, Form und Größe jedes Clusters definiert.

[0107] Wie in **Fig. 7** gezeigt, neigt das WDD eines Wasserkochers z. B. dazu, Ereigniskordinaten innerhalb einer relativ schmalen Spannbreite an Leistungsänderungswerten zu haben, da der Stromverbrauch eines Wasserkochers im Wesentlichen konstant ist. Es versteht sich, dass Schwankungen der Versorgungsspannung sowie Rauschen und Meßfehler selbst dann zu einer gewissen Schwankung des aufgezeichneten Stromverbrauchs führen werden, wenn es sich um ein Gerät mit anscheinend festem Stromverbrauch handelt. Die Ereigniskordinaten eines Wasserkochers haben eine tendenziell größere Spannbreite an Dauern, da die Dauer von der zum Einsatzzeitpunkt im Wasserkocher enthaltenen Wassermenge sowie der Wassertemperatur abhängt.

[0108] Um die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, dass ein gemessenes Ergebnis dem Betrieb eines bekannten Geräts zuzuordnen ist, können die Ereignismesswerte mit dem WDD des Ereignisses verglichen werden, um zu untersuchen, wie gut die Ereignismesswerte mit dem abgebildeten Profil des bekannten Gerätereignisses übereinstimmen. Mit anderen Worten wird das gemessene Ereignis im WDD abgebildet und die Wahrscheinlichkeit, dass das gemessene Ereignis ein weiterer Fall desselben Gerätereignisses ist, ermittelt. Bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit können sowohl die Parameterwerte als auch die Geometrie des WDD, z. B. Form und Größe der Region, in der die aufgezeichneten Ereignisse liegen, berücksichtigt werden und ein Wahrscheinlichkeitswert Z , der die Wahrscheinlichkeit angibt, dass das gemessene Ereignis demselben bekannten Gerätereignis entspricht als das WDD, kann dem gemessenen Ereignis zugewiesen werden. Gezeigt wird dies in **Fig. 9**, die eine Mehrzahl auf einer graphischen Gegenüberstellung von Leistung und Zeit dargestellter Ereignisse **90** zeigt. **Fig. 9** zeigt ferner ein Paar elliptischer Regionen **91** und **92**, die durch Wahrscheinlichkeitsgrenzen eines Ereignisdiagramms eines Wasserkochers abgegrenzt werden. Die Wahrscheinlichkeitsgrenzen verbinden Punkte im Leistungs-/Zeitraum, die dieselbe Wahrscheinlichkeit ergeben, dass ein den Stromverbrauch und Dauer des jeweiligen Ortes aufweisendes Ereignis dem Betrieb eines Wasserkochers entspricht. Jede elliptische Region **91**, **92** weist einen innerhalb einer inneren, höheren Wahrscheinlichkeitsgrenze abgegrenzten Innenbereich **91a**, **92a**, sowie einen zwischen der inneren höheren Wahrscheinlichkeitsgrenze und einer äußeren, niedrigeren Wahrscheinlichkeitsgrenze liegenden Außenbereich **91b**, **92b** auf. Hierbei ist anzumerken, dass die in den Innenbereichen **91a**, **92a** liegenden Ereignisse **90** mit höherer Wahrscheinlichkeit einem Wasserkocher entsprechen als die in den Außenbereichen **91b**, **92b** liegenden Ereignisse, die wiederum mit größerer Wahrscheinlichkeit einem Wasserkocher entsprechen als die außerhalb der elliptischen Bereiche **91** und **92** liegenden Ereignisse **90**.

[0109] Wie in **Fig. 8** gezeigt, kann für das Ereignisdiagramm des Wasserkochers der **Fig. 7** kann z. B. einem Meßpunkt **701** ein Wahrscheinlichkeitswert Z aufgrund der Beziehung zwischen der Position des Meßpunktes **701** und der der aufgezeichneten Ereignisse zugewiesen werden kann. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform basiert der Wahrscheinlichkeitswert Z auf dem Mahalanobis-Abstand des Meßpunktes **701** und der Gruppe der Werte der aufgezeichneten Ereignisse, die das WDD ausbilden. Gemäß einer Ausführungsform kann der Wahrscheinlichkeitswert Z aufgrund der Gleichung $Z = \exp(-d)^2$ zugewiesen werden, wobei d der Mahalanobis-Abstand von der Mitte eines Clusters ist. Bekannt ist, dass ein Mahalanobis-Abstand die Eigenschaften eines Datensatzes berücksichtigt und kein geometrischer Abstand ist. Ein Mahalanobis-Abstand berücksichtigt die Kovarianzmatrix, die die Form der Cluster des WDD definiert. Weitere Verfahren zur Zuweisung eines Wahrscheinlichkeitswerts sind dem Fachmann auf dem Gebiet der Statistik bekannt.

[0110] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die WDD der Geräte gemäß der obigen Beschreibung nicht periodischer Ereignisse behandelt, für periodische Ereignisse werden sie aber, wie nachfolgend beschrieben, anders behandelt.

[0111] Für periodische Ereignisse wird ein WDD des Geräts, das die aufgezeichneten Dauer- und Leistungswerte aufgezeichneter Geräteereignisse erstellt, wie oben beschrieben. Für periodische Ereignisse handelt es sich beim Gerätsdiagramm jedoch um ein dreidimensionales Diagramm, das im Wege einer graphischen Darstellung der Wirk- und Blindleistung, d. h. im Wege der Gegenüberstellung der Gesamtleistung und der Zeit, sowie im Wege einer Darstellung der Änderungen der Wirk- und Blindleistung gegenüber der Streuung jedes der periodischen Ereignisse, erstellt wird. Die Streuung jedes periodischen Ereignisses ist eine Dauer zwischen dem Ende des periodischen Ereignisses und dem Beginn des nächsten Ereignisses, das einen ähnlichen Leistungs-Änderungsgrad aufweist. Ein derartiges dreidimensionales Ereignisdiagramm zeigen die **Fig. 10A** und **Fig. 10B**, wobei **Fig. 10A** eine Mehrzahl aufgezeichneter Ereignisprofile eines bekannten, mit dem Betrieb eines bekannten Geräts, z. B. eines Herds, in Verbindung stehenden Ereignisses, in einer graphischen Gegenüberstellung der Veränderung des Stromverbrauchs und der Dauer dargestellt wird, während **Fig. 10B** dieselbe Mehrzahl aufgezeichneter Ereignisprofile in einer diagrammatischen Gegenüberstellung der Stromverbrauchsveränderung und der Streuungszeit zeigt. Der Fachmann versteht, wie diese drei Parameterwerte kombiniert werden, um ein dreidimensionales Diagramm bzw. Graphik zu erstellen.

[0112] Um die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, dass ein gemessenes periodisches Ergebnis dem Betrieb eines bekannten Geräts zuzuordnen ist, können die Ereignismeßwerte mit dem WDD des Ereignisses verglichen werden, um zu untersuchen, wie gut die Ereignismeßwerte mit dem abgebildeten Profil des bekannten Geräteereignisses übereinstimmen. Bei der Ermittlung der Wahrscheinlichkeit können sowohl die Parameterwerte als auch die Geometrie des WDD in allen drei Dimensionen, z. B. Form und Größe der Region, in der die aufgezeichneten Ereignisse liegen, berücksichtigt werden und ein Wahrscheinlichkeitswert Z , der die Wahrscheinlichkeit angibt, dass das gemessene Ereignis demselben bekannten Geräteereignis entspricht als das WDD, kann dem gemessenen Ereignis zugewiesen werden.

[0113] Die Berücksichtigung der Streuungszeit in einem dreidimensionalen Ereignisdiagramm kann bei der Unterscheidung zwischen periodische Ereignisse erzeugenden Geräten, die sich sonst schwer voneinander unterscheiden ließen, vorteilhaft sein. Beispielsweise können ein Herd und ein Bügeleisen unter Gegenüberstellung der Gesamtleistung und der Zeit ähnliche zweidimensionale Ereignisdiagramme ergeben. Sie ergeben jedoch unterschiedliche dreidimensionale Ereignisdiagramme der Gesamtleistung gegenüber der Zeit und der Streuung. Allgemein weist der Streuungswert eines Bügeleisens eine überaus größere Variationsbreite auf als der eines Herds. Beispielsweise zeigt **Fig. 11A** eine Mehrzahl aufgezeichneter Ereignisprofile eines bekannten, mit dem Betrieb eines Bügeleisens in Verbindung stehenden Ereignisses, in einer graphischen Gegenüberstellung der Veränderung des Stromverbrauchs und der Dauer dargestellt wird, während **Fig. 11B** dieselbe Mehrzahl aufgezeichneter Ereignisprofile in einer diagrammatischen Gegenüberstellung der Stromverbrauchsveränderung und der Streuungszeit zeigt. Aus einem Vergleich der **Fig. 10A** und **Fig. 10B** mit den **Fig. 11A** und **Fig. 11B** ist klar, dass sich die Gegenüberstellungen der Leistung und der Zeit in den **Fig. 10A** und **Fig. 11A** sehr ähneln, die Gegenüberstellungen der Leistung und der Streuung in den **Fig. 10B** und **Fig. 11B** jedoch ziemlich verschieden sind und sich ohne weiteres voneinander unterscheiden lassen. Es versteht sich, dass die einmalige Bedienung eines Geräts wie z. B. eines Bügeleisens mehrere vom System identifizierbare Ereignisse ergeben kann, aber diese Ereignisse sind alle Teil eines einzigen Einsatzereignisses eines Geräts.

[0114] Erwünschtenfalls kann auch eine weitere statistische Analyse einer Reihe periodischer Ereignisse erfolgen, um den einem konkreten bekannten Gerät zuzuordnenden Ereignissen mit höherer Genauigkeit einen Wahrscheinlichkeitswert zuzuweisen.

[0115] In Fig. 1 werden die gemessenen Ereignisse, denen im Streuungs-Zuweisungsschritt 8 ein Streuungswert zugewiesen wurde, im Schritt 9 einem Vergleich zugeführt, bei dem das gemessene Ereignis mit WDD bekannter, mit den vermuteten Geräten in Verbindung stehender Ereignisse verglichen wird und ermittelt wird, welchem Gerät das gemessene Ereignis aufgrund der zugewiesenen Wahrscheinlichkeitswerte Z der verschiedenen WDD der verschiedenen Geräte am ehesten entspricht.

[0116] Im Vergleichsschritt 9 werden nicht periodische Ereignisse mit zweidimensionalen Geräte-WDD nicht periodischer Ereignisse, die mit den vermuteten Geräten in Verbindung stehen, während periodische Ereignisse stattdessen mit dreidimensionalen WDD periodischer Ereignisse verglichen werden, die mit vermuteten Geräten in Verbindung stehen. In beiden Fällen wird im Vergleichsschritt aufgrund der zugewiesenen Wahrscheinlichkeitswerte Z der verschiedenen Geräte ermittelt, welchem Gerät das gemessene Ereignis entspricht.

[0117] Sowohl in den zwei- als auch in den dreidimensionalen Vergleichen des Vergleichsschritts 9 wird das gemessene Ereignis dem vermuteten Gerät zugeordnet, dessen zugewiesener Wahrscheinlichkeitswert am höchsten ist. Der höchste zugewiesene Wahrscheinlichkeitswert kann auch mit einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen werden, wobei das Ereignis stattdessen als unerkannt eingestuft wird, wenn der höchste zugewiesene Wahrscheinlichkeitswert den Schwellenwert unterschreitet.

[0118] In einigen Fällen können die identifizierten Ereignisse vor der Identifizierung als Teil eines einzigen Einsatzereignisses eines Geräts zusammengefasst werden. Beispielsweise können einige Geräte aus mehreren operativen Komponenten bestehen, die jeweils ein entsprechendes WDD haben. Die dem Betrieb dieser gesonderten Komponente entsprechenden Ereignisse müssen ggf. auf eine bestimmte Weise kombiniert werden, um die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, dass das Gerät insgesamt erkannt worden ist. Beispielsweise kann vorkommen, dass die gesonderte Komponente eines komplexen Geräts, wie z. B. einer Waschmaschine, in einer bestimmten definierten Sequenz funktioniert.

[0119] Wird das gemessene Ergebnis einem vermuteten Gerät zugeordnet, werden die Ereigniswerte und die Kennzeichnung des Geräts in einem Speicherschritt 11 gespeichert. Beim Gerätskennzeichen handelt es sich um ein bestimmtes Gerät im Haushalt vom Analysesystem zugewiesenes Kennzeichen; hierbei handelt es sich nicht unbedingt um ein Gerät eines konkreten Typs oder Modells.

[0120] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform werden die Ereignisse aufgrund der Parameter Wirk- und Blindleistung, Dauer und Streuung Geräten zugeordnet. In anderen Ausführungsformen können auch andere Parameter und Parameterkombinationen verwendet werden.

[0121] Zu den anderen, mit einem Ereignis in Verbindung stehenden Parametern, die zur Ermittlung einer Übereinstimmung verwendet werden können, gehören insbesondere die nachfolgenden Parameter:

Leistungs-Mindeständerung
 Leistungs-Höchständerung
 Zeitliche Mindeständerung
 Zeitliche Höchständerung
 Mindest-Spitzenleistung
 Höchst-Spitzenleistung
 Minstdauer der Leistungsänderung nach dem Zeitpunkt 0
 Höchstdauer der Leistungsänderung nach dem Zeitpunkt 0
 Minstdauer bis zum nächsten Ereignis
 Höchstdauer bis zum nächsten Ereignis
 Leistungsschwelle (die geringste Leistungsänderung zwischen Meßpunkten).

[0122] Welche Parameter geeignet sind, kann dadurch ermittelt werden, dass Ereignisreihen bekannter Geräte gemessen werden; diese können sich je nach dem interessierenden Gerät unterscheiden. Jeder dieser Parameter kann für jede konkrete Bauart und Modell eines Geräts ermittelt werden; und/oder es kann sich hierbei um generische Parameter zur Verwendung mit einer Gerätegattung (z. B. der Gattung Waschmaschine) handeln, wobei der generische Parameter durch Messen einer Mehrzahl Geräte innerhalb einer Gattung und Ermitteln eines auf die meisten oder alle Gattungsangehörigen anwendbaren Parameterwerts ermittelt wird.

[0123] Weiter oben wird die Verwendung zwei- und dreidimensionaler Ereignisdiagramme erläutert. Dieselben Prinzipien erstrecken sich auch auf größere Anzahlen und Dimensionen, wenn jedem Ereignis relevante Parameter in größerer Menge zugeordnet werden.

[0124] In den dargestellten Beispielen weisen die WDD der Geräte jeweils ein einziges Cluster zugeordneter Ereigniswerte auf. Dies muss nicht unbedingt der Fall sein. In der Praxis können einige Geräte zugeordnete Ereigniswerte aufweisen, die ein Ereignisdiagramm mit einer Mehrzahl Cluster bilden. Hat ein Gerät ein Ereignisdiagramm mit einer Mehrzahl Cluster, kann jedes Cluster bei der Zuweisung eines Wahrscheinlichkeitswerts Z zu einem gemessenen Ereignis aufgrund der Größe und Geometrie des Clusters gesondert betrachtet werden.

[0125] Zur Erkennung unterschiedlicher Gerätegattungen können unterschiedliche Methoden angewendet werden. Dem Fachmann ist nach der Messung und Analyse der Ereignisreihen bekannter Geräte jeder Gattung klar, welche Methoden für eine bestimmte Gattung geeignet sind.

[0126] Auf diese Weise ermöglicht die Verwendung bekannter Ereignisreihen häufig vorkommender Haushaltsgeräte die Schätzung der meisten, oder gar aller Bestandteile der gemessenen Stromverbrauchsdaten des Gesamthaushalts sowie die Disaggregation der mit dem Betrieb mehrerer Geräte in Verbindung stehenden Signale.

[0127] Beim Gerät kann es sich um ein beliebiges Gerät handeln, dem Netzstrom zugeführt wird, insbesondere Küchengeräte wie Kühlschränke, Tiefkühlfächer, Mikrowellen, elektrische Herde, Waschmaschine, Wäschetrockner und Geschirrspüler; Freizeitgeräte wie Fernseher, Stereoanlagen, Set-Top-Boxen, Video- oder DVD-Spieler bzw. -Recorder, Spielekonsolen, sowie sonstige Geräte wie Elektrokessel, Wasserpumpen von Zentralheizanlagen, Schwimmbadpumpen, Klimaanlage, Computer, Staubsauger, Bügeleisen und Rasenmäher.

[0128] Ein gemessenes Ereignis kann gemäß der obigen Beschreibung aufgrund der Überstimmungswahrscheinlichkeit einem konkreten Gerät zugewiesen werden; dabei können erwünschtenfalls aber eine oder mehrere weitere Datenquellen berücksichtigt werden, um die Übereinstimmung zu prüfen (der Klarheit halber ist unter "prüfen" im vorliegenden Sinne die Erhöhe der Zuverlässigkeit der Übereinstimmung bzw. der berechneten Wahrscheinlichkeit einer Übereinstimmung; dies heißt nicht unbedingt, dass die Richtigkeit einer Übereinstimmung mit absoluter Sicherheit ermittelt wird). Hierbei ist anzumerken, dass ein beliebiger Sensor in einem Haushalt diese weiteren Daten liefern kann, insbesondere die nachfolgenden Daten:

- Wasserverbrauch für Geräte wie z. B. Waschmaschinen. Wenn z. B. ein Ereignis einer Waschmaschine zuzuordnendes Ereignis als Übereinstimmung identifiziert wird, kann die Zuverlässigkeit der Übereinstimmung dadurch erhöht werden, dass ermittelt wird, ob für die relevante Ereignisreihe Wasser gleichzeitig mit Strom verbraucht wurde. In einer feineren Analyse können Wasserverbrauchs-Signaturen der im Haushalt vorhandenen Geräte, die bekannten Wasserverbrauchs-Signaturen bekannter Geräte zugeordnet werden können, durch Messen des Wasserbedarfs eines Haushalt im Laufe der Zeit ermittelt werden. Beispielsweise kann eine Wasserverbrauchs-Signatur analog zu den oben beschriebenen elektrischen Gerätesignaturen auf zeitbedingten Änderungen der Wasserverbrauchsquote basieren.

[0129] Der Gasverbrauch von Geräten, die sowohl Gas als auch Strom verbrauchen, lässt sich genau so ermitteln, wie oben für die Ermittlung des Wasserverbrauchs geschildert wird.

- Die Temperatur von Geräten, deren Temperatur sich mit dem Gebrauch ändert, z. B. Kühlschränke, Tiefkühlfächer und Kessel.
- Unterschied zwischen der Umgebungstemperatur des Haushalts und der Außentemperatur.
- Bewegungsmelder wie z. B. passive Infrarot-Sensoren zur Ermittlung, ob ein Haushalt belegt ist. Wird im Haushalt keine Bewegung gemeldet, so lässt sich schließen, dass der Haushalt leer steht; in diesem Fall wird die Zuverlässigkeit einer Übereinstimmung eines bei belegtem Haushalt verwendeten Geräts, z. B. eines Fernsehers, reduziert. Andererseits kann die Zuverlässigkeit der Übereinstimmung für andere Geräte wie z. B. Kühlschränke unverändert bleiben. Bei der Verwendung von Bewegungsmelderdaten zur Prüfung einer Übereinstimmung kann die Dauer seit der letzten gemeldeten Bewegung berücksichtigt werden.
- Wahrscheinlichkeitsdaten, insbesondere Daten aus:
 - i) Abgeleiteten Daten. Sind bestimmte Geräte im Haushalt vorhanden, lässt sich daraus das Vorhandensein weiterer Geräte ableiten. Ist z. B. ein DVD-Spieler vorhanden, kann davon ausgegangen werden, dass auch ein Fernseher vorhanden ist.
 - ii) Sozioökonomische Daten, Saisonsdaten und/oder geographische Daten, aus denen eine hohe Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass bestimmte Geräte vorhanden sind. Beispielsweise variiert die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines Geräts im Haushalt je nach dem Charakter des Haushalts (z. B. Wohnung oder Büro) sowie dem geographischen Standort des Haushalts. Hinsichtlich des Standortes des Haushalts gehören zu den Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines bestimmten Geräts in einem bestimmten Haushalt insbesondere die demographischen Daten über die Bewohner der Gegend, in der sich der Haushalt befindet. Ebenso kann das Klima am Haushaltsstandort die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins bestimmter Geräte beeinflussen – beispielsweise sind Heizgeräte in relativ

kalten Klimata mit größerer Wahrscheinlichkeit vorhanden und im Einsatz; in wärmeren Klimata hingegen sind Kühlgeräte mit größerer Wahrscheinlichkeit vorhanden und im Einsatz.

iii) Verhaltensdaten. Die Uhrzeit, zu der ein Ereignis erkannt wird, kann berücksichtigt werden. Beispielsweise kann eine mögliche Übereinstimmung mit einer mit dem Betrieb eines Rasenmähers in Verbindung stehenden Ereignisreihe bestätigt werden, wenn die relevante Ereignisreihe tagsüber stattfand; fand die Ereignisreihe hingegen nachts statt, kann die Übereinstimmung verworfen oder mit einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit versehen werden. Der Einsatz bestimmter Geräte variiert ferner im Laufe des Jahres sowie saisonbedingt, und diese Variation kann auch bei der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit einer zutreffenden Übereinstimmung mit berücksichtigt werden. Beispielsweise kann die Zuverlässigkeit einer Übereinstimmung mit einem Heizgerät im Winter höher sein als im Sommer, und umgekehrt im Falle eines Kühlgeräts. Die Variation der Häufigkeit und Intensität des Einsatzes dieser Geräte im Laufe eines Jahres kann auch berücksichtigt werden. Beispielsweise kann ein Heizgerät in den Wintermonaten kontinuierlich bei höherem Stromverbrauch eingeschaltet sein, und, obwohl es auch in den Frühlingsmonaten eingeschaltet sein kann, wird es wahrscheinlich weniger häufig und/oder bei geringerem Stromverbrauch eingesetzt.

[0130] Unter Berücksichtigung einer oder mehrerer dieser weiteren Datenquellen kann ein gemessenes Ereignis mit hoher Zuverlässigkeit identifiziert werden, wenn die Zuordnung des Ereignisses zu einem WDD allein eine niedrige Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung des gemessenen Ereignisses mit dem jeweiligen Gerät ergeben hat. Ebenso kann sich unter Berücksichtigung der Daten aus diesen weiteren Datenquellen erweisen, dass gemessene Ereignisse, die vermutlich mit Geräten in Verbindung stehen, deren Vorhandensein aufgrund einer Übereinstimmung mit dem Ereignisdiagramm bekannt ist, dass diese Geräte wahrscheinlich oder definitiv nicht vorhanden sind. Entsprechend kann mit dieser fakultativen Analyse auf der Grundlage weiterer Datenquellen festgestellt werden, dass früher nicht erkannte gemessene Ereignisse mit bekannten Geräten in Verbindung stehen, oder umgekehrt.

[0131] Oben wird die Identifizierung eines Ereignisses unter Zuhilfenahme einer Kombination aus Stromverbrauchs- und sonstigen Daten beschrieben; unter einem Aspekt der Erfindung kann eine Übereinstimmung mit einem Gerät jedoch aufgrund einer Kombination aus Meßdaten und abgeleiteten Daten festgestellt werden, wobei die Stromverbrauchsdaten nur eine mögliche Art messbarer Daten darstellt, die nicht unbedingt gemessen und zur Identifizierung eines Geräts verwendet werden. Bei dieser Kombination kann es sich um eine Kombination aus gemessenen und abgeleiteten Daten oder um eine Kombination aus zwei oder mehr Meßdatenarten wie z. B. Temperatur und Wasserverbrauch handeln.

[0132] Außerdem ist anzumerken, dass die Zuhilfenahme dieser weiteren Datenquellen Aufschluss nicht nur über den Stromverbrauch, sondern den Verbrauch anderer Versorgungsarten, z. B. Gas und Wasser, geben kann.

[0133] Außer der Zuordnung der gemessenen Ereignisse zu konkreten Geräten können sonstige Meßdaten, die zur Zuordnung nicht verwendet wurden, wie z. B. die im Laufe eines Tages verbrauchte Energie sowie den Mindest- und Höchstverbrauch im Laufe eines Tages, gespeichert und/oder einem Benutzer mitgeteilt werden, um ein detailliertes Bild des Energieverbrauchs im Haushalt im Laufe eines Tages zu vermitteln. Die Änderung des Energieverbrauchs im Laufe eines Tages kann den Geräten zugeordnet werden, deren Betrieb zu den Zeitpunkten erkannt wurde, um dem Benutzer detaillierte Energieverbrauchsdaten sowie Daten über den Einfluss verschiedener Geräte auf den Energieverbrauch zu liefern. Alternativ oder zusätzlich können diese Daten einem Dienstanbieter oder sonstigen Stelle zur Analyse der Daten dieses bestimmten Haushalts allein oder in Kombination mit Daten eines oder mehrerer Haushalte übermittelt werden, wodurch eine Datenbank zusammengestellt wird, aus denen Daten wie die Verhaltensmuster der Nutzer ermittelbar sind.

[0134] Anhand dieser Daten kann ein sehr detailliertes Bild des Versorgungsverbrauchs in einem Haushalt, insbesondere auch die Einsatzdauer und -häufigkeit der jeweiligen Geräte, erstellt werden.

[0135] Anhand der Meßdaten kann ein Energieverbrauchsziel entweder allein oder in Kombination mit sonstigen Daten wie z. B. einem Vergleich mit dem Durchschnittsverbrauch anderer Haushalte oder Kohorten aufzustellen. Neben der Aufstellung eines Energieverbrauchsziels können die Daten auch zum Vorschlagen von Verhaltensänderungen, z. B. zum Ausschalten anscheinend nicht aktiv gebrauchter Geräte oder zur Reduzierung der Verwendung überdurchschnittlich häufig verwendeter Geräte, verwendet werden.

[0136] Die Meßdaten können auch zur Erkennung mangelhafter Geräte verwendet werden. Beispielsweise kann der Betrieb eines mangelhaften Geräts zwar dieselbe Ereignisreihe als ein normales Gerät, aber mit

höheren Leistungspegeln. Ein Benutzer kann daher auf einen möglichen Mangel des Geräts aufmerksam gemacht werden.

[0137] Außer der Lieferung von Daten zur Überprüfung und Einstellung des Versorgungsverbrauchs können die Meßdaten auch zur Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen verwendet werden. Beispielsweise kann gefährdeten Personen wie z. B. Senioren oder Alleinstehenden eine Dienstleistung angeboten werden, bei der die Erkennung einer erheblichen Änderung des Versorgungsverbrauchs eine Meldung zur Untersuchung des Wohlergehens der Betroffenen auslöst. Diese erhebliche Änderung kann das Auftreten oder Nicht-Auftreten eines konkreten, erkennbaren Ereignisses, wie z. B. der Nichterkennung des Einsatzes eines bestimmten Geräts in einem bestimmten Zeitraum oder der Nichterkennung des Einsatzes irgendwelcher Geräte für eine bestimmte Dauer und/oder in einem bestimmten Zeitraum, sein.

Gerätekennung

[0138] Das oben beschriebene Gerätekennungsverfahren basiert auf gespeicherten WDD, die für die in einem Haushalt vermuteten Geräte zur Verfügung stehen.

[0139] Ein Verfahren zur Identifizierung, welche Geräte in einem Haushalt vorhanden sind, sowie zur Erzeugung und Speicherung der entsprechenden WDD wird nachfolgend beschrieben. Hierbei ist anzumerken, dass die Identifizierung eines Geräts in diesem Zusammenhang nicht unbedingt heißt, dass eine genaue Identität, z. B. Bauart und Modell, festgestellt wird, sondern nur, dass das Vorhandensein eines Geräts und die Eigenschaften mit diesem Gerät in Verbindung stehender Ereignisse identifiziert werden.

[0140] Das Verfahren wird bezüglich des Stromverbrauchs in **Fig. 12a** dargestellt, und lässt sich in drei allgemeine Schritte aufteilen: (A) Messen der Stromdaten an regelmäßigen Meßpunkten, insbesondere zu regelmäßig beabstandeten Zeitpunkten; (B) Erstellen eines Stromverbrauchsprofils insbesondere aufgrund der Veränderungen des Strombedarfs, insbesondere der Leistung, zwischen Meßpunkten; und (C) Identifizieren der im Haushalt vorhandenen Geräte und Speichern der mit den Ereignissen der identifizierten Geräte in Verbindung stehenden Daten in einer Datenbank.

[0141] Jeder dieser Schritte wird nachfolgend ausführlicher beschrieben. Zwar wird das Verfahren nachfolgend v. a. bezüglich der Messung und Analyse des Stromverbrauchs beschrieben, um mit dem Stromverbrauch in Verbindung stehende Ereignisse und Geräte zu erkennen, es versteht sich jedoch, dass dieselben Schritten ebenso unter Zuhilfenahme von Gas- oder Wasserverbrauchsdaten ausführbar sind.

A) Messung

[0142] Der Messungsschritt ist im Wesentlichen derselbe, der in Bezug auf **Fig. 1** bereits beschrieben wurde. Entsprechend sind die in **Fig. 12a** dargestellten Messungs- **1** und Filtrationsschritte **2** im Wesentlichen dieselben wie die Messungs- **1** und Filtrationsschritte, die in **Fig. 1** dargestellt werden und unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben werden.

B) Kompression und Profilerstellung

[0143] Der Kompressionsschritt gestaltet sich ähnlich der obigen Beschreibung in Bezug auf **Fig. 1**. Der in **Fig. 12a** dargestellte Kompressionsschritt **3** ist im Wesentlichen derselbe wie der in **Fig. 3** dargestellte und unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschriebene Kompressionsschritt **3**.

[0144] Nach dem Kompressionsschritt **3** erfolgt ein Kantenerkennungsschritt **5**. Der Kantenerkennungsschritt **5** beinhaltet einen Ein-/Aus-Erkennungsalgorithmus, der im Wesentlichen derselbe ist als im Schritt **5** des Verfahrens der **Fig. 1**.

[0145] Nach dem Kantenerkennungsschritt **5** werden die Daten über die erkannten Ein-/Aus-Paare einem Kantenfiltrationsschritt **6** zugeführt. Der Kantenfiltrationsschritt **6** erfolgt im Wesentlichen auf dieselbe Art und Weise wie der Schritt **6** der **Fig. 1**, um eine Ereignisreihe zu ergeben.

[0146] Die im Kantenfiltrationsschritt **6** erzeugten gemessenen Ereigniswerte werden im Schritt **8** einem Streuungs-Zuweisungsalgorithmus unterzogen, die ermittelt, ob jedes der gemessenen Ereignisse periodisch oder nicht periodisch ist. Wie oben beschrieben, wird jedes gemessene Ereignis als periodisch eingestuft, wenn ein weiteres gemessenes Ereignis mit einer ähnlichen Leistungsänderung nach dem gemessenen Ereignis mit

einer Streuungszeit auftritt, die einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitet. Wird innerhalb einer den Schwellenwert unterschreitenden Streuungszeit kein Ereignis mit einer ähnlichen Leistungsänderung identifiziert, wird das Ereignis als nicht periodisch eingestuft.

[0147] Der Unterschied zwischen den Leistungsgraden als ähnlich erachteter Ereignisse und der Länge der Schwellendauer lässt sich in der Praxis aufgrund der Eigenschaften des Systems und der gemessenen Geräte wählen. In einem Beispiel kann ein Zeitschwellenwert von 250 Sekunden verwendet werden.

C) Gerätkennung

[0148] Die gemessenen periodischen Ereignisse werden anschließend einem Clustering-Prozess für periodische Ereignisse **21** zugeführt, während gemessene nicht periodische Ereignisse einem Clustering-Prozess für nicht periodische Ereignisse **22** zugeführt werden.

[0149] Der Clustering-Prozess **22** wird in **Fig. 12b** näher dargestellt. Im Clustering-Prozess **22** werden die gemessenen Ereigniswerte aufgrund eines zweidimensionalen Modells geclustert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die gemessenen Ereigniswerte zunächst einem zweidimensionalen Agglomerations-schritt **23** unterzogen, um die gemessenen Ereignisse in Gruppen zusammenzufassen. In einem Beispiel kann im zweidimensionalen Agglomerations-schritt **23** die Zusammenfassung statt nach dem herkömmlichen generischen Gaußschen Modell mit einem Zusammenfassungsverfahren aufgrund in einer generischen Ereignisprofildatenbank **24** gespeicherter zweidimensionaler Ereignisdiagramme generischer Geräte erfolgen. Da der Zweck des Clustering-Schritts **22** in der Identifizierung von Geräten besteht, kann es vorteilhaft sein, die gemessenen Ereignisse nach den bekannten Formen der WDD existierender Geräte zusammenzufassen. Die nützlichen Wirkungen dieses Vorgehens sind klar, wenn man den Umstand berücksichtigt, dass der Agglomerations-schritt **23** tendenziell Cluster gemessener Ereignisse erzeugt, die die richtige Form der gesuchten Geräte aufweisen.

[0150] **Fig. 19** zeigt ein Beispiel eines zweidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein auswählbares Gerät. Dieses Beispiel zeigt das Diagramm eines generischen Wasserkochers.

[0151] Der Agglomerations-schritt **23** muss nicht unbedingt im Rahmen des Clustering-Schritts **22** erfolgen.

[0152] Außerdem ist es nicht unbedingt erforderlich, die Agglomeration unter Zuhilfenahme der zweidimensionalen Ereignisdiagramme generischer Geräte durchzuführen. Stattdessen kann der Agglomerations-schritt mithilfe eines herkömmlichen generischen Gaußschen Modells erfolgen.

[0153] Die agglomerierten gemessenen Ereigniswerte werden dann den weiteren Schritten des Modells auf der Grundlage des zweidimensionalen Clusterings zugeführt.

[0154] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beginnt das zweidimensionale Clustering statt mit einem herkömmlichen Clustering-Verfahren auf Modellbasis, mit einem ersten Teilungsschritt **25**, in dem die gemessenen Ereignisse aufgrund ihrer Leistungswerte in Gruppen eingeteilt werden. Das in diesem Schritt durchgeführte Teilungsverfahren wird in den **Fig. 13A** bis **Fig. 13C** diagrammatisch erläutert.

[0155] Die gemessenen Wirkleistungs- und Dauerwerte der gemessenen Ereignisse werden untersucht, und die Unterschiede zwischen den Leistungswerten der Ereignisse mit angrenzenden Leistungswerten, d. h. die vertikale Beabstandung der Punkte der **Fig. 11A**, wird bewertet. Ereignisse mit angrenzenden Leistungswerten sind Ereignisse, die den einander nächsthöheren oder -niedrigeren Leistungswert aufweisen. Der Höchstabstand hinsichtlich der Leistungsdimension zwischen Ereignissen mit angrenzenden Leistungswerten wird identifiziert, wie z. B. der Abstand **111** in **Fig. 11A**.

[0156] Die gemessenen Ereignisse werden dann in zwei Gruppen auf jeder Seite des identifizierten Höchstabstandes eingeteilt, also werden die Ereignisse der **Fig. 11A** in zwei Gruppen **112** und **113** auf gegenüberliegenden Seiten des Abstandes **111** eingeteilt.

[0157] Der Prozess der Untersuchung der Unterschiede der Leistungswerte sowie der Einteilung der Ereignisse in zwei Gruppen auf gegenüberliegenden Seiten des Höchstabstandes wird dann für jede der Gruppen **112** und **113** gesondert und iterativ wiederholt. Im Ergebnis wird die Gruppe **112** der **Fig. 11B** am Höchstabstand **114** der Gruppe **112** gespalten, und die Gruppe **113** der **Fig. 11B** wird am Höchstabstand **115** der Gruppe **113** gespalten. Die Gruppe **112** wird dann in zwei Gruppen **116** und **117** auf gegenüberliegenden Seiten des

Abstandes **114** eingeteilt, und die Gruppe **113** wird in zwei Gruppen **118** und **119** auf gegenüberliegenden Seiten des Abstandes **115** eingeteilt, wie in **Fig. 11C** dargestellt.

[0158] Dieser Prozess der Aufteilung von Gruppen am Höchstabstand wird solange iterativ wiederholt, bis sich Gruppen ergeben, die einen Höchstabstand zwischen angrenzenden Leistungswerten aufweist, der einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitet.

[0159] In der Praxis hat sich erwiesen, dass dieser Teilungsprozess Meßwerte unterschiedlicher Gerätereignisse in unterschiedliche Gruppen wirksam teilt. Dies liegt daran, dass Gerätereignisse dazu neigen, einen stabilen Leistungswert aufzuweisen, der den physischen Betrieb der Geräte selbst widerspiegelt. Im Ergebnis wird durch diese Teilung der Daten nach Leistungswert gewährleistet, dass unterschiedliche gemessene Ereignisse, die unterschiedlichen Fällen desselben Gerätereignisses derselben Gruppe zugeteilt werden. Selbstverständlich kann jede Gruppe immer noch gemessene Ereignisse enthalten, die anderen Gerätereignissen entsprechen. Obwohl die gemessenen Ereignisse, die unterschiedlichen Fällen desselben Gerätereignisses entsprechen, derselben Gruppe zugeteilt werden, ist es dennoch möglich, dass Ereignisse, die unterschiedlichen Komponenten oder Betrieben desselben Geräts zuzuordnen sind, unterschiedlichen Gruppen zugeteilt werden.

[0160] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform entspricht der vorbestimmte Schwellenwert dem erwarteten oder gemessenen Rauschpegel. In einigen Ausführungsformen kann der Schwellenwert **100** oder 200 W betragen.

[0161] Jede der im Teilungsschritt **25** geteilten Gruppen aus gemessenen Ereignisse wird dann im Clustering-Schritt **26** separat einem zweidimensionalen Clustering-Prozess unterzogen. Die nicht periodischen gemessenen Ereignisse werden aufgrund der dem gemessenen Ereignissen im Clustering-Schritt **26** zugeordneten gemessenen Wirkleistungsänderungs- und Dauerwerte einem zweidimensionalen Clustering-Prozess unterzogen. Obwohl die Schritte nicht identisch sind, hat dieser Clustering-Schritt mit den oben beschriebenen Gerätekennungsverfahren viele Gemeinsamkeiten.

[0162] In diesem zweidimensionalen Clustering-Schritt **26** lässt sich jede Gruppe oder Satz gemessener Ereignisse y in zwei Koordinaten $y_i = (p_i, d_i)$ beschreiben, wobei p_i die Wirkleistungswerte der gemessenen Ereignisse und d_i die Dauer der gemessenen Ereignisse darstellt. Die in Betracht kommenden gemessenen Ereignisse lassen sich also in zweidimensionaler Form graphisch darstellen und bilden typischerweise Cluster.

[0163] Ein besonders vorteilhaftes Verfahren zur Teilung dieses Satzes y ist ein modellbasiertes Clustering-Verfahren mit begrenzten Mischungen (FMMB-Clustering). Diese Methode weist zwei besonders wichtige Vorteile auf: Sie kann sowohl die beste Teilung des Datensatzes als auch die optimale Anzahl Gruppen im Datensatz automatisch ermitteln. Mit anderen Worten kann das Verfahren automatisch, ohne menschliches Zutun oder Urteilsvermögen erfolgen, um zu ermitteln, wie die Daten am besten in unterschiedliche Cluster zu teilen sind.

[0164] Der allgemeine Umriß des FMMC-Verfahrens umfasst einen agglomerativen Clustering-Schritt, einen Erwartungs-Maximierungsalgorithmus sowie ein Bayessches Informationskriterium. Die in Betracht kommenden gemessenen Ereignispunkte werden mit begrenzten Mischungen aus allgemeinem Volumen, Form und Orientierung modelliert, was zu Ereigniserkennungszwecken den optimalen Flexibilitätsgrad ergibt. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform sind die in Betracht kommenden gemessenen Ereignispunkte bereits in Gruppen mit relativ geringen Spannbreiten an Leistungswerten geteilt, so dass die Gruppen hinsichtlich der Leistungsdimension schmal sind; also sind Modelle mit schmaler Leistungsdimension zu verwenden.

[0165] Unter Voraussetzung des Ereignissatzes y mit den Kennzeichen $y_1, \dots, y_n$, ergibt sich die Wahrscheinlichkeit eines Mischungsmodells mit G Komponenten aus der nachfolgenden Gleichung:

$$\mathcal{L}_{MIX}(\theta_1, \dots, \theta_G; \tau_1, \dots, \tau_G | y) = \prod_{i=1}^n \sum_{k=1}^G \tau_k \phi_k(y_i | \mu_k, \Sigma_k)$$

wobei τ_k die Wahrscheinlichkeit ist, dass eine Feststellung der k . Komponente gehört

$$\tau_k \geq 0; \sum_{k=1}^G \tau_k = 1$$

und die k. Komponente üblicherweise wie folgt angegeben wird:

$$\phi_k(y_i | \mu_k, \Sigma_k) = \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2}(y_i - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (y_i - \mu_k)\right\}}{\sqrt{\det(2\pi \Sigma_k)}}$$

wobei μ_k und Σ_k die Mittel und Kovarianzmatrizen darstellen. Unsere Daten sind daher charakterisiert durch Gruppen oder Cluster mit Mittelpunkten an den Mitteln μ_k , wobei sich die geometrischen Merkmale (Volumen, Form und Orientierung) nach den Kovarianzen Σ_k bestimmen.

[0166] Die Kovarianzmatrizen können wie folgt durch Eigenwert-Zerlegung parameterisieren:

$$\Sigma_k = \lambda_k D_k A_k D_k$$

[0167] Wobei λ_k das Volumen des Clusters, A_k die Form und D_k dessen Orientierung beschreiben. Grundgedanke des modellbasierten Clusterings ist es, diese als unabhängige Parametersätze zu behandeln und Variationen unter den Clustern zuzulassen.

[0168] Zahlreiche weitere Einzelheiten des allgemeinen modellbasierten Clustering-Verfahrens sowie die Beschreibung des Erwartungsmaximierungsverfahrens und des Bayesschen Informationskriteriums, sind dem Fachmann bekannt und der Literatur zu entnehmen, also wird vorliegend auf eine detaillierte Beschreibung dieser Aspekte verzichtet.

[0169] Ergebnis dieses Prozesses ist die Zusammenfassung der gemessenen Ereignisse in Clustern nach ihren gemessenen Eigenschaftswerten, d. h. in der beschriebenen Ausführungsform nach den gemessenen Wirkleistungs- und Dauerwerten. Es ist möglich, dass ein Ereignis mehr als einem Cluster als zugehörig erachtet wird. Die Cluster sind WDD.

[0170] In **Fig. 12b** werden die im Clustering-Schritt **26** erzeugten zusammengefassten Cluster nicht periodischer Ereigniswerte mit einer Reihe zweidimensionaler WDD verschiedener generischer Geräte aus einer Datenbank generischer Gerätsdiagramme **24** in einer Reihe von Identifizierungsschritten **28** verglichen.

[0171] Diese Vergleiche erfolgen durch Vergleichen der Werte der drei Parameter des Cluster-WDD und des Geräts-WDD c , r und μ , wobei c die Anzahl Cluster im WDD, μ den Standort der Mitte jedes Clusters oder Gruppe definiert und r eine Kovarianzmatrix ist, die Geometrie, Form und Größe jedes Clusters oder Gruppe definiert.

[0172] In einem ersten Identifizierungsschritt **28a** wird jedes Cluster mit generischen zweidimensionalen Geräts-WDD elektrischer Duschen verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb einer elektrischen Dusche entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Dusche identifiziert. Wird ein Cluster als Dusche identifiziert, werden alle Ereignisse im Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen. Mit anderen Worten wird nicht mehr untersucht, ob ein Cluster einem anderen Gerät zuzuordnen ist, sobald ein Ereigniscluster einem bestimmten Gerät einmal zugeordnet worden ist, und alle im Cluster befindlichen Ereignisse werden aus anderen Clustern entfernt, sofern Ereignisse im Cluster auch in anderen Clustern zu finden sind. Damit wird die mit dem wiederholten Vergleichen von Ereignisclustern mit Diagrammen unzutreffender Geräte verbundene Rechenlast reduziert und das Problem der Lösung des sich aus der Zuordnung eines Ereignisses zu zwei oder mehr verschiedenen Geräten ergebenden Konfliktes vermieden.

[0173] Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereigniscluster einem bestimmten Gerät entspricht, lässt sich durch Vergleichen des Clusters mit einem WDD unter Berücksichtigung des Z-Werts, der Clustereigenschaften, der Anzahl Ereignisse in einem Cluster und ähnlicher Kriterien ermitteln.

[0174] Jedes übrige Cluster wird in einem zweiten Identifizierungsschritt **28b** mit generischen zweidimensionalen Geräts-WDD von Wasserkochern verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem

Betrieb einem Wasserkocher entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Wasserkocher identifiziert. Wird ein Cluster als Wasserkocher identifiziert, wird das Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0175] Jedes übrige Cluster wird in einem dritten Identifizierungsschritt **28c** mit generischen zweidimensionalen Geräts-WDD der Heizgeräte von Waschmaschinen verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb einer des Heizgeräts einer Waschmaschine entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Heizgerät einer Waschmaschine identifiziert. Wird ein Cluster als Heizgerät einer Waschmaschine identifiziert, wird das Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0176] Das Cluster wird mit nicht mit einer Waschmaschine als solcher, sondern mit dem Heizgerät einer Waschmaschine verglichen und als solches identifiziert, weil die Eigenschaften weiterer Komponenten einer Waschmaschine, z. B. des Antriebsmotors, sich typischerweise erheblich von denen des Heizgeräts unterscheiden. Entsprechend werden die verschiedenen Komponenten einer Waschmaschine separat gesucht, obwohl die Identifizierung einer Komponente einer Waschmaschine selbstverständlich generell auf das Vorhandensein aller Komponenten der Waschmaschine schließen lässt. Wenn also verschiedene Komponenten einer Waschmaschine oder eines sonstigen komplexen Geräts mit mehreren Komponenten identifiziert worden sind, kann die Wahrscheinlichkeit, dass die Komponentenkombination den Einsatz des Geräts als Ganzes darstellt, geschätzt werden. Weitere komplexe Maschinen mit mehreren Komponenten können ähnlich behandelt werden.

[0177] Jedes übrige Cluster wird in weiteren Identifizierungsschritten **28d** bis **28n** mit generischen zweidimensionalen Geräts-WDD einer Reihe sonstiger nicht periodischer Geräte wie z. B. Mikrowellen, Lampe und dgl. verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb einer dieser Geräte entspricht, wird jeweils ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit eines der Vergleiche einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als das entsprechende Gerät identifiziert. Wird ein Cluster als Gerät identifiziert, wird das Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0178] In den oben beschriebenen Identifizierungsschritten handelt es sich bei den zur Identifizierung des jedem Ereignis zuzuordnenden Geräts verwendeten Diagrammen um generische Geräts-WDD, die die Eigenschaften von Geräten einer jeweiligen Art definieren. Diese generischen Diagramme werden durch Zusammenfassen von Ereigniseinträgen von Geräten in großer Menge erstellt.

[0179] Mit dem oben beschriebenen Clustering-Prozess **22** werden die nicht periodischen Ereignissen zuzuordnenden Geräte identifiziert.

[0180] Wie oben beschrieben, werden periodische gemessene Ereignisse einem Clustering-Prozess für periodische Ereignisse **21** im Periodizitäts-Bestimmungsschritt **20** zugeführt. Der Clustering-Prozess **21** wird in **Fig. 10c** näher dargestellt.

[0181] Im Clustering-Prozess **21** werden die gemessenen Ereigniswerte dem dreidimensionalen Clustering zugeführt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die gemessenen Ereigniswerte zunächst einem dreidimensionalen Agglomerationsschritt **29** unterzogen, um die gemessenen Ereignisse in Gruppen zusammenzufassen. In einem Beispiel kann im dreidimensionalen Agglomerationsschritt **29** die Zusammenfassung mit einem dreidimensionalen Zusammenfassungsverfahren aufgrund in einer generischen Ereignisprofildatenbank **24** gespeicherter dreidimensionaler WDD generischer periodischer Geräte erfolgen. Die dreidimensionale Agglomeration sowie das Clustering basieren auf den Wirk- und/oder Blindleistungswerten der Ereignisse in Verbindung mit der Dauer des Ereignisses und der mit dem jeweiligen Ereignis in Verbindung stehenden Streuungszeit.

[0182] **Fig. 20** zeigt ein Beispiel eines dreidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein generisches periodisches Gerät. Dieses Beispiel zeigt das Diagramm eines generischen Bügeleisens.

[0183] Der Agglomerationsschritt **29** muss nicht unbedingt im Rahmen des Clustering-Prozesses **21** erfolgen. Außerdem ist es nicht unbedingt erforderlich, die Agglomeration unter Zuhilfenahme der dreidimensionalen Ereignisdiagramme generischer Geräte durchzuführen. Stattdessen kann der Agglomerationsschritt mithilfe eines herkömmlichen generischen Gaußschen Modells erfolgen.

[0184] Die agglomerierten gemessenen Ereigniswerte werden dem dreidimensionalen Clustering unterzogen.

[0185] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beginnt das dreidimensionale Clustering mit einem ersten Teilungsschritt **30**, in dem die gemessenen Ereignisse aufgrund ihrer Leistungswerte in Gruppen eingeteilt werden. Im Teilungsschritt **30** wird ein Teilungsprozess durchgeführt, der dem oben erläuterten Teilungsschritt **30** ähnlich ist, wobei die Ereignisse aufgrund des Abstandes zwischen Ereignissen mit angrenzenden Leistungswerten eingeteilt werden.

[0186] Jede der im Teilungsschritt **30** geteilten Gruppen aus gemessenen Ereignissen wird dann im dreidimensionalen modellbasierten Clustering-Schritt **31** separat einem dreidimensionalen modellbasierten Clustering-Prozess unterzogen. Die periodischen gemessenen Ereignisse werden aufgrund der den gemessenen Ereignissen im dreidimensionalen Clustering-Schritt **31** zugeordneten gemessenen Wirkleistungsänderungs-, Dauer- und Streuwerte einem dreidimensionalen modellbasierten Clustering-Prozess unterzogen.

[0187] In diesem dreidimensionalen Clustering-Schritt **31** lässt sich jede Gruppe oder Satz gemessener Ereignisse y in zwei Koordinaten $y_i = (p_i, d_i, s_i)$ beschreiben, wobei p_i die Wirkleistungswerte der gemessenen Ereignisse, d_i die Dauer der gemessenen Ereignisse darstellt und s_i die Streuung der gemessenen Ereignisse darstellt. Die in Betracht kommenden gemessenen Ereignisse lassen sich also in dreidimensionaler Form graphisch darstellen und bilden typischerweise Cluster. Die mathematische Bearbeitung der gemessenen Ereignisse mittels FMMC erfolgt ähnlich der obigen Beschreibung, erstreckt sich jedoch auf eine dritten Dimension.

[0188] Die im Clustering-Schritt **31** erzeugten zusammengefassten Cluster periodischer Ereigniswerte sind dreidimensionale WDD-Funktionen, und werden mit einer Reihe dreidimensionaler WDD verschiedener generischer Geräte aus einer Datenbank generischer Gerätsdiagramme **24** in einer Reihe von Identifizierungsschritten **32** verglichen.

[0189] In einem ersten periodischen Identifizierungsschritt **32a** wird jedes Cluster mit generischen dreidimensionalen Geräts-WDD für Herde verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb eines Herds entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Herd identifiziert. Wird ein Cluster als Herd identifiziert, werden alle Ereignisse im Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0190] In einem zweiten periodischen Identifizierungsschritt **32b** wird jedes Cluster mit generischen dreidimensionalen Geräts-WDD für Öfen verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb eines Ofens entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Ofen identifiziert. Wird ein Cluster als Ofen identifiziert, werden alle Ereignisse im Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0191] In einem dritten periodischen Identifizierungsschritt **32b** wird jedes Cluster mit generischen dreidimensionalen Geräts-WDD für Öfen verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb eines Bügeleisens entspricht, wird ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als Bügeleisen identifiziert. Wird ein Cluster als Bügeleisen identifiziert, werden alle Ereignisse im Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0192] Jedes übrige Cluster wird in weiteren periodischen Identifizierungsschritten **32d** bis **32n** mit generischen zweidimensionalen Geräts-WDD einer Reihe sonstiger periodischer Geräte wie z. B. Heizgeräte von Wäschetrocknern, Mikrowellen, Heizgeräte von Geschirrspülern, Kühlschränken, Geschirrspülerpumpen, Waschmaschinenpumpen und dgl. verglichen, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Ereigniscluster dem Betrieb einer dieser Geräte entspricht, wird jeweils ermittelt. Übersteigt die Wahrscheinlichkeit eines der Vergleiche einen vorbestimmten Schwellenwert, wird das Ereigniscluster als das entsprechende Gerät identifiziert. Wird ein Cluster als Gerät identifiziert, wird das Cluster in den weiteren Identifizierungsschritten von der Betrachtung ausgeschlossen.

[0193] In weiteren Ausführungsformen können zur Identifizierung periodischer Ereigniscluster weitere Kriterien herangezogen werden. Beispielsweise können die periodischen Ereignisse einer statistischen Analyse unterzogen werden, die bei der Wahrscheinlichkeitsermittlung berücksichtigt wird.

[0194] Einige Geräte enthalten sowohl periodische als auch nicht periodische Komponenten, oder können je nach den Umständen periodisch oder nicht periodisch funktionieren. Sowohl im periodischen als auch im nicht periodischen Identifizierungsschritt **28** und **32** werden Mikrowellen in Betracht gezogen, da Mikrowellen bei voller Leistung einen nicht periodischen Stromverbrauch und bei geringerer Leistung, z. B. im Abtaubetrieb, einen periodischen Stromverbrauch aufweisen können.

[0195] Die Kennzeichen der in den Identifizierungsschritten **28** und **32** identifizierten Geräte werden in einem Schritt **33** gespeichert, um eine Aufzeichnung über die im Haushalt vorhandenen Geräte zu erzeugen. Ferner werden im Schritt **33** die Daten über die jedem identifizierten Gerät zuzuordnenden gemessenen Ereigniscluster als Geräts-WDD des jeweiligen Geräts gespeichert.

[0196] Wie oben beschrieben, ist zu erwarten, dass ein Gerät normalerweise einem bestimmten generischen Typ zugeordnet werden kann. In einigen Fällen, wo dies nicht möglich ist, kann es dennoch möglich sein, das Vorhandensein des Geräts zu erkennen und die Eigenschaften der dem Gerät zuzuordnenden Ereignisse hinreichend klar zu definieren, um die Erstellung und Speicherung eines Geräts-WDD zu ermöglichen.

[0197] Fig. 21 zeigt ein Beispiel eines zweidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein konkretes Gerät. Beim Beispiel handelt es sich um ein zweidimensionales WDD eines bestimmten Wasserkochers.

[0198] Fig. 22 zeigt ein Beispiel eines dreidimensionalen WDD eines Ereignisses für ein konkretes Gerät. Beim Beispiel handelt es sich um ein zweidimensionales WDD eines bestimmten Bügeleisens.

[0199] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die im Schritt **33** gespeicherten Geräts-WDD konkreter, im Gerätserkennungsverfahren im Haushalt als vorhanden erkannter Geräte zur Verwendung im Gerätserkennungsverfahren in der Datenbank **10** gespeichert.

[0200] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt der erste Clustering-Versuch statt mit einem herkömmlichen Clustering-Verfahren auf Modellbasis, oder in einem Clustering-Verfahren mit einem ersten Teilungsschritt, wie oben beschrieben, in einem herkömmlichen modellbasierten Clustering-Verfahren. Ergibt das Clustering keine annehmbaren Cluster, wird das Clustering unter Einfügung eines ersten Teilungsschritts wiederholt. Dies ist sowohl auf das zwei- als auch auf das dreidimensionale Clustering anwendbar.

[0201] In einigen Beispielen können die im herkömmlichen modellbasierten Clustering-Verfahren erzeugten Cluster als unannehmbar gelten, wenn die Cluster eine einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigende Leistungsspannbreite aufweisen. In einem kann der Schwellenwert 200 W betragen.

[0202] Die oben beschriebenen Verfahren ermöglichen die Erkennung des Vorhandenseins mehrerer Geräte anhand der gemessenen Stromverbrauchsdaten in einem einzigen Schritt, also praktisch gleichzeitig.

[0203] In einigen Ausführungsformen wird womöglich bevorzugt, die Daten über Ereignisse mit verschiedenen Leistungspegeln herauszutrennen und separat zu verarbeiten. Beispielsweise können Ereignisse aufgrund der Leistungsänderung in den Kantenerkennungs- oder -filtrationsschritten **5** oder **6** oder in einem speziellen Trennungsschritt auf Leistungsbasis in Gruppen geteilt werden. Jede der getrennten Ereignisgruppen kann dann separat einem modellbasierten Clustering-Verfahren **21** und **22** unterzogen werden.

[0204] In einem Beispiel können Ereignisse in eine Gruppe von Niederleistungsereignissen, die mit einer Leistungsänderung von 800 W oder weniger in Verbindung stehen, und eine Gruppe von Hochleistungsereignissen, die mit einer Leistungsänderung von mehr als 800 W in Verbindung stehen, geteilt werden.

[0205] Bei der Identifizierung von Geräten, d. h. der Identifizierung im Haushalt vorhandener Geräte, können auch andere Datenquellen berücksichtigt werden, wie oben bezüglich der Geräterkennung erläutert wurde.

[0206] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden im Geräterkennungsprozess die Daten über das gemessene Ereignis in das gespeicherte Diagramm des jeweiligen Geräts in der Datenbank zur Analyse zukünftiger Ereignisse aufgenommen, wenn ein gemessenes Ereignis einem konkreten, bekanntermaßen vorhandenen Gerät zugeordnet wird. Hierdurch wird der Geräterkennungsprozess lernfähig und mit der Zeit genauer.

[0207] Eine bevorzugte Ausführungsform des Geräterkennungs- und -identifizierungsverfahren wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 14 beschrieben.

[0208] Bei der ersten Anwendung der Geräterkennungs- und identifizierungsverfahren in einem Haushalt liegt zunächst keine Aufzeichnung über die im Haushalt vorhandenen Geräte oder die mit dem Betrieb der Geräte in Verbindung stehenden Stromverbrauchsereignisse vor. Um diese Daten zu sammeln, erfolgen also in einem ersten Verfahrensschritt **120** die den oben beschriebenen Geräterkennungs- und -identifizierungsverfahren gemeinsamen Messungs- und Kompressionsschritte A) und B) über einen bestimmten Zeitraum, und

die identifizierten Ereignisse werden aufgezeichnet. Der Zeitraum, in dem die Messung und Kompression vorgenommen und die identifizierten Ereignisse aufgezeichnet werden, sollte ausreichen, um den mehrfachen Einsatz der meisten Geräte im Haushalt aufzeichnen zu können. In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgen die Messungs- und Kompressionsschritte sowie die Aufzeichnung der identifizierten Ereignisse im Laufe einer Woche.

[0209] Sind hinreichende Daten aufgezeichnet worden, d. h. nach Ablauf einer Woche in der bevorzugten Ausführungsform, erfolgt der Gerätekennungsprozess C) des oben beschriebenen Gerätekennungsverfahrens unter Zuhilfenahme der aufgezeichneten identifizierten Ereignisse in einem Gerätekennungsschritt **121**. Wie oben beschrieben, werden die Kennzeichen der im Haushalt als vorhanden erkannten Geräte aufgezeichnet, und die Diagramme der konkreten identifizierten Geräte werden in einer Datenbank gespeichert.

[0210] Sobald der Gerätekennungsschritt **121** abgeschlossen ist, erfolgen die oben beschriebenen Schritte des Gerätsidentifizierungsverfahrens aufgrund der neu vorgenommenen Stromverbrauchsmessungen in einem Gerätsidentifizierungsschritt **122**. Im Schritt **122** werden die Geräte anhand der gespeicherten Diagramme der im Erkennungsschritt **121** erkannten Geräte identifiziert.

[0211] Also sammelt das Verfahren Stromverbrauchsdaten eines ersten Zeitraums und verarbeitet die gesammelten Daten dann, um zu erkennen, welche Geräte vorhanden sind, und ihre konkreten Diagramme zu erstellen. Anschließend verwendet das Verfahren die erstellten konkreten Diagramme, um Ereignisse der jeweiligen Geräte mit dem Eingang neuer Stromverbrauchsdaten in Echtzeit zu identifizieren. Dies hat den Vorteil, dass die Rechenlast des Verfahrens reduziert wird. Das Gerätsidentifizierungsverfahren ist mit einer höheren Rechenlast verbunden als das Erkennungsverfahren.

[0212] Hierdurch kann die Gerätsidentifizierung mit relativ geringer Rechenlast erfolgen, so dass der Prozess vergrößert werden kann, um Daten aus Haushalten in sehr großer Anzahl zu verarbeiten, ohne dass die Rechenlast übermäßig wird.

[0213] Stromverbrauchsdaten können gesammelt und der Identifizierungsprozess von Zeit zu Zeit wiederholt werden, um Änderungen der im Haushalt vorhandenen Geräte sowie evtl. selten verwendete Geräte zu identifizieren.

[0214] Der Identifizierungsprozess kann in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Identifizierungsprozess auf Anforderung eines Benutzers wiederholt werden, z. B. wenn ein Benutzer ein neues Gerät gekauft hat, oder als Reaktion auf die Nichtzuordnung eines erkannten Ereignisses zu einem Gerät im Erkennungsverfahren. In der Praxis lässt sich nicht vermeiden, dass einige erkannten Ereignisse keinem Gerät zuzuordnen sind, z. B. weil Unterbrechungen der Stromversorgung oder das Versagen der Geräte als Ereignisse erkannt werden; entsprechend kann bevorzugt werden, den Identifizierungsprozess nur als Reaktion auf die Anzahl nicht zugeordneter Ereignisse oder die Anzahl nicht zugeordneter Ereignisse in einem bestimmten Zeitraum, die einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt. Alternativ kann der Prozess wiederholt werden, wenn ein vorher erkanntes Gerät nicht mehr erkannt wird, was bedeuten kann, dass es durch ein neues Gerät ersetzt worden ist. Bei dieser Entscheidung können Faktoren wie die Zeit seit der letzten Erkennung des Geräts sowie die Häufigkeit, mit der es früher erkannt wurde, berücksichtigt werden.

[0215] Gemäß einer Ausführungsform werden die Ergebnisse des Erkennungsprozesses einem Server zur Einfügung in generische Geräts-WDD zusammen mit den Ergebnissen anderer Haushalte zugeführt.

Vorrichtung

[0216] Fig. 15 zeigt eine Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfassend einen Sensor **61**, eine Anzeige **62**, einen Uploader **63** und einen Nachrechner **64**.

[0217] Der Sensor **61** umfasst eine Strommessungseinheit **611**, und kann der Beschreibung in WO 2008/142431 entsprechen.

[0218] Die periodisch erfassten Wirkleistungswerte (RP-Werte) und Blindleistungswerte (REP) aus der Messungseinheit **611** und die damit verbundenen Zeitstempel werden einem Prozessor **612** zugeführt, in dem eine Kompression mit einer auf dem Prozessor ausgeführten Software angewendet wird. Alternativ kann die Kompression durch Hardware in Form einer ASIC im Sensor erfolgen. Separat werden für jeden Zeitpunkt

die nachfolgenden Messungen von der Messungseinheit **611** einem Kontrollregister **613** zugeführt, das die Einrichtung des Sensors, insbesondere die Abtastrate des Sensors, steuert:

- Stromwerte zu jedem Zeitpunkt
- kumulative Energie zu jedem Zeitpunkt
- Gesamtenergie eines Zeitraums (z. B. 24 Stunden) sowie Höchst- und Mindestverbrauch in diesem Zeitraum.

[0219] Die gemessenen Daten werden mit den Kommunikationsmitteln **614** einer tragbaren Benutzeranzeige **62** drahtlos zugesandt und von dort aus entweder drahtlos oder über eine Kabelverbindung dem PC **63** eines Benutzers zugeführt.

[0220] Hierbei ist anzumerken, dass die Kompression der Wirk- und Blindleistungsdaten die zwischen den Komponenten kommunizierte Datenmenge erheblich reduziert.

[0221] Eine auf dem PC des Benutzers **63** installierte Uploader-Anwendung überprüft die Seriennummer, um zu ermitteln, aus welchem Haushalt die Daten kommen, und überträgt die hochgeladenen Daten dann über einem Netzwerk auf einen Server **64**, wo die mit den Meßdaten verbundenen Zeitstempel verwendet werden, um die tatsächliche Uhrzeit der Messungen anzugeben.

[0222] Schließlich umfasst der Nachrechner **65** eine Ereigniserkennungsvorrichtung (EEV) zur Verarbeitung der Komprimierten Daten, um Ereignisse im oben beschriebenen Zuordnungsverfahren zu identifizieren.

[0223] Die EEV wird in **Fig. 16** näher beschrieben. Die komprimierten Stromverbrauchsdaten **701** werden der EEV **700** zugeführt, wo ein Prozessor **705** die oben beschriebenen Verfahren durchführt, um Ereignisse von Geräten zu erkennen und zu identifizieren. Dies kann allein auf einer Analyse der Stromverbrauchsdaten basieren, jedoch können auch andere Datenquellen zur Überprüfung der Richtigkeit herangezogen werden. Weitere Datenquellen sind insbesondere:

- die Meßdaten **702**, insbesondere Daten über den Verbrauch sonstiger Versorgungsarten. Daten über den Verbrauch sonstiger Versorgungsarten können komprimiert und als Matrix dargestellt werden, wie es bei den Stromverbrauchsdaten der Fall ist, und mit in der Datenbank **706** oder einer anderen Datenbank gespeicherten Verbrauchsprofilen verglichen werden.

[0224] Angaben **703** über den Haushalt, z. B. Angaben eines Bewohners des Haushalts über die im Haushalt vorhandenen Geräte.

[0225] Wahrscheinlichkeitsdaten, z. B. die Wahrscheinlichkeit, dass ein in Betracht kommendes Gerät zur Messungszeit in Betrieb ist. Diese Wahrscheinlichkeitsdaten können in der Datenbank **706** oder einer anderen Datenbank gespeichert werden.

[0226] Der Prozessor **705** kann bei der Überprüfung einer Erkennung bzw. Identifizierung diese weiteren Datenquellen berücksichtigen, und die Erkennung bzw. Identifizierung verwerfen, wenn diese mit den Daten aus anderen Quellen unvereinbar ist. Der Prozessor **705** führt die verschiedenen Schritte der oben beschriebenen Verfahren durch.

[0227] **Fig. 17** zeigt ein System, in dem der Stromverbrauch gemessen und die Stromverbrauchsdaten komprimiert und über die Benutzeranzeige **62** einer EEV zugeführt werden. In einer alternativen Ausführungsform können die Messung des Stromverbrauchs, die Kompression der Stromverbrauchsdaten und die Ereignisidentifizierung in einer einzigen Vorrichtung erfolgen, z. B. einer mit der Datenbank **706** kommunizierenden Vorrichtung, wodurch der Benutzer die vom Sensor gesendeten Daten weniger oder nicht mehr hochladen muss.

Verwendung der identifizierten Ereignisse

[0228] Die identifizierten Ereignisse können zur Einpflegung einer Gerätedatei des Haushalts verwendet werden; beim ersten Einsatz der EEV kann diese Datei über eine Webseite dem PC des Benutzers zur Überprüfung der im Haushalt identifizierten Geräte durch den Benutzer, sowie zur Anzeige der Einsatz- und Stromverbrauchsmuster der jeweiligen Geräte, übermittelt werden. Nach dieser ersten Kommunikation der Datei können Aktualisierungen der Datei dem Benutzer auch mitgeteilt werden, z. B. wenn die Entfernung oder Hinzufügung eines Geräts im Haushalt erkannt wird.

[0229] Außerdem können sonstige Meßdaten, die zur Erstellung einer Ereignismatrix nicht verwendet wurden, wie z. B. die im Laufe eines Tages verbrauchte Energie sowie den Mindest- und Höchstverbrauch im Laufe eines Tages, dem Benutzer mitgeteilt werden, um ein detailliertes Bild des Energieverbrauchs im Haushalt im Laufe eines Tages zu vermitteln. Die Änderung des Energieverbrauchs im Laufe eines Tages kann den Geräten zugeordnet werden, deren Betrieb zu den Zeitpunkten erkannt wurde, um dem Benutzer detaillierte Energieverbrauchsdaten sowie Daten über den Einfluss verschiedener Geräte auf den Energieverbrauch zu liefern. Alternativ oder zusätzlich können diese Daten einem Dienstanbieter oder sonstigen Stelle zur Analyse der Daten dieses bestimmten Haushalts allein oder in Kombination mit Daten eines oder mehrerer Haushalte übermittelt werden, wodurch eine Datenbank zusammengestellt wird, aus denen Daten wie die Verhaltensmuster der Nutzer ermittelbar sind.

[0230] Anhand dieser Daten kann ein sehr detailliertes Bild des Versorgungsverbrauchs in einem Haushalt, insbesondere auch die Einsatzdauer und -häufigkeit der jeweiligen Geräte, erstellt werden.

[0231] Anhand der Meßdaten kann ein Energieverbrauchsziel entweder allein oder in Kombination mit sonstigen Daten wie z. B. einem Vergleich mit dem Durchschnittsverbrauch anderer Haushalte oder Kohorten aufzustellen. Neben der Aufstellung eines Energieverbrauchsziels können die Daten auch zum Vorschlagen von Verhaltensänderungen, z. B. zum Ausschalten anscheinend nicht aktiv gebrauchter Geräte oder zur Reduzierung der Verwendung überdurchschnittlich häufig verwendeter Geräte, verwendet werden.

[0232] Die Meßdaten können auch zur Erkennung mangelhafter Geräte verwendet werden. Beispielsweise kann der Betrieb eines mangelhaften Geräts zwar dieselbe Ereignisreihe als ein normales Gerät, aber mit höheren Leistungspegeln. Ein Benutzer kann daher auf einen möglichen Mangel des Geräts aufmerksam gemacht werden.

[0233] Außer der Lieferung von Daten zur Überprüfung und Einstellung des Versorgungsverbrauchs können die Meßdaten auch zur Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen verwendet werden. Beispielsweise kann gefährdeten Personen wie z. B. Senioren oder Alleinstehenden eine Dienstleistung angeboten werden, bei der die Erkennung einer erheblichen Änderung des Versorgungsverbrauchs eine Meldung zur Untersuchung des Wohlergehens der Betroffenen auslöst. Diese erhebliche Änderung kann das Auftreten oder Nicht-Auftreten eines konkreten, erkennbaren Ereignisses, wie z. B. der Nichterkennung des Einsatzes eines bestimmten Geräts in einem bestimmten Zeitraum oder der Nichterkennung des Einsatzes irgendwelcher Geräte für eine bestimmte Dauer und/oder in einem bestimmten Zeitraum, sein.

[0234] Die oben beschriebene Erfindung kann in einem Haushalt vorhandene Geräte und anschließend den Einsatz oder Betrieb der identifizierten Geräte vollautomatisch identifizieren. Manuelle Benutzereingaben in das Verfahren sind erwünschtenfalls auch möglich. Beispielsweise kann es vorkommen, dass ein Benutzer dem System die Hinzufügung neuer Geräte in den Haushalt mitteilen oder Art und Kennzeichen der Geräte im Haushalt registrieren will.

[0235] Die Erfindung ist bezüglich der Ereignis- und Gerätsidentifizierung aufgrund von Stromverbrauchs- oder -bedarfsmessungen, d. h. Wirk- und/oder Blindleistungsmessungen, erläutert werden. Alternativ oder zusätzlich kann die beschriebene Ereignis- und Gerätsidentifizierung auf Messungen sonstiger Leistungsmerkmale, z. B. Spannung, Strom, Admittanz, Klirrfaktor und dgl. basieren.

[0236] Die Erfindung ist v. a. bezüglich des Stromverbrauchs erläutert worden, jedoch ist anzumerken, dass die vorliegend beschriebenen Verfahren ebenso auf den Wasser- oder Gasverbrauch eines Haushalts anwendbar sind. Beispielsweise ist hinsichtlich des Wasserverbrauchs anzumerken, dass der Betrieb einer Waschmaschine oder eines Geschirrspülers mit identifizierbaren Wasserverbrauchs-Ereignisreihen verbunden ist. Außerdem können weitere Ereignisse wie der Einsatz eines Gartenschlauchs aufgrund des Wasservolumens und -durchflusses erkannt werden. Jedes dieser Ereignisse kann mit anderen Daten, z. B. Nutzungszeitpunkt (z. B. kann einer Ereignisreihe, die anscheinend dem Einsatz eines Gartenschlauchs entspricht, eine geringere Wahrscheinlichkeit zugewiesen werden, wenn sie nachts stattfindet) überprüft werden. So kann der Wasser- und Gasverbrauch aufgrund der erzeugten Daten überwacht und geregelt werden. Ebenso können diese Daten auch weiteren Nutzungen, z. B. der Überwachung im Gesundheitsbereich, entweder allein oder in Kombination mit den Stromverbrauchsdaten, zugeführt werden.

[0237] Wie oben dargelegt, können mit der Identifizierung eines Ereignisses anhand der Versorgungsverbrauchsdaten verbundene Funktionen auf Computern ausgeführt werden, die zur Datenkommunikation über die Komponenten eines Paketdatennetzes miteinander verbunden sind. Obwohl Sondergeräte einsetzbar sind,

können derartige Geräte auch unter Einsatz einer oder mehrerer Hardwareplattformen, die eine allgemeine, häufig eingesetzte Klasse von Datenverarbeitungsgeräten darstellen sollen, um die oben beschriebenen Ereignisidentifizierungsfunktionen auch mit einem entsprechenden Netzwerkanschluss zur Datenkommunikation auszuführen.

[0238] Bekannt ist im Bereich der Datenverarbeitung und Kommunikationen, dass ein Universalcomputer typischerweise einen zentralen Prozessor oder sonstige Verarbeitungsvorrichtung, einen internen Kommunikationsbus, Speicher oder Speichermedien verschiedenerlei Arten (RAM, ROM, EEPROM, Zwischenspeicher, Laufwerke, usw.) zur Speicherung von Code und Daten sowie eine oder mehrere Netzwerkkarten oder -anschlüsse zu Kommunikationszwecken. Zu den Softwarefunktionen gehören das Programmieren, insbesondere ausführbare Programme und damit verbundene gespeicherte Daten, z. B. Dateien bekannter Ereignisprofile, die zur Zuordnung zu einem gemessenen Ereignisprofil verwendet werden. Der Softwarecode ist durch den Universalcomputer, der zur Ereignisidentifikation als Server oder Endgerät fungiert, ausführbar. Im Betrieb wird der Code auf der Plattform des Universalcomputers gespeichert. Zu anderen Zeiten kann die Software jedoch auch andernorts gespeichert und/oder zur Ladung auf das entsprechende Universalcomputersystem befördert werden. Die Ausführung eines solchen Codes durch einen Prozessor der Computerplattform oder eine Reihe Computerplattformen ermöglichte es den Plattformen, die Ereignisidentifizierungsmethoden im Wesentlichen so auszuführen, wie sie vorliegend in den beschriebenen Ausführungen beschrieben und veranschaulicht ausgeführt werden.

[0239] Fig. 17 und Fig. 18 sind funktionelle Blockdiagramme der Hardwareplattformen von Universalcomputern. Fig. 17 zeigt eine Plattform eines Netzwerk- oder Hostcomputers, wie sie zur Ausführung eines Servers typischerweise eingesetzt wird. Fig. 18 zeigt einen Computer mit Benutzeroberflächenelemente, wie sie zur Ausführung eines PC oder sonstigen Workstation oder Endgeräts eingesetzt werden können, obwohl der Computer der Fig. 18 bei entsprechender Programmierung auch als Server fungieren kann. Vermutlich ist der Fachmann mit der Struktur, Programmierung und dem allgemeinen Betrieb derartiger Rechengерäte vertraut, also sollten die Zeichnungen selbsterklären sein.

[0240] Ein Server umfasst z. B. eine Datenübertragungsschnittstelle zur Paketdatenübertragung. Der Server umfasst ferner eine CPU in Form eines oder mehrerer Prozessoren zur Ausführung von Programmbefehlen. Die Serverplattform umfasst typischerweise einen internen Kommunikationsbus, Programm- und Datenspeicher für verschiedene vom Server zu verarbeitende oder übermittelnde Dateien, obwohl der Server häufig über Netzwerkverbindungen programmiert wird oder Daten empfängt. Das Benutzerendgerät umfasst generell Benutzeroberflächenelemente zur Ein- und Ausgabe sowie Elemente, die denen des Servercomputers im Allgemeinen ähnlich sind, obwohl die genaue Art, Größe, Kapazität usw. der jeweiligen Elemente sich häufig je nach dem unterscheidet, ob es sich beim Rechner um einen Server oder ein Client-Endgerät handelt. Die Hardwareelemente, Betriebssysteme und Programmiersprachen derartiger Server sind herkömmlicher Art, und es wird vermutet, dass der Fachmann damit hinreichend vertraut ist. Selbstverständlich können die Serverfunktionen auf verteilte Weise auf einer Reihe ähnlicher Plattformen zur Verteilung der Rechenlast ausgeführt werden.

[0241] So können die beschriebenen Aspekte der Ereignisidentifizierungsverfahren in einem Programm verkörpert werden. Die Programmierungsaspekte der Technik können als "Produkte", typischerweise in Form ausführbarer Codes und/oder damit verbundener Daten, die in einer Art maschinenlesbaren Datenträger und/oder einer Mehrzahl Datenträger enthalten ist, aufgefasst werden. Speichermedien sind insbesondere der materielle Speicher der Computer, Prozessor oder dgl., oder damit verbundene Module wie z. B. verschiedene Halbleiterspeicher, Bandlaufwerke, Diskettenlaufwerke und dgl., die zur Programmierung der Software jederzeit als nicht vorübergehender Speicher fungieren können. Die Software kann zeitweise ganz oder teilweise per Internet oder über verschiedene andere Telekommunikationsnetzwerke kommuniziert werden. Derartige Kommunikationen können z. B. das Laden der Software von einem Computer oder Prozessor auf einen anderen, z. B. von einem Verwaltungsserver oder Hostcomputer der die Ereignisidentifikationsdienstleistungen erbringenden Organisation auf die Ereignisidentifikationsplattform, ermöglichen. So umfasst eine weitere Speicherart, in der die Softwareelemente enthalten sein können, optische, elektrische und elektromagnetische Wellen, wie sie über physikalische Schnittstellen zwischen lokalen Geräten, über verkabelte und optische Festnetze oder sonstige drahtlose Verbindungen verwendet werden. Die physikalischen Elemente, die derartige Wellen tragen, wie z. B. verkabelte oder drahtlose Anschlüsse, optische Anschlüsse oder dgl. können auch als die Software enthaltene Datenträger gelten. Im vorliegenden Sinne sind Begriffe wie "computer- oder maschinenlesbares Medium" als ein beliebiges Medium aufzufassen, das an der Bereitstellung von Befehlen zur Ausführung durch einen Prozessor beteiligt ist, sofern sie nicht auf nicht vorübergehende, feste Speichermedien beschränkt sind.

[0242] So kann ein maschinenlesbares Medium kann zahlreiche Formen, insbesondere die eines festen Speichermediums, einer Trägerwelle oder eines physikalischen Übertragungsmediums, aufweisen. Nicht flüchtige Speichermedien sind insbesondere Bild- oder Magnetplatten wie z. b. ein beliebiger Speicher eines beliebigen Computers oder dgl., die zur Ausführung der in den Zeichnungen dargestellten Ereignisidentifizierung usw. einsetzbar sind. Flüchtige Speichermedien sind insbesondere der dynamische Speicher, z. b. der Hauptspeicher einer derartigen Computerplattform. Feste Übertragungsmedien sind insbesondere koaxiale Kabel, Kupferdraht und LWL, insbesondere auch die Kabel, aus denen ein Bus in einem Computersystem besteht. Trägerwellenmedien können in der Form elektrischer oder elektromagnetischer Signale oder Schall- oder Lichtwellen, wie sie bei RF- und IR-Datenübertragungen erzeugt werden, vorliegen. Häufig vorkommende Formen computerlesbarer Medien umfassen also beispielsweise: Disketten, flexible Disketten, Festplatten, Magnetbänder und sonstige magnetische Medien, CD-ROM, CDRW, DVD, sonstige optische Medien, Lochkarten, Lochstreifen und sonstigen physikalischen Speichermedien mit Löchermustern, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, ein sonstiges Speicherchip oder -patrone, eine Daten oder Befehle übermittelnde Trägerwelle, eine derartige Trägerwelle übermittelnde Kabel oder Anschlüsse, oder ein sonstiges Medium, von dem ein Computer Programmcode und/oder Daten ablesen kann. Viele dieser Formen computerlesbarer Medien können an der Übertragung einer oder mehrerer Befehlsreihen zur Ausführung durch einen Prozessor beteiligt sein.

[0243] Zwar sind oben die Ausführungsformen und Beispiele beschrieben worden, die für die besten erachtet wurden, es versteht sich jedoch, dass diesen verschiedene Modifikationen zugeführt werden kann, und dass der vorliegend beschriebene Gegenstand in verschiedenen Formen und Beispielen ausführbar ist, und dass die Lehren zahlreiche Anwendungen finden, von denen jeweils nur einige vorliegend beschrieben worden sind. Die nachfolgenden Patentansprüche sollen alle Anwendungen, Modifikationen und Variationen umfassen, die innerhalb des tatsächlichen Umfangs der vorliegenden Lehre liegen.

[0244] Obwohl die vorliegende Erfindung in der Form konkreter Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist anzumerken, dass dem Fachmann verschiedene Modifikationen, Änderungen und/oder Kombinationen der vorliegend beschriebenen Merkmale ersichtlich sind, ohne den in den beigefügten Patentansprüchen festgelegten Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses bereitgestellt, umfassend die nachfolgenden Schritte:
Erzeugen eines Verbrauchsprofils anhand der Verbrauchsdaten, wobei die Verbrauchsdaten eine Mehrzahl an einer entsprechenden Mehrzahl gemessener Verbrauchswerte umfassen;
Erkennen einer Mehrzahl innerhalb des Verbrauchsprofils liegender Ereignisse;
Zusammenfassen der Mehrzahl Ereignisse in einem Clustering-Verfahren zur Erzeugung eines Wahrscheinlichkeitsdichtediagramms (WDD);
Vergleichen des WDD der Mehrzahl Ereignisse mit einem gespeicherten Profil von Ereignissen einer bestimmten Art; und
Identifizieren der Ereignisgruppe als Ereignisse der bestimmten Art, wenn das WDD dem gespeicherten Profil der Ereignisse dieser Art entspricht,
wobei das WDD mit einem gespeicherten Profil von Ereignissen einer bestimmten Art verglichen wird, wobei es sich um ein WDD handelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ermittlung, ob das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil entspricht, durch Berechnen der Wahrscheinlichkeit erfolgt, dass das WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse dem vom WDD dargestellten Typ entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Wahrscheinlichkeit dadurch berechnet, dass die jeweiligen Kovarianzmatrizen des WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils verglichen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Wahrscheinlichkeit auch dadurch berechnet wird, dass die jeweilige Anzahl Cluster und die Standorte der Clusterzentren des WDD der geclusterten Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils verglichen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Ermittlung, ob das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil entspricht, durch Vergleichen der Wahrscheinlichkeit mit einem vorbestimmten

Schwellenwert erfolgt, und es wird festgestellt, dass das WDD der Mehrzahl Ereignisse mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, wenn die Wahrscheinlichkeit den Schwellenwert überschreitet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei das WDD der Mehrzahl Ereignisse mit einer Mehrzahl WDD gespeicherter Ereignisprofile verglichen wird, und die Mehrzahl Ereignisse wird dem gespeicherten Profil zugeordnet, das den höchsten Wahrscheinlichkeitswert aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei es sich bei den Wahrscheinlichkeitsdichtediagrammen (WDD) um zweidimensionale WDD handelt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei es sich bei den WDD um dreidimensionale WDD handelt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Mehrzahl Ereignisse vor dem Vergleich des WDD der Mehrzahl Ereignisse mit dem WDD des gespeicherten Ereignisprofils als periodisch oder nicht periodisch eingestuft wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Mehrzahl Ereignisse dann als periodisch eingestuft wird, wenn ein weiteres Ereignis ähnlicher Größe jedem der Mehrzahl Ereignisse in einem einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitenden zeitlichen Abstand folgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei, wenn die Mehrzahl Ereignisse als nicht periodisch eingestuft wird, die WDD zweidimensional sind; und die WDD dreidimensional sind, wenn die Mehrzahl Ereignisse als periodisch eingestuft wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei es sich bei eine Dimension jedes dreidimensionalen WDD um einen zeitlichen Abstandswert handelt.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei, wenn das WDD der Mehrzahl Ereignisse dem gespeicherten Profil der Ereignisse der bestimmten Art entspricht, das WDD der Mehrzahl Ereignisse vorzugsweise als Versorgungsverbrauchsprofil gespeichert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei ein anschließender Schritt der Identifizierung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses ferner die nachfolgenden Schritte umfasst:
Erzeugen eines Verbrauchsprofils anhand der Verbrauchsdaten, wobei die Verbrauchsdaten eine Mehrzahl an einer entsprechenden Mehrzahl gemessener Verbrauchswerte umfassen;
Erkennen eines innerhalb des Verbrauchsprofils liegenden Ereignisses;
Vergleichen des erkannten Ereignisses mit dem gespeicherten Ereignisprofil; und
Identifizieren des erkannten Ereignisses innerhalb des Verbrauchsprofils, wenn das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil eines Ereignisses übereinstimmt;

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Ermittlung, ob das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, durch Berechnen der Wahrscheinlichkeit, dass das erkannte Ereignis dem vom Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm dargestellten Typ entspricht, erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Ermittlung, ob das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, durch Vergleichen der Wahrscheinlichkeit mit einem vorbestimmten Schwellenwert, und es wird festgestellt, dass das erkannte Ereignis mit dem gespeicherten Profil übereinstimmt, wenn die Wahrscheinlichkeit den Schwellenwert überschreitet, erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei das erkannte Ereignis mit einer Mehrzahl gespeicherter Ereignisprofile verglichen, und das gespeicherte Profil dem gespeicherten Profil zugeordnet wird, das den höchsten Wahrscheinlichkeitswert aufweist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei sich die Wahrscheinlichkeit nach einem Mahalanobis-Abstand des erkannten Ereignisses zu einem Clusterzentrum des Wahrscheinlichkeitsdichtediagramms (WDD) bestimmt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei es sich beim Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm (WDD) um ein zweidimensionales WDD handelt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, wobei es sich beim Wahrscheinlichkeitsdichtediagramm (WDD) um ein zweidimensionales WDD handelt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei das erkannte Ereignis vor dem Vergleich des erkannten Ereignisses mit dem Verbrauchsprofil als periodisch oder nicht periodisch eingestuft wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei das erkannte Ereignis dann als periodisch eingestuft wird, wenn ein weiteres Ereignis ähnlicher Größe dem erkannten Ereignis in einem einen vorbestimmten Schwellenwert unterschreitenden zeitlichen Abstand folgt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei, wenn das erkannte Ereignis als nicht periodisch eingestuft wird, das erkannte Ereignis mit einem zweidimensionalen WDD verglichen wird; und wenn das Ereignis als periodisch eingestuft wird, das erkannte Ereignis mit einem dreidimensionalen WDD verglichen wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei es sich bei eine Dimension des dreidimensionalen WDD um einen zeitlichen Abstandswert handelt.

25. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Versorgungsart aus Gas, Strom und Wasser gewählt ist.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei es sich bei der Versorgungsart um Strom handelt.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei die gemessenen Stromverbrauchsdaten Wirkleistungsdaten umfassen.

28. Verfahren nach Anspruch 26, wobei die gemessenen Stromverbrauchsdaten Blindleistungsdaten umfassen.

29. Verfahren nach Anspruch 26, wobei die gemessenen Stromverbrauchsdaten Wirk- und Blindleistungsdaten umfassen.

30. Verfahren nach Anspruch 25, wobei es sich bei der Versorgungsart um Wasser handelt.

31. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei es sich bei der Mehrzahl Messpunkte um eine Mehrzahl Zeitpunkte mit dazwischen liegenden Intervallen handelt.

32. Verfahren nach Anspruch 31, wobei die zwischen den Zeitpunkten liegenden Intervalle im Bereich 0, 01–60 s liegen.

33. Programmcode, der bei der Ausführung auf einem Computer den Computer veranlasst, das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche auszuführen.

34. Trägermedium, das computerlesbaren Code enthält, der bei der Ausführung auf einem Computer den Computer veranlasst, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 32 auszuführen.

35. Softwareprodukt, umfassend computerlesbaren Code nach Anspruch 34.

36. Rechnergestützte Ereignisidentifikationsvorrichtung, die zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 32 geeignet ist.

37. Produkt, umfassend:
ein Maschinenlesbares Speichermedium; und
im Datenträger enthaltene ausführbare Programmbefehle, die bei ihrer Ausführung durch ein programmierbares System das System veranlasst, die Erkennung eines mit dem Versorgungsverbrauch in Verbindung stehenden Ereignisses vorzunehmen, wobei die Erkennungsfunktion die Schritte eines der Ansprüche 1 bis 32.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

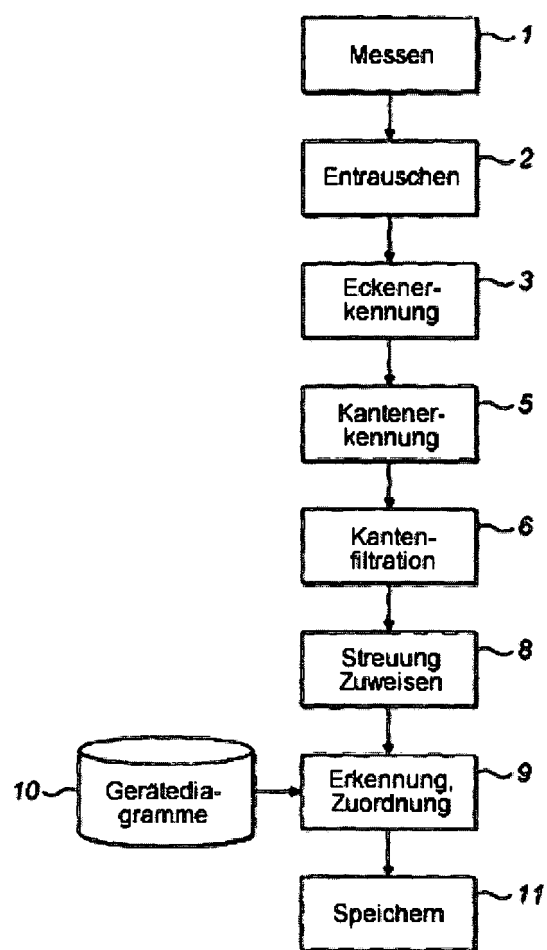


FIG. 1

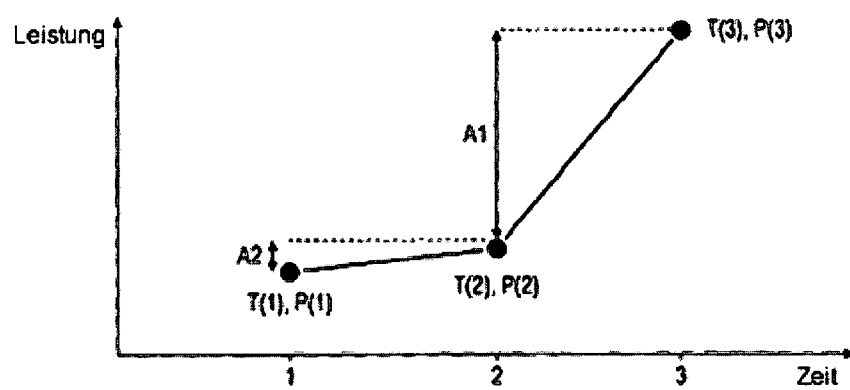


FIG. 2

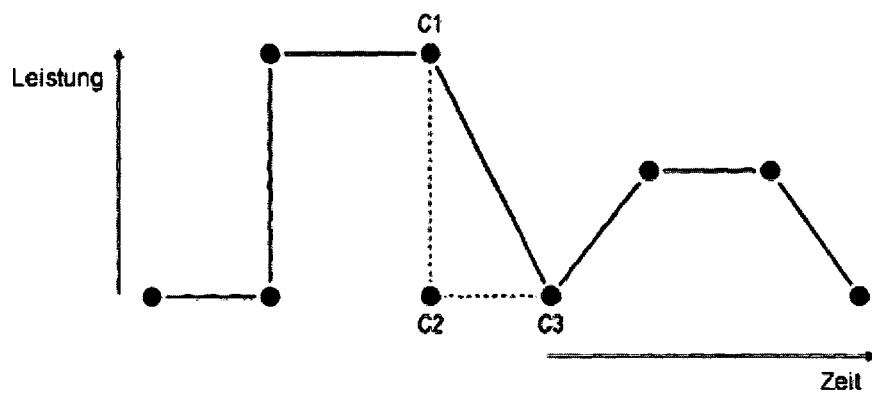


FIG. 3

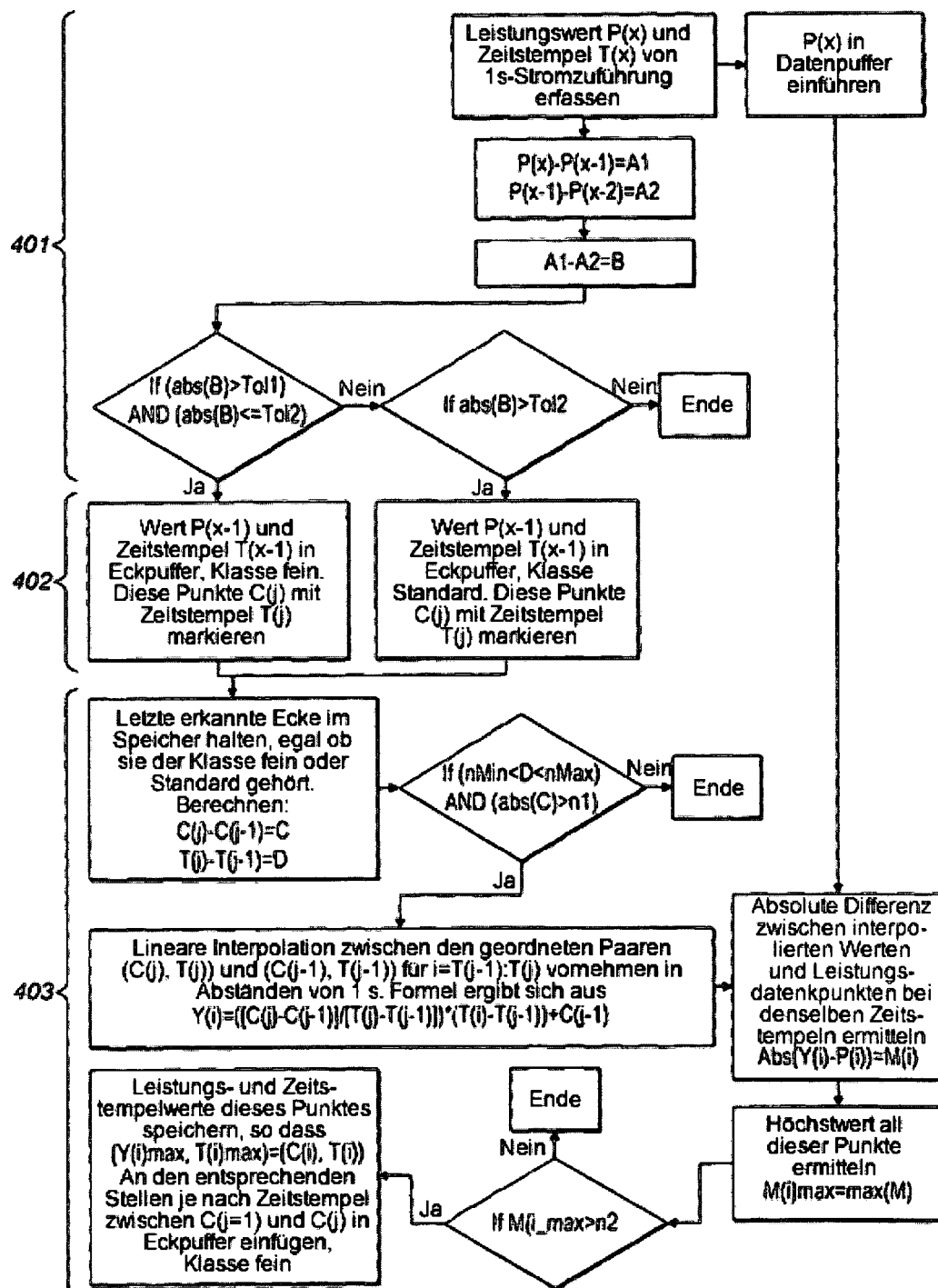


FIG. 4

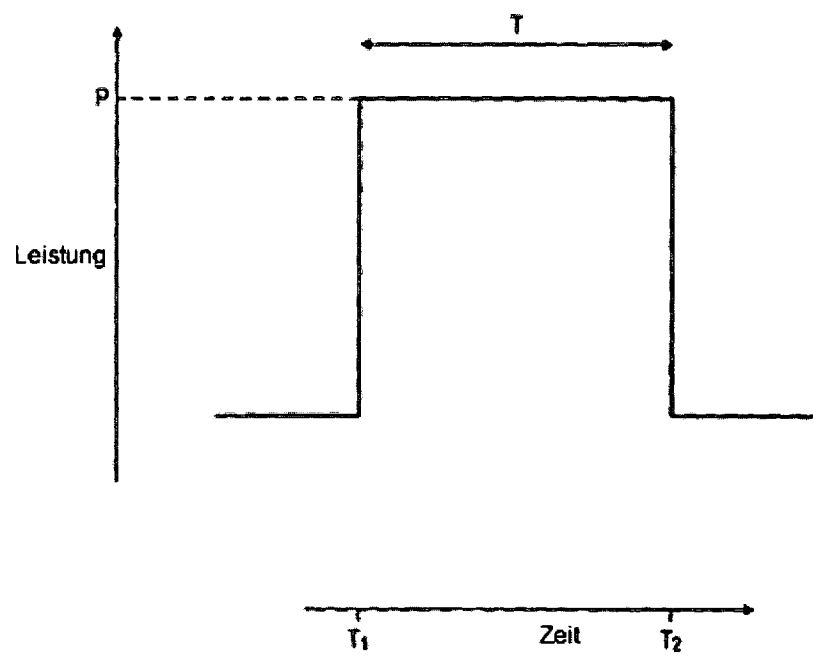


FIG. 5

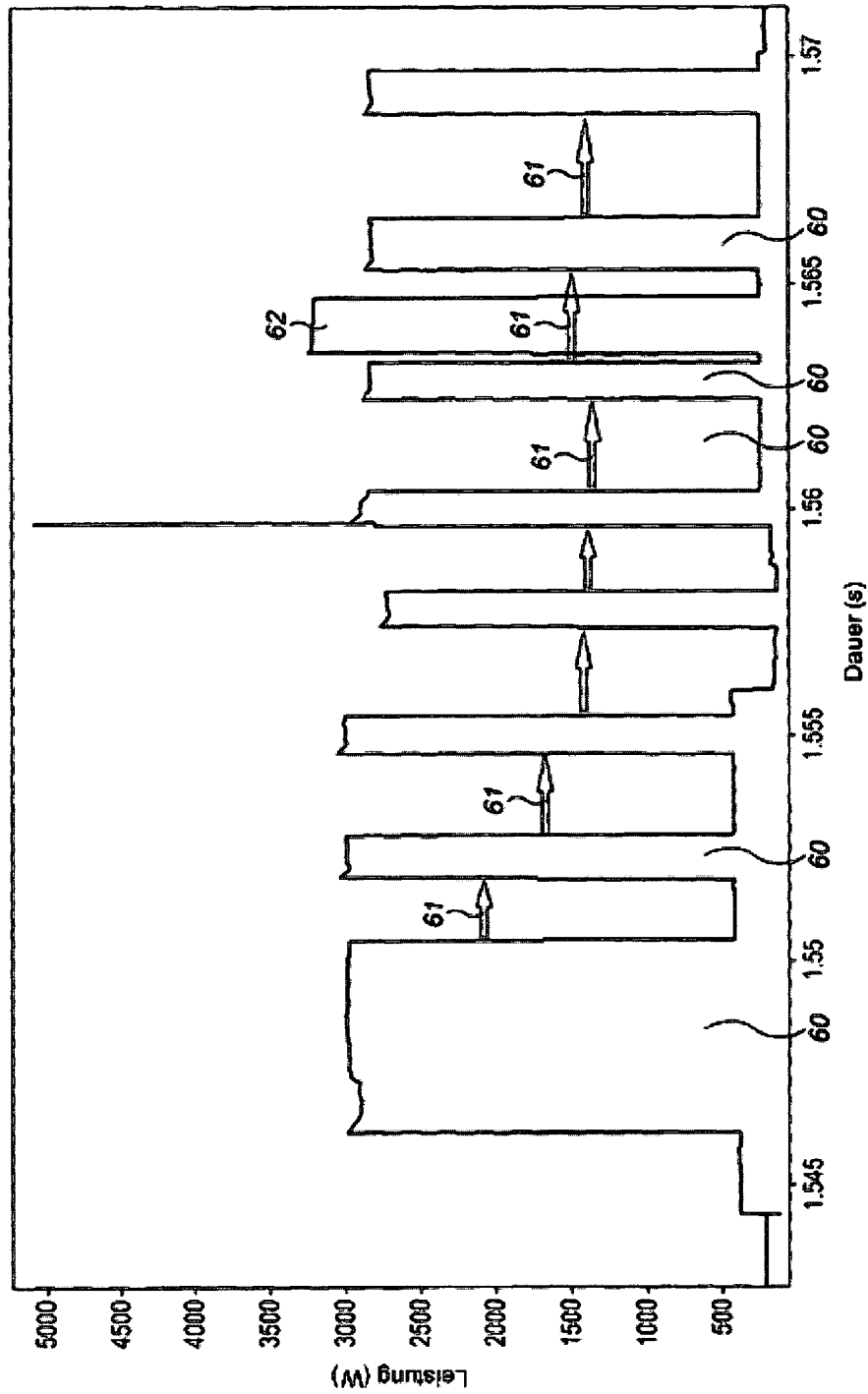


FIG. 6

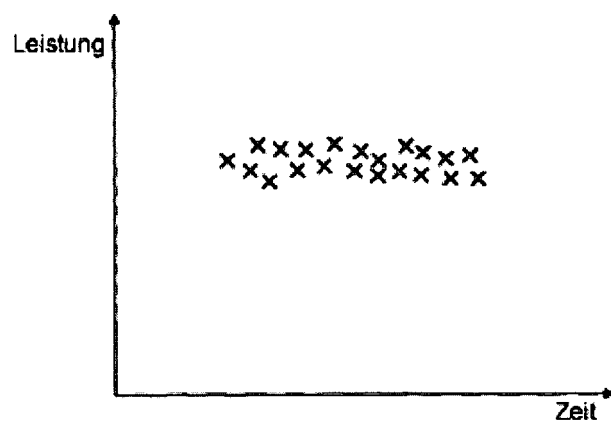


FIG. 7

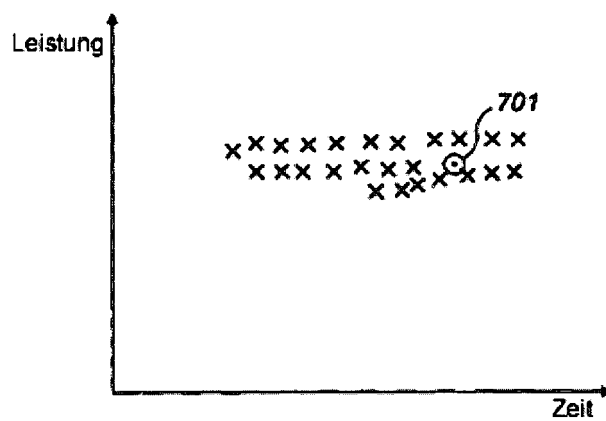


FIG. 8

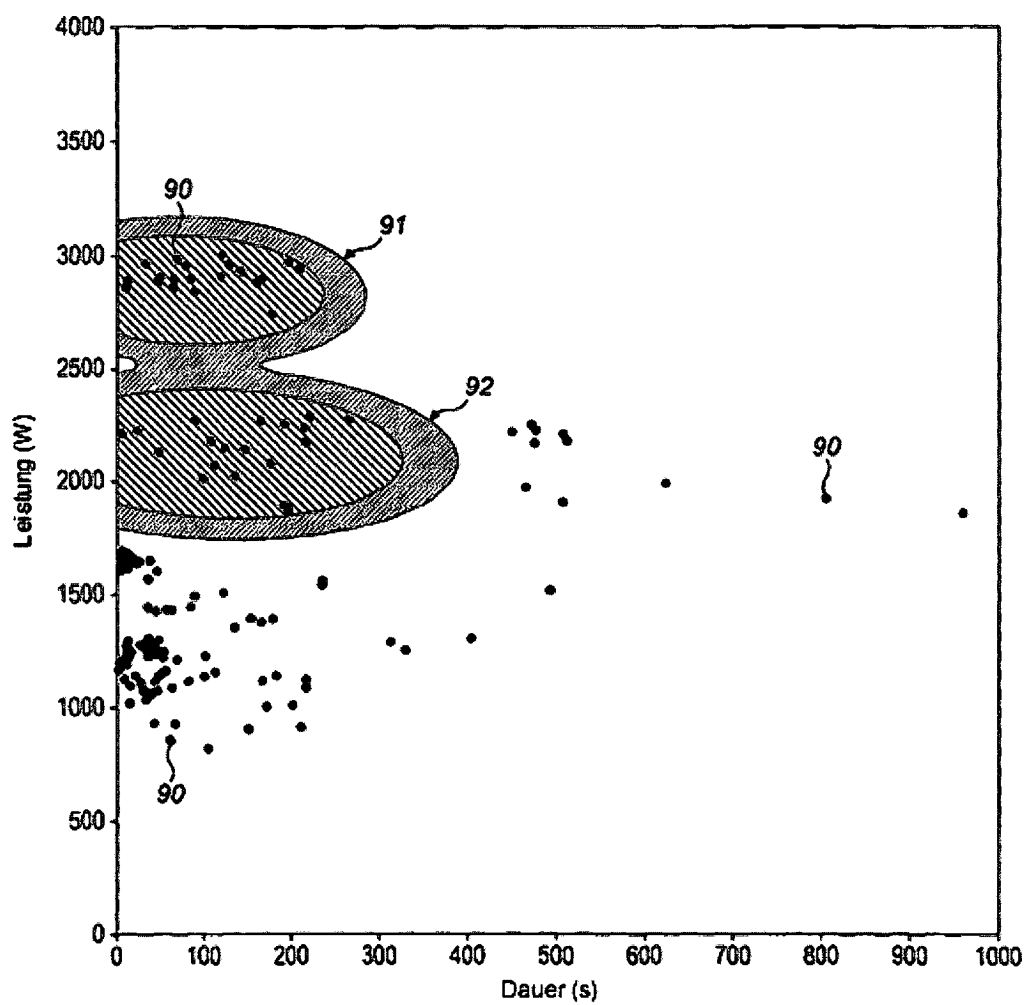


FIG. 9

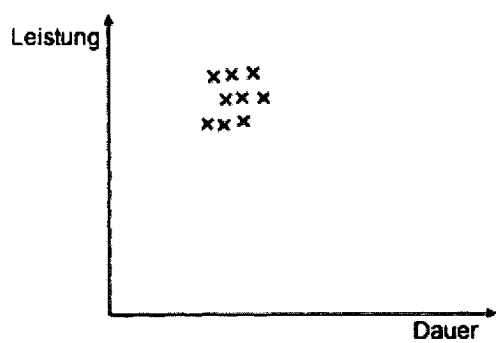


FIG. 10A

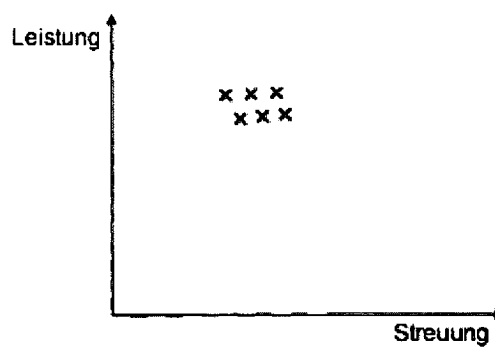


FIG. 10B

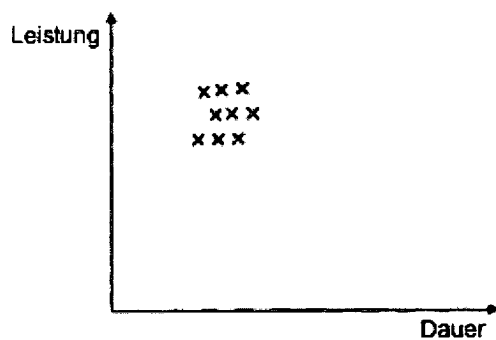


FIG. 11A

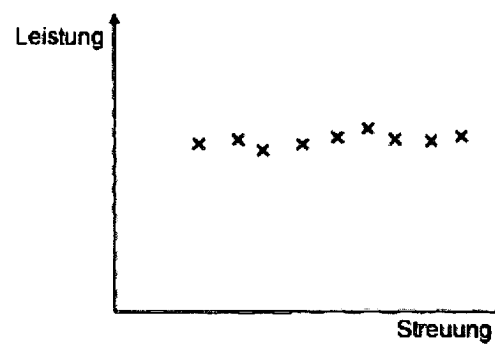


FIG. 11B

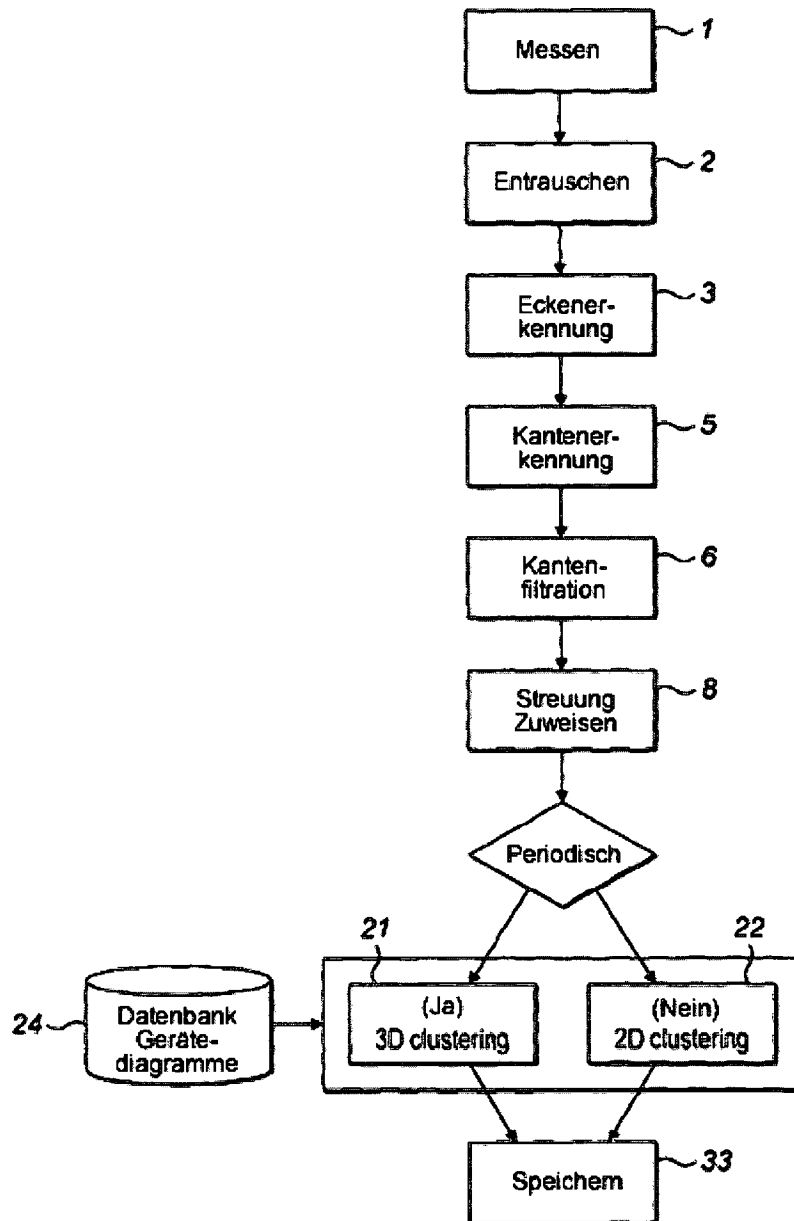


FIG. 12A

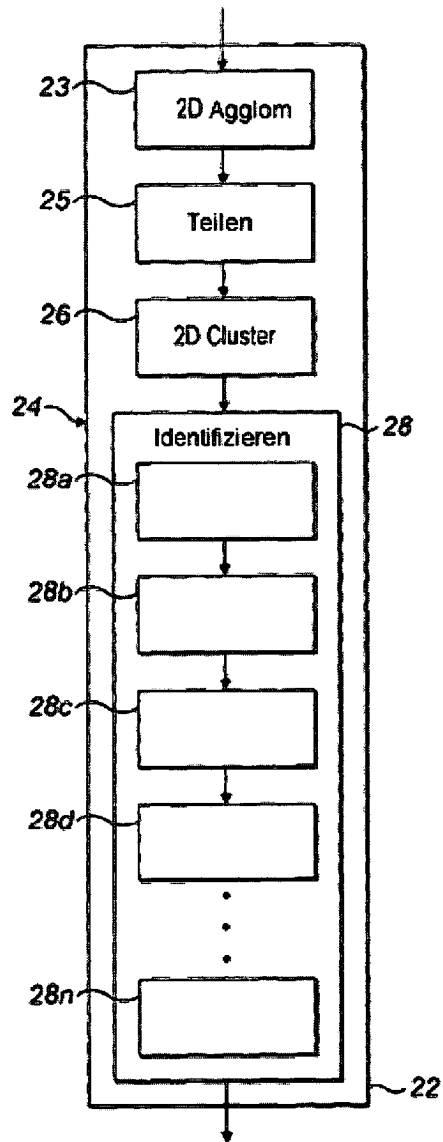


FIG. 12B

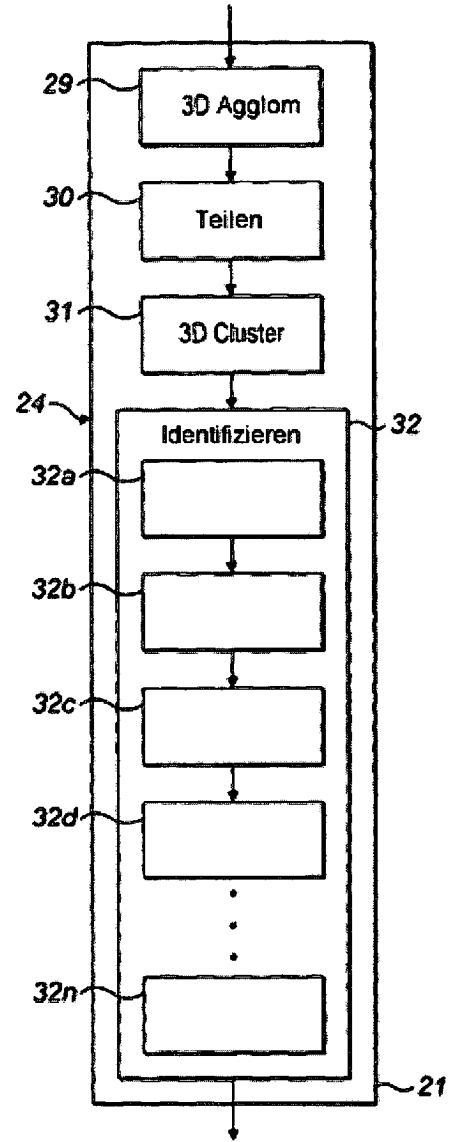
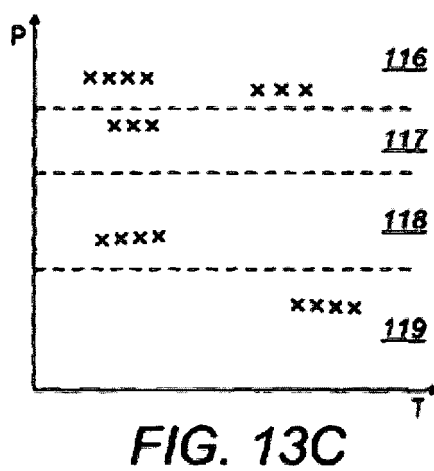
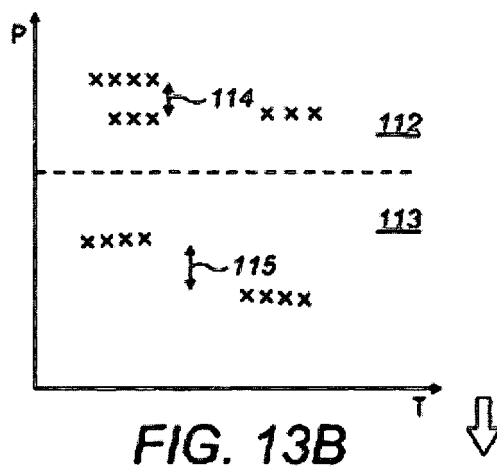
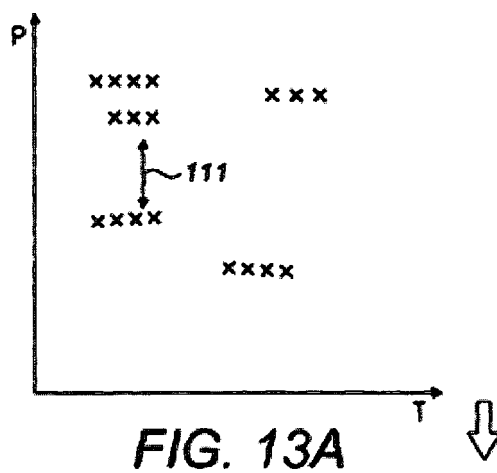


FIG. 12C



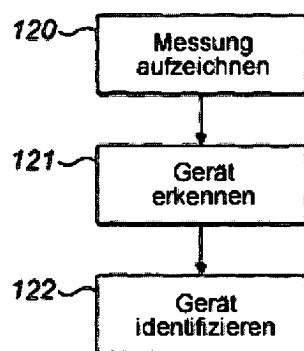


FIG. 14

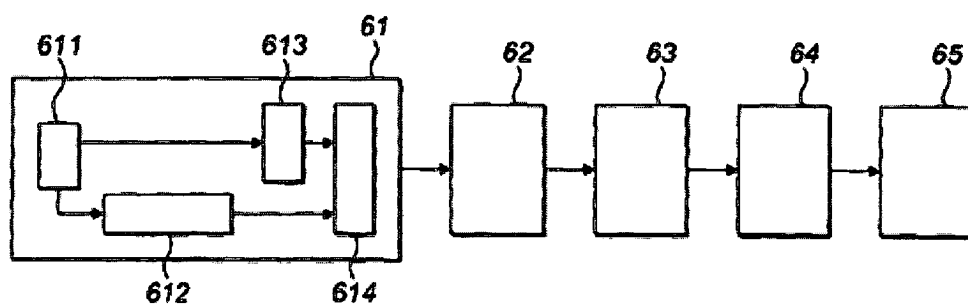


FIG. 15

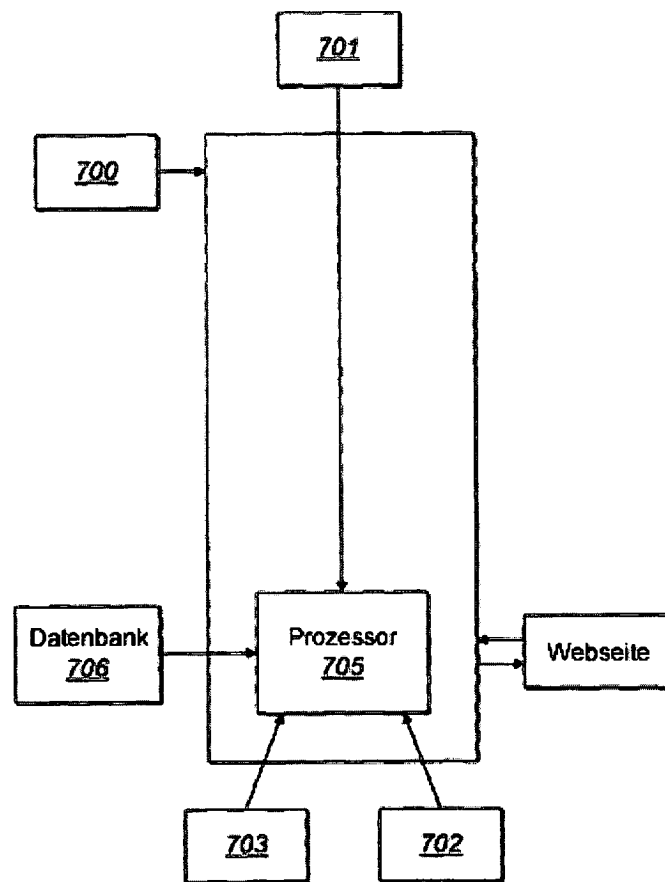


FIG. 16

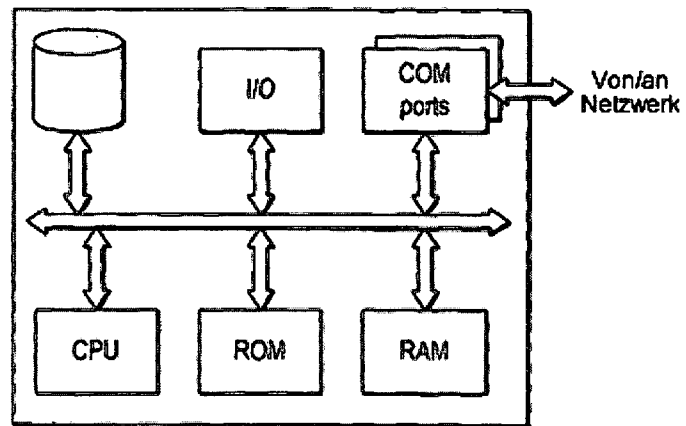


FIG. 17

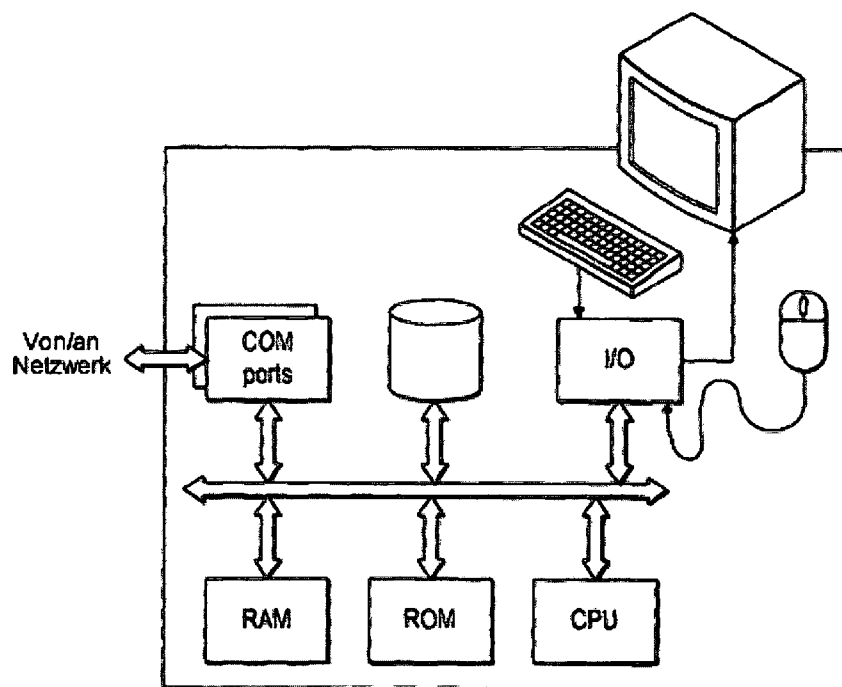


FIG. 18

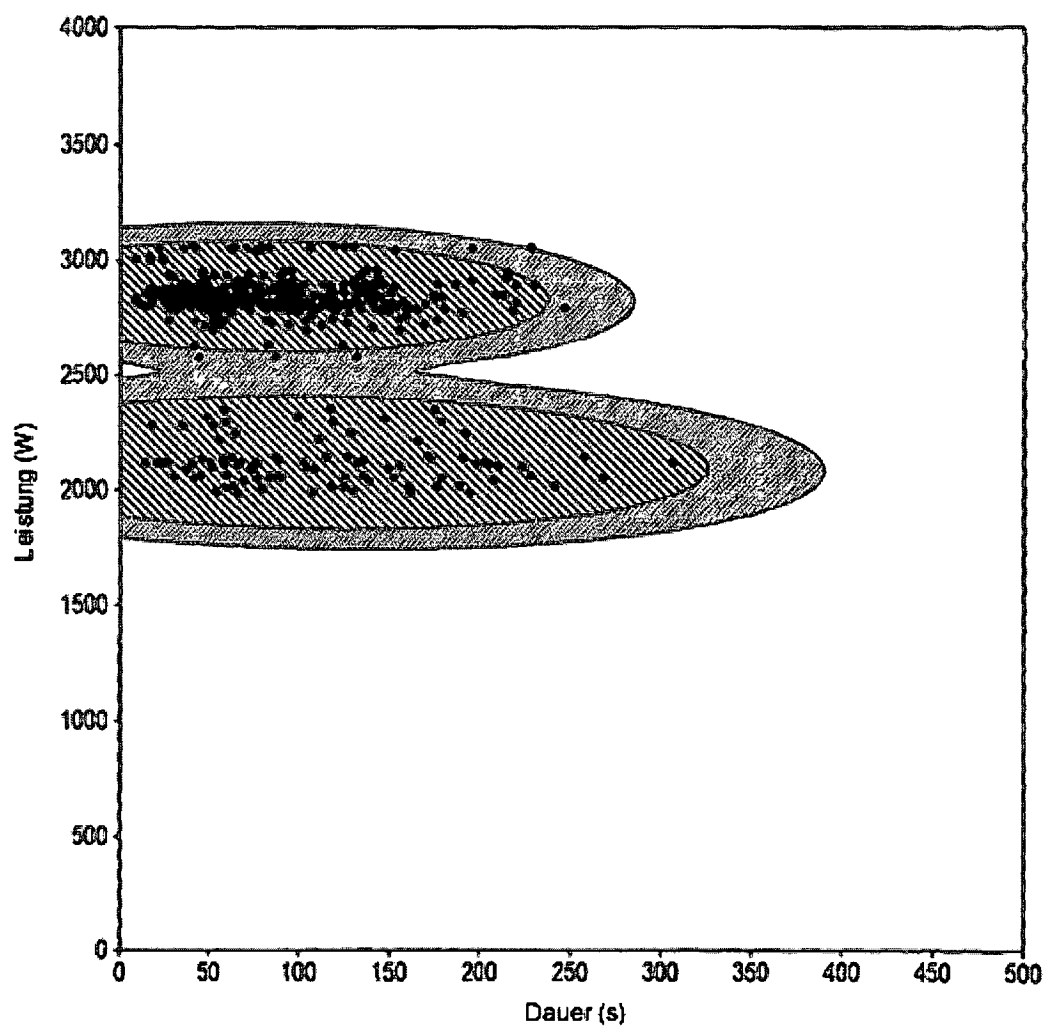


FIG. 19

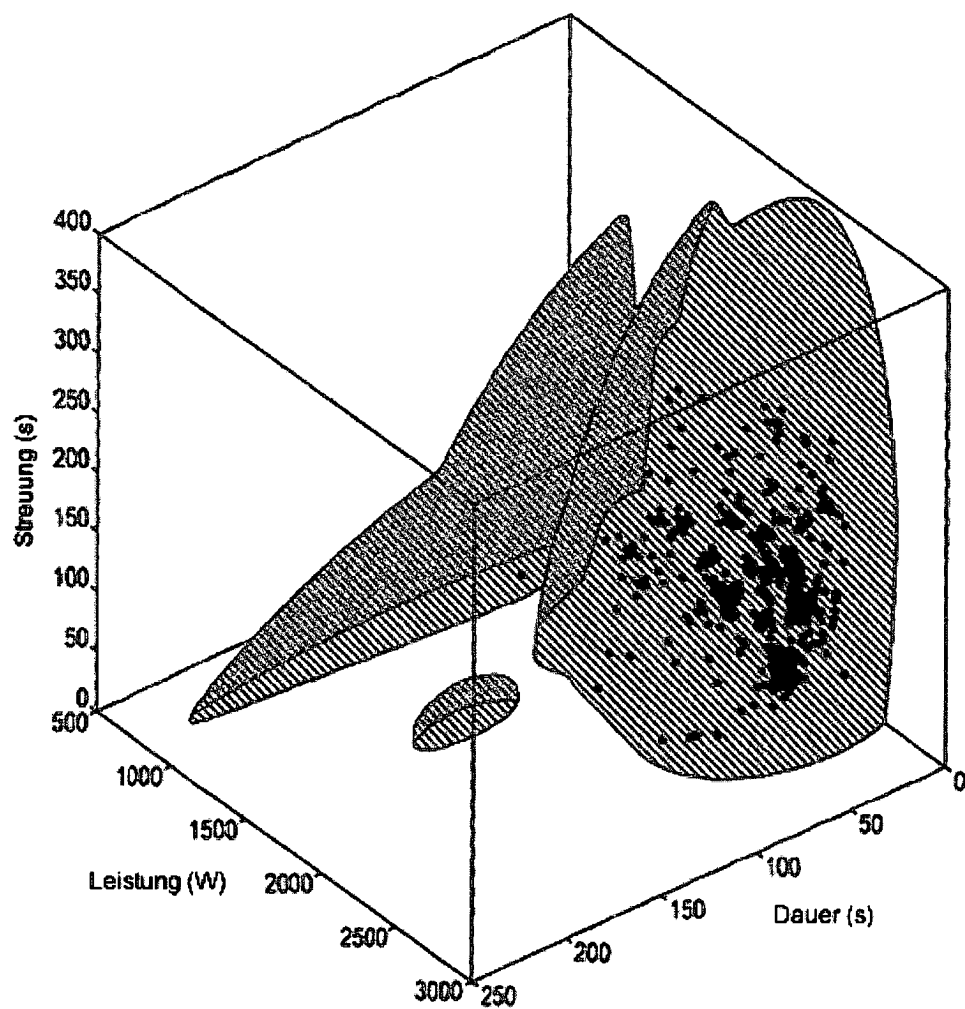


FIG. 20

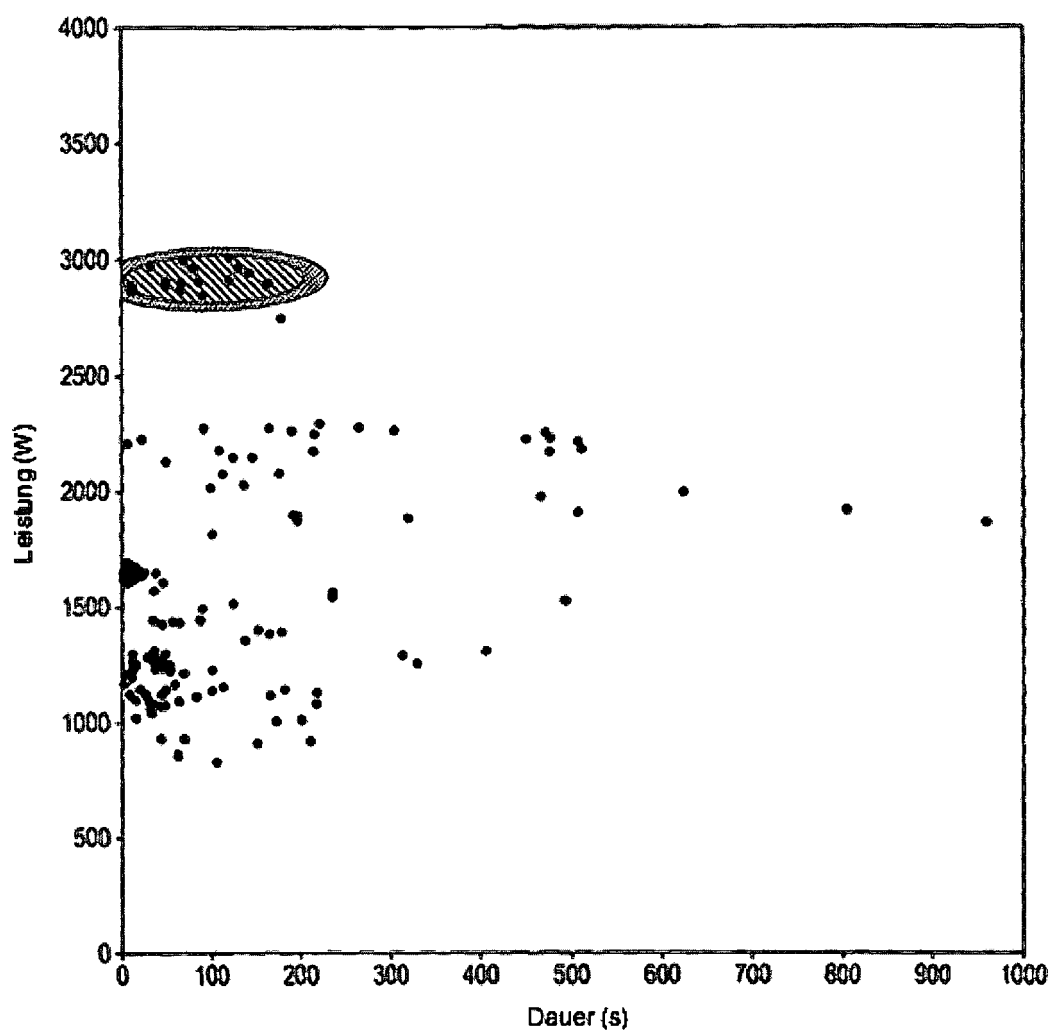


FIG. 21

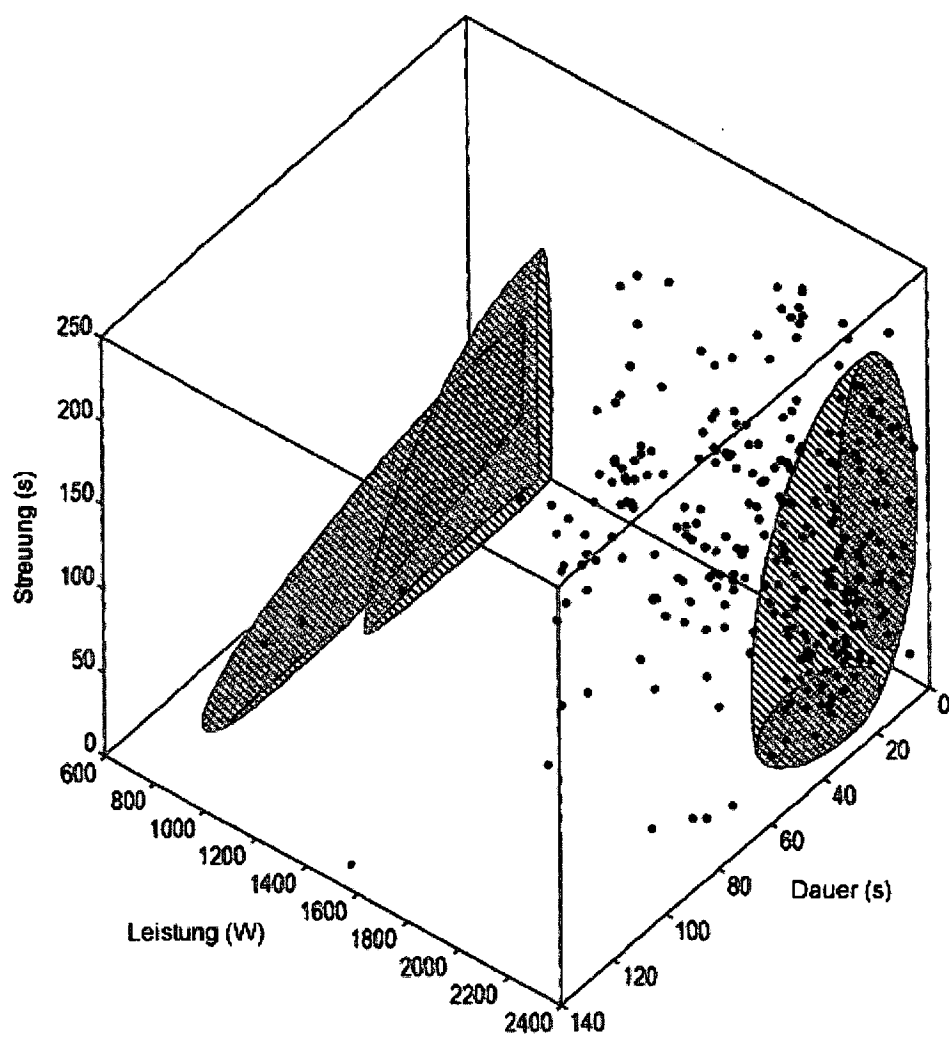


FIG. 22