

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
28. Mai 2015 (28.05.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/074772 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*G05B 23/02* (2006.01) *H02J 3/38* (2006.01)  
*G05B 13/04* (2006.01) *G06Q 50/06* (2012.01)  
*G06N 5/04* (2006.01) *G06F 11/30* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2014/065944
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 24. Juli 2014 (24.07.2014)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2013 112 896.3  
22. November 2013 (22.11.2013) DE
- (71) **Anmelder:** MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS EUROPE GMBH [—/DE]; Schifferstraße 80, 47059 Duisburg (DE).
- (72) **Erfinder:** CZERNIEJEWSKI, Andreas; Am Wulfkamp 18, 46342 Velen (DE). KRYCKI, Erwin; Feldstr. 34, 51674 Wiehl (DE).
- (74) **Anwalt:** VIERING, JENTSCHURA UND PARTNER; Kennedydamm 55/Roßstr., 40476 Düsseldorf (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD, SYSTEM, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR ANALYZING PRODUCTION AND/OR PROCESS-ENGINEERING PROCESSES AND/OR PROCESS STEPS IN A PLANT

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN, SYSTEM UND COMPUTERPROGRAMM-PRODUKT ZUR ANALYSE VON PRODUKTIONSTECHNISCHEN UND/ODER VERFAHRENSTECHNISCHEN PROZESSEN UND/ODER PROZESSCHRITTEN IN EINER ANLAGE

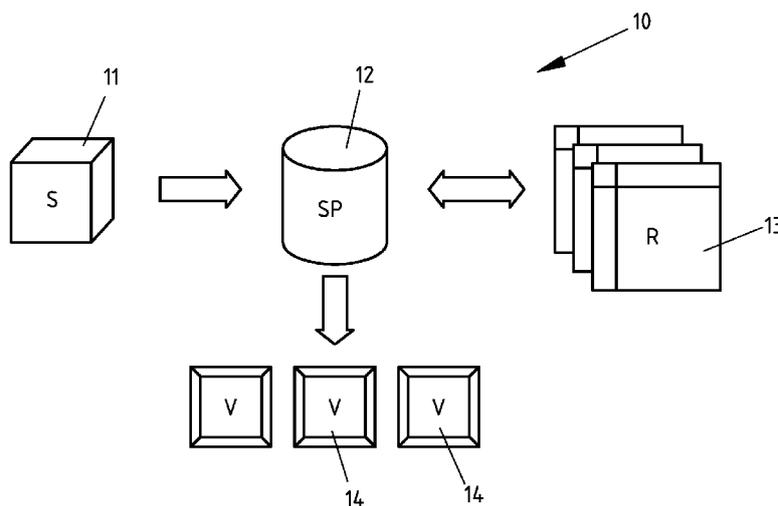


FIG.1

(57) **Abstract:** The problem addressed by the invention is that of creating a solution that enables the improvement of the analysis of at least one production or process-engineering process and/or process step proceeding in a single plant, in particular a power plant and/or industrial plant, and/or in a combination of a plurality of plants, in particular power plants. This problem is solved by a method according to the invention comprising the following steps: determining measurement data of physical and/or chemical state parameters of the process or process step; transferring the measurement data into a memory element; importing the measurement data from the memory element into at least one autonomous, computer-assisted computing unit; processing the measurement data by using a first data management application in the computing unit, wherein virtual characteristic data are calculated from the measurement data; transferring the virtual characteristic data from the computing unit to the memory element; calculating further characteristic values from the virtual characteristic data and the measurement data by means of a second data

management application in the computing unit(s); and using the characteristic values and/or the virtual characteristic data and/or the measurement data for an analysis of the process/process step in the plant. Thus, a system of autonomous computing units operating in parallel is produced, which computing units determine the sequence of the computations by self-organization and compress the information of real and virtual measurement points into characteristic figures of the overall system.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/074772 A1



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

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, die Analyse zumindest eines in einer einzelnen Anlage, insbesondere einer Kraftwerksanlage und/oder Industrieanlage, und/oder in einem Verbund von mehreren Anlagen, insbesondere Kraftwerksanlagen, ablaufenden produktionstechnischen oder verfahrenstechnischen Prozesses und/oder Prozessschrittes zu verbessern. Hierzu sieht die Erfindung ein Verfahren mit folgenden Schritten vor: Ermitteln von Messdaten physikalischer und/oder chemischer Zustandsparameter des Prozesses oder Prozessschrittes; Übermitteln der Messdaten in ein Speicherelement; Importieren der Messdaten von dem Speicherelement in zumindest eine autonome, computergestützte Rechneinheit; Verarbeiten der Messdaten durch Anwenden einer ersten Datenmanagement- Applikation in der Rechneinheit, wobei aus den Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden; Übertragen der virtuellen Kenndaten von der Rechneinheit zu dem Speicherelement; Berechnen von weiteren Kennwerten aus den virtuellen Kenndaten und den Messdaten mittels einer zweiten Datenmanagementapplikation in der(den) Rechneinheit(en); und Nutzen der Kennwerte und/oder der virtuellen Kenndaten und/oder der Messdaten für eine Analyse des Prozesses/Prozessschrittes in der Anlage. Dadurch entsteht ein System aus autonomen, parallel arbeitenden Rechneinheiten, die durch Selbstorganisation die Reihenfolge der Berechnungen bestimmen und die Informationen realer und virtueller Messstellen zu Kennzahlen des Gesamtsystems verdichten.

Verfahren, System und Computerprogramm-Produkt zur Analyse von  
produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozessen und/oder  
Prozessschritten in einer Anlage

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zur Analyse eines oder mehrerer in einer Anlage ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschrittes.

Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein System zur Analyse eines oder mehrerer in einer Anlage ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschrittes.

Zudem richtet sich die Erfindung auf ein Computerprogramm-Produkt zur Analyse zumindest eines in einer Anlage ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschrittes.

Für den Betrieb einer Anlage, insbesondere einer Kraftwerksanlage oder einer Industrieanlage, ist es von entscheidender Bedeutung, die wesentlichen physikalischen und/oder chemischen Zustandsparameter eines ablaufenden Prozesses oder Prozessschrittes zu kennen und auf diesen steuernd einwirken zu können. Die Anforderungen an den Betrieb solcher Anlagen sind im Hinblick auf Sicherheitsaspekte aber auch hinsichtlich zu beachtender Umweltauflagen sehr hoch. Moderne Steuerungssysteme für Kraftwerksanlagen beinhalten je nach Anlagenkonzept Leit- und Automatisierungssysteme, die üblicherweise mittels Industrie-PCs und umfangreicher Anwendungssoftware gesteuert werden. Eine entsprechende Anwendungssoftware verarbeitet eine Reihe von Ein- und Ausgangssignalen. Allerdings sind diese Systeme bisher für den temporären Betrieb ausgelegt und die erforderlichen Daten werden in einem Massenspeicher des Industrie-PCs abgelegt. Dadurch ist ein Datenaustausch zwischen den verschiedenen PCs erschwert und es findet kein übergeordnetes Datenmanagement statt, das eine vorausschauende und vernetzte Überwachung und Steuerung der Anlage ermöglichen würde.

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Betriebssicherheit und die Umweltverträglichkeit von Kraftwerksanlagen stehen die Hersteller von Kraftwerksanlagen vor der Aufgabe, die Steuerungs- und Überwachungsverfahren für den optimalen Betrieb von Kraftwerksanlagen zu verbessern. Darüber hinaus ist es erstrebenswert, den Wirkungsgrad eines Kraftwerks weiter zu steigern. Dabei nehmen vor allem die Datenbereitstellung und das Datenmanagement eine Schlüsselstellung bei der Überwachung und Bewertung des Betriebsverhaltens einer Anlage ein, und zwar hinsichtlich der Steuerung und Überwachung einer einzelnen Kraftwerksanlage, aber auch in einem Verbund von mehreren Kraftwerksanlagen. Dies gilt insbesondere auch für einen Verbund von konventionellen Kraftwerksanlagen, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden, und Anlagen, wie z. B. Windenergieanlagen oder Photovoltaikanlagen, die ihre Energien aus regenerativen Quellen beziehen. Durch den Ausbau der Energieversorgung mittels regenerativer Energien kommt es immer wieder zu Schwankungen in der Stromerzeugung, da regenerative Energien wie Sonne und Wind witterungsbedingt nicht gleichmäßig zur Verfügung stehen. Dies wirkt sich auf die Stabilität der Netze aus, so dass aus Gründen der Versorgungssicherheit auf konventionelle Kraftwerke nicht verzichtet werden kann. Bei einem Überangebot des aus regenerativen Energien erzeugten Stroms kann es jedoch auch zu Überlastungen des Stromnetzes kommen, da mehr Strom produziert wird als im gleichen Augenblick vom Verbraucher abgenommen wird. Es ist daher wünschenswert, die konventionellen Kraftwerke ebenfalls in Abhängigkeit von der Witterungslage betreiben zu können, damit nur der tatsächlich zu verbrauchende Strom erzeugt wird.

Um einen Verbund von Kraftwerksanlagen steuern zu können, ist jedoch eine genaue Kenntnis der gesamten Datenlage erforderlich, um bei einzelnen Anlagen und/oder einzelnen Komponenten einer Anlage steuernd eingreifen zu können. Insbesondere ist es wichtig, eine derartige Steuerung in Echtzeit vornehmen zu können, da sich Witterungsverhältnisse schnell ändern können. Da moderne konventionelle Kraftwerksanlagen einen breiten und auch schnellen Laständerungsbereich aufweisen, sind die technischen Voraussetzungen für schnelle Anpassungen bei einem plötzlichen Rückgang der Stromeinspeisung aus Windkraft- oder Photovoltaikanlagen gegeben. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass konventionelle Kraftwerke zukünftig häufiger als bisher in der Teillast betrieben

werden und sich mehrmals täglich die Betriebszustände ändern. Dies gilt insbesondere für moderne Braunkohlekraftwerke, die durch verbesserte Prozesse ähnliche Flexibilitätswerte wie erdgasbefeuerte Gas- und Dampfturbinenkraftwerke aufweisen.

Des Weiteren hat sich die Bereitstellung von Sensorsignalen durch neue Technologien deutlich verbessert, so dass Sensorsignale mit Abtastzeiten von weniger als 10  $\mu$ s eingelesen werden können. Es stehen Echtzeitsysteme zur Verfügung, die eine zeitliche Auflösung von weniger als 100 ns möglich machen. Damit können sehr schnell die Prozessparameter eines Anlagenprozesses erfasst werden und in Echtzeit einer Auswertung zugeführt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, die Analyse zumindest eines produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses und/oder Prozessschrittes, der in einer Anlage abläuft, insbesondere einer Kraftwerksanlage und/oder Industrieanlage, und/oder in einem Verbund von mehreren Anlagen, insbesondere Kraftwerksanlagen, zu verbessern. Insbesondere soll eine Lösung geschaffen werden, mit der der Wirkungsgrad einer Kraftwerksanlage und/oder Industrieanlage gesteigert werden kann.

Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Messdaten von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparametern des Prozesses und/oder Prozessschrittes ermittelt werden und an ein Speicherelement übermittelt werden, die Messdaten von dem Speicherelement in zumindest eine Rechneinheit importiert werden, die Messdaten durch Anwenden einer ersten Datenmanagement-Applikation in der Rechneinheit verarbeitet werden, wobei aus den Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden, und dass die virtuellen Kenndaten von der Rechneinheit zu dem Speicherelement übertragen werden, wobei aus den virtuellen Kenndaten und den Zustandsmessdaten Kennwerte mittels einer zweiten Datenmanagement-Applikation berechnet werden, und die berechneten Kennwerte und/oder die virtuellen Kenndaten und/oder die Messdaten für eine Analyse des Prozesses und/oder Prozessschrittes genutzt werden.

Weiterhin wird die Erfindung gelöst durch ein System der eingangs näher bezeichneten Art, umfassend zumindest eine Messstelle zur Ermittlung von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparametern des Prozesses und/oder Prozessschrittes, ein Speicherelement zur Speicherung der Messdaten und weiterer Daten, zumindest eine Rechneinheit, die über eine datenübertragende Leitungsverbindung mit dem Speicherelement verbunden ist und zumindest eine Datenmanagement-Applikation, welche die Messdaten und/oder Daten verarbeitet, und zumindest einer Visualisierungseinheit zur visuellen Darstellung der Messdaten und der Daten.

Des Weiteren wird die Erfindung gelöst durch ein Computerprogramm-Produkt der eingangs näher bezeichneten Art, umfassend ein materielles computerlesbares Speichermedium, worin ein computerlesbarer Programmcode verkörpert ist, wobei der computerlesbare Programmcode Folgendes beinhaltet: Ermitteln von Messdaten physikalischer und/oder chemischer Zustandsparameter des Prozesses und/oder Prozessschrittes; Übermitteln der Messdaten in ein Speicherelement; Importieren der Messdaten von dem Speicherelement in zumindest eine autonome, computergestützte Rechneinheit; Verarbeiten der Messdaten durch Anwenden einer ersten Datenmanagement-Applikation in der Rechneinheit, wobei aus den Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden; Übertragen der virtuellen Kenndaten von der Rechneinheit zu dem Speicherelement; Berechnen von Kennwerten aus den virtuellen Kenndaten und den Messdaten mittels einer zweiten Datenmanagementapplikation in der(den) Rechneinheit(en); und Nutzen der Kennwerte und/oder der virtuellen Kenndaten und/oder der Messdaten für eine Analyse des Prozesses und/oder Prozessschrittes.

Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Mit der Erfindung wird ein zentrales Datenmanagement für die Analyse und Überwachung in einer Anlage ablaufender Prozesse und/oder Prozessschritte zur Verfügung gestellt, bei der die ermittelten Messdaten von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparameter eines Prozesses und/oder Prozessschrittes in einer

zentralen Datei eines Speicherelementes gespeichert werden, diese Daten in dezentralen Rechneinheiten verarbeitet werden, wobei aus den gemessenen Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden, die wiederum zentral in dem Speicherelement gespeichert werden. In der Rechneinheit werden aus den Messdaten und den Kenndaten weitere Kennwerte berechnet. Jede Rechneinheit hat somit Zugriff auf die in dem Speicherelement abgelegten gemessenen Messdaten und die virtuellen Kenndaten, so dass die Rechneinheiten über das gemeinsame Speicherelement miteinander vernetzt sind. Diese Daten sowie die berechneten Kennwerte können nun genutzt werden, um einen oder mehrere in der Anlage ablaufenden Prozess und/oder Prozessschritt zu analysieren.

Während des Betriebs der Anlage werden die ablaufenden Prozesse/Prozessschritte fortlaufend überwacht und neue Messdaten, insbesondere an verschiedenen Messstellen der Anlage ermittelt, die wiederum in dem Speicherelement abgelegt werden. Es erfolgt nun wieder eine Berechnung von Kenndaten aus diesen neu gemessenen Messdaten, aus denen Kennwerte abgeleitet werden, die wiederum für die Analyse genutzt werden können. Hierdurch ist eine iterative und dynamische Anpassung der Analyse an sich ändernde Rahmenbedingungen ermöglicht. Insbesondere können Messdaten von verschiedenen Messstellen einer Anlage verwendet werden, aus denen virtuelle Kenndaten und daraus abgeleitete Kennwerte gebildet werden, die die Verknüpfung von ablaufenden Prozessen abbilden können und damit für die Analyse von komplexen Anlagenprozessen geeignet sind. Dadurch entsteht ein System aus autonomen, parallel arbeitenden Rechneinheiten, die durch Selbstorganisation die Reihenfolge der Berechnungen bestimmen und die Informationen realer und virtueller Messstellen zu Kennzahlen des Gesamtsystems verdichten.

Insbesondere sieht die Erfindung vor, mit den Kennwerten und/oder virtuellen Kenndaten und/oder den Messdaten in der Anlage ablaufende Prozesse und/oder Prozessschritte zu regeln und/oder zu steuern.

Damit ergibt sich eine hohe Wirksamkeit der Steuerung von ablaufenden Prozessen und/oder Prozessschritten der Anlage, wodurch insgesamt der Wirkungsgrad sowie die Sicherheit der Kraftwerksanlage erhöht werden kann. Da alle Rechneinheiten

direkt auf die gleichen Daten in dem Speicherelement zugreifen können, sind kurze Reaktionszeiten für die Steuerung der Anlage ermöglicht. Da eine Verknüpfung von mehreren ablaufenden Prozessen ermöglicht ist, kann hierdurch insgesamt der Wirkungsgrad der Anlage gesteigert werden, da eine gegenseitige Optimierung ermöglicht ist.

In einer Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass das Speicherelement eine Komponente eines Servers ist, der Datentransaktionen zwischen dem Speicherelement und der/den Rechneinheit(en) steuert, überwacht und protokolliert.

Daher ist die Rechneinheit auch vorteilhafterweise als sich selbst organisierende Rechneinheit ausgebildet, die als Client des Servers konfiguriert ist, wobei vorzugsweise eine Mehrzahl von identisch aufgebauten Rechneinheiten mit dem Server verbunden ist.

Gemäß eines weiteren Aspektes der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kennwerte und/oder die virtuellen Kenndaten und/oder die Messdaten visualisiert werden. Hierdurch ist insbesondere für das Betriebspersonal einer Kraftwerksanlage eine einfache Erfassung der Daten und Werte ermöglicht.

Bei den Messdaten handelt es sich es sich um reale Messdaten von physikalischen und/oder chemischen Parametern eines ablaufenden Prozesses und/oder Prozessschrittes, die an einer oder mehreren Messstellen in und/oder bei der Anlage erfasst werden. Bei den Messdaten kann es sich beispielsweise um die Angabe einer Temperatur, einer Geschwindigkeit oder einer Stoffmenge und dergleichen handeln.

Insbesondere sieht die Erfindung vor, dass die Messdaten/Kenndaten/Kennwerte als Datenvektoren dargestellt werden, da hierdurch eine elektronische Datenverarbeitung gut möglich ist. Vorteilhafterweise beinhaltet ein Datensektor zumindest eine Angabe über eine Identifikation, eine Zeitangabe und zumindest einen Zahlenwert. Damit können die von einer Messstelle gelieferten Daten genau hinsichtlich des Ortes, der Zeit und des(der) Werte(s) zugeordnet werden.

Bei der Identifikationsangabe handelt es sich dabei insbesondere um den realen Ort einer Messstelle/Sensors/Messfühlers, aber es kann sich auch um eine virtuelle Angabe handeln, die einen beliebigen Ort oder Zustand innerhalb einer Anlage bezeichnet.

In einer Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass die Anlage eine Kraftwerksanlage und/oder eine Industrieanlage ist. Insbesondere werden in der Kraftwerksanlage fossile und/oder nachwachsende Brennstoffe verbrannt und/oder CO<sub>2</sub> aus Rauchgasen abgetrennt. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt somit insbesondere eine verbesserte Analyse von beispielsweise bei der Verbrennung in einer Kraftwerksanlage ablaufenden Prozessen und/oder Prozessschritten und/oder von Produktionsprozessen in einer Industrieanlage.

In einer Weiterentwicklung sieht die Erfindung vor, dass die Kraftwerksanlage als Windkraftanlage und/oder Solaranlage und/oder Biogasanlage ausgebildet ist und die dort ablaufenden Prozesse und/oder Prozessschritte überwacht werden. Hierzu gehören dabei die Überwachung der Witterungsverhältnisse, da sich z.B. aus der Sonnenscheindauer die Leistung einer Photovoltaikanlage ableiten lässt, oder aus der Windstärke die Rotorgeschwindigkeit der Rotoren einer Windkraftanlage.

In einer besonderen Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass es sich bei der (den) Rechneinheit(en) um sich selbst organisierende Rechneinheiten handelt, die als Client eines Servers konfiguriert ist. Jede dieser Rechneinheiten ist somit autonom und kann somit die an sie gestellten Aufgaben selbstständig erledigen. Insbesondere arbeiten die einzelnen Rechneinheiten unabhängig voneinander und unabhängig von einer übergeordneten Steuerung. Gesteuert wird die Arbeit einer Rechneinheit vielmehr von den zur Verfügung stehenden Messdaten zu einem bestimmten Zeitpunkt in dem Server. Alle Rechneinheiten können unabhängig voneinander und gleichzeitig auf den Server zugreifen, insbesondere über standardisierte Schnittstellen, wie beispielsweise eine OPC-Schnittstelle. Bei der Datenbank/den Datenbanken des Servers handelt es sich insbesondere um relationale Datenbanksysteme, um eine Vielzahl von Daten schnell und flexibel verarbeiten zu können und diese zur Verfügung zu stellen. Ein Update der Konfiguration erfolgt mittels eines Remote-Transfers von dem Server an die Rechneinheiten.

Durch eine solche erfindungsgemäße Ausgestaltung kann der Wirkungsgrad und die Flexibilität der Anlage verbessert werden, da die Selbstorganisation der Rechneinheiten bewirkt, dass eine Berechnung allein aufgrund von vorliegenden Messdaten, die in dem Speicher des Servers abgelegt sind, stattfindet. Hierdurch ist es insbesondere möglich, mehrere Anlagen miteinander zu kombinieren, da die Steuerung mittels der in einem Speicher bzw. einer Bibliothek eines, insbesondere zentralen Servers abgelegten Messdaten erfolgt, und nicht von der Anlage oder einer übergeordneten Überwachungseinheit gesteuert wird. In der Bibliothek können des Weiteren Konfigurationsvorschriften abgelegt sein, die sich auf Anzahl der zu verwendenden Messdaten, die logischen Regeln und Algorithmen zur Erstellung von virtuellen Kenndaten, die Angabe der Ablage der virtuellen Kenndaten im Speicher des Servers oder dergleichen beziehen. Insbesondere können verschiedene Optimierungsalgorithmen vorgesehen sein, wie z.B. heuristische numerische Lösungsverfahren für multivariante Optimierungsprobleme, wie z.B. genetische Algorithmen, evolutionäre Mehrzieloptimierung, Mehrzieloptimierung mit neuronalen Netzen und Evolutionsstrategien.

Des Weiteren können die Rechneinheiten durch den Datenaustausch mit einer zentralen Einheit in Echtzeit arbeiten, da ein schneller Datentransfer ermöglicht ist und zu jedem Zeitpunkt eine präzise Abbildung der ablaufenden Prozesse/Prozessschritte einer Anlage durch die gespeicherten Daten im Speicherelement gegeben ist.

Insbesondere kann dadurch die Anzahl von Anlagen in einem Verbund ständig erhöht werden, so dass komplexe Gebilde wie die Kombination von Windkraftanlagen mit Kraftwerksanlagen für fossile Brennstoffe wie Braunkohle anhand der in einer Bibliothek des zentralen Servers abgelegten Konfigurationsvorschriften in einem sich selbst organisierenden Prinzip gesteuert werden. Durch Änderung und/oder Erweiterung der Bibliothek können beliebige Kraftwerkstypen analysiert und überwacht werden. Damit ist mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens eine einfache Realisierung der Überwachung und Steuerung auch eines komplexen Kraftwerksparks beispielsweise bestehend aus konventionellen Kraftwerken und aus Kraftwerken, die mit erneuerbaren Energien

wie Biogas, Windkraft und Sonnenenergie betrieben werden, möglich. So können in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen die konventionellen Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen sehr schnell abgeschaltet oder wieder zugeschaltet werden, wodurch der Wirkungsgrad des Gesamtparks verbessert wird, da nur die tatsächlich verbrauchte Strommenge produziert wird. Zudem kann hierdurch die Stabilität der Stromversorgung und der Stromnetze gewährleistet werden. Durch ständige Online-Leistungsmessungen beispielsweise der Rotoren einer Windkraftanlage und eine exakte Wetterprognose können die zu erwartenden Leitungen in den kommenden Minuten und Stunden sehr genau abgeschätzt werden und damit vorausschauend daran der Betriebszustand eines konventionellen Kraftwerks angepasst werden.

Insbesondere ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine erste Gruppe von Kennwerten aus einer Differenzbildung zwischen den Messdaten und den virtuellen Kennwerten berechnet wird. Aus dem Vergleich zwischen den virtuellen Kennwerten und den Messdaten, dargestellt durch bestimmte Kennwerte, kann dann das Erfordernis einer Steuerung oder Regelung abgeleitet werden.

Insbesondere ist dabei vorgesehen, dass auch noch weitere Kennwerte durch andere logische Verknüpfungen und Algorithmen gebildet werden, so dass eine Hierarchie von Kennwerten entsteht. Die logischen Verknüpfungen und die Algorithmen sind an die ablaufenden Prozesse in der Anlage angepasst und können jederzeit geändert werden. Bei einem Anlagenprozess kann es sich beispielsweise um einen Verfahrensschritt bei der Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus Rauchgasen handeln, oder um die einzelnen Verfahrensschritte bei dem Betrieb einer Mühle für Braunkohle oder bei den Verbrennungsprozessen von Braunkohle/Steinkohle/biologischen Brennstoffen. Geänderte Algorithmen und Konfigurationsvorschriften werden in einem Remote-Verfahren von dem Server an die Rechereinheiten weitergeleitet. Durch die Hierarchie der Kennwerte kann abgeschätzt werden, welche Kennwerte eine besonders herausragende Bedeutung haben, da diese an der Spitze der Hierarchiepyramide stehen.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kennwerte und die übrigen Daten nicht nur für eine Analyse der in der Anlage ablaufenden Prozesse und/oder Prozessschritte genutzt werden, sondern auch für

deren Regelung und Steuerung. Hierdurch ist eine Optimierung der Prozesse und Prozessschritte in einer Anlage in einer Weise möglich, dass insgesamt ein verbesserter Wirkungsgrad der Anlage(n) erreicht werden kann.

In einer Weiterentwicklung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei bestimmten Kennwerten wie dem Überschreiten eines Schwellenwertes, insbesondere bei der Bildung der Differenz zwischen den Messdaten und den virtuellen Kenndaten ein Alarm ausgelöst wird. Hierdurch kann sehr schnell auf Anomalitäten oder Besonderheiten bei bestimmten Prozessen in der Anlage reagiert werden.

Um eine hohe Sicherheit der Daten vor Ausspähen und einem illegalen Missbrauch zu vermeiden, ist vorgesehen, dass beim Übermitteln der Messdaten von der Messstelle in das Speicherelement des Servers eine Authentifizierung und Identifizierung durchgeführt wird, um Datenmanipulationen ausschließen zu können. Hierbei können übliche kryptographische Verfahren verwendet werden, wie eine Verschlüsselung oder Chiffrierung.

Es ist daher vorteilhafterweise auch vorgesehen, dass ein Protokoll über die ermittelten Messdaten erstellt wird, so dass eine Archivierung von Zustandsmessdaten ermöglicht ist. Hierdurch ist es auch möglich, Trends beispielsweise aufgrund von sich ändernden Witterungsverhältnissen oder jahreszeitliche Schwankungen zu erfassen und zu analysieren.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die Rechneinheit(en) in einem sicheren Remotetransferverfahren von dem Server konfiguriert wird (werden). Hierdurch kann sichergestellt werden, dass alle Rechneinheiten über das gleiche Computerprogramm bzw. die gleichen Konfigurationsvorschriften verfügen und zudem ist damit eine schnelle und kostengünstige Aktualisierung der Computersoftware ermöglicht.

Insbesondere sieht die Erfindung vor, die Visualisierungseinheit als Display der Rechneinheit oder als eine mobile Anzeigeeinheit auszubilden. Insbesondere bei einer mobilen Anzeigeeinheit hat das Bedienpersonal unabhängig von dem Ort der

Leitwarte einen zeitlich und örtlich unbegrenzten Zugriff auf die Kennwerte und Kenndaten der Anlage.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Systems zur Analyse eines oder mehrerer ablaufender Prozesse und/oder Prozessschritte in einer Anlage gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 ein Flussdiagramm eines beispielhaften Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Kraftwerksanlage.

Figur 1 zeigt eine vereinfachte schematische Übersicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Datenmanagementsystems zur Analyse/Überwachung von ablaufenden Prozessen und/oder Prozessschritten in einer Anlage. Wie in Figur 3 schematisch dargestellt, kann es sich bei der Kraftwerksanlage beispielsweise um eine Kraftwerksanlage 1 mit einem Dampferzeuger 2, einer Kohlemühle 3, einer Dampfturbine 4, einem Generator 5, sowie einer Rauchgasentschwefelungsanlage 6 und einem Kühlturm 7 handeln. In der Anlage 1 finden somit eine Reihe von Prozessen und/oder Prozessschritten statt, wobei an mit Sensoren und/oder Messfühlern ausgestatteten Messstellen 8 Messdaten 9 von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparametern des Prozesses/Prozessschrittes wie der Temperatur, der Dichte eines Stoffes, der Durchflussgeschwindigkeit eines Stoffstroms und dergleichen ermittelt werden.

Um die Analyse der Anlage zu verbessern, ist das erfindungsgemäße Datenmanagementsystem 10 vorgesehen. Das System besteht aus einem Sender 11, der die an einer Messstelle 8 ermittelten Messdaten 9 an ein Speicherelement 12 eines, vorzugsweise zentralen Servers weiterleitet. Der Server kann als

Personalcomputer, Netzwerkcomputer oder auch Großrechner ausgebildet sein und weist eine Datenbank zur Speicherung von Daten auf. Auf das Speicherelement 12 des Servers können ein oder mehrere Rechereinheiten 13 zugreifen, die die in dem Speicherelement 12 gespeicherten Daten abrufen und mittels einer Datenmanagementapplikation verarbeiten. Sobald die Daten in der Rechereinheit 13 verarbeitet worden sind, können die verarbeiteten Daten zur Speicherung in die Datenbank des Speicherelements 12 übertragen werden. Die in dem Speicherelement 12 gespeicherten Daten können auf einer Visualisierungseinheit 14 visuell dargestellt werden.

Die Datenverbindungen zwischen dem Sender 11, dem Speicherelement 12, den Rechereinheiten 13 und den Visualisierungseinheiten 14 können innerhalb eines Netzwerkes stattfinden, das die Kommunikationsvorgänge zwischen den verschiedenen Einheiten des Systems 10 steuert. Das Netzwerk kann ein gemeinsam verwendetes öffentliches oder privates Netzwerk sein, es kann sich um ein Fernnetzwerk beziehungsweise ein WAN (Wide Area Network) handeln oder ein lokales Netzwerk beziehungsweise LAN (Local Area Network) umfassen und kann durch irgendeine geeignete Kombination von drahtgebundenen und/oder drahtlosen Kommunikationsnetzwerken eingerichtet sein. Weiterhin kann das Netzwerk ein Intranet oder das Internet aufweisen.

Bei dem Sender 11 handelt es sich vorzugsweise um die Messstellen 8, wobei aber auch von den Messstellen 8 getrennte Sendereinrichtungen vorgesehen sein können, die die an den Messstellen 8 ermittelten Messdaten 9 an das Speicherelement 12 weiterleiten.

Das Speicherelement 12 kann ein oder mehrere Datenbanken aufweisen, in denen die empfangenen Daten gespeichert werden. Bei dem Speicherelement 12 kann es sich um Flashdatenspeicher, Magnetspeicher, optische Speicher oder sonstige Speichermedien handeln.

Bei den Visualisierungseinheiten 14 kann es sich um das Display der Rechereinheiten 13 handeln oder um mobile Bildschirme, die vorteilhafterweise als berührungsempfindlicher Bildschirm (Touchscreen) ausgebildet sind. Der zentrale

Server beinhaltet neben dem Datenspeicher selbst eine Vielzahl von Funktionen, und insbesondere neben der Verwaltung und Speicherung der Daten werden über den zentralen Server neue Applikationen und Softwareweiterentwicklungen, die vorzugsweise in einer Bibliothek gespeichert sind, an die Rechneinheiten 13 in einem Remoteverfahren weitergeleitet.

Die Anzahl der hier dargestellten Rechneinheiten 13 stellt nur eine schematische Darstellung dar, da grundsätzlich eine Anlage mit einer Vielzahl von Rechneinheiten 13 ausgestattet sein kann. Insbesondere ist vorgesehen, dass bei einem Verbund von mehreren Kraftwerksanlagen 1 jeweils zumindest eine Rechneinheit 13 einer Anlage zugeordnet ist, und diese Rechneinheiten 13 mit dem gemeinsamen Server verbunden sind.

Figur 2 zeigt den Ablauf der einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Analyse und von in einer Anlage ablaufender Prozesse und Prozessschritte. Der Ablauf startet im Schritt 300 mit der Messung von Messdaten, die vorzugsweise als Datenvektoren dargestellt sind und eine Angabe über eine Identifikation der Messstelle 8, eine Zeitangabe und zumindest einen Zahlenwert beinhalten. Im Schritt 310 werden die Messdaten an das Speicherelement 12 des Servers weitergeleitet und dort gespeichert. Diese Messdaten werden von einer Rechneinheit 13 abgerufen im Schritt 320. In der Rechneinheit 13 werden diese Messdaten dann zu virtuellen Kenndaten mittels einer Datenmanagementapplikation verarbeitet in einem Schritt 330. Als nächstes werden die erstellten virtuellen Kenndaten in einem Schritt 340 zurück in das Speicherelement 12 übertragen und dort gespeichert. Aus den Messdaten und den Kenndaten werden dann im Schritt 350 entweder in dem Server oder in einer oder mehrerer der Rechneinheiten 13 Kennwerte erstellt. Diese Kennwerte können zusammen mit den Kenndaten und/oder den Messdaten in einem Schritt 360 visuell dargestellt werden. In einem Schritt 370 werden diese Daten und Kennwerte für eine Analyse und insbesondere Steuerung und Regelung der in einer Anlage ablaufenden Prozesse und Prozessschritte verwendet.

Die einzelnen Rechneinheiten 13 sind als Client des Servers konfiguriert, so dass die Vorschriften, Algorithmen und Rechenregeln zur Berechnung von virtuellen

Kenndaten von dem Server vorgegeben werden. Insbesondere können die in den Speicher 12 des Servers eingestellten Zustandsmessdaten als Trigger für den Start eines Rechenvorgangs verwendet werden. Somit ist eine Berechnung von Kenndaten aus den Messdaten in Echtzeit ermöglicht, wobei verschiedene Rechereinheiten 13 zeitgleich auf die zentral in dem Speicher 12 des Servers abgelegten Messdaten zugreifen können. Somit wird allein durch die Bibliothek/Datenbank im Server festgelegt, ob eine Berechnung in einer Rechereinheit 13 stattfindet. Durch Änderung oder Erweiterung der Bibliothek kann die Analyse und Überwachung einer Anlage oder mehrerer Anlagen beliebig ergänzt, erweitert oder angepasst werden. Hierdurch ist es möglich, dass die Rechenumsetzung vollständig unabhängig von bestimmten Eigenschaften der Rechereinheiten 13 ist. Durch das Remoteverfahren können die Rechereinheiten 13 schnell und flexibel an ihre spezifischen Anforderungen angepasst werden.

Das erfindungsgemäße Analysesystem kann somit zur Überwachung und Steuerung einer Anlage verwendet werden. Es können reale und virtuelle Messwerte miteinander verknüpft werden, so dass die Informationen von mehreren Messstellen gebündelt werden können. Somit können in einer einfachen Realisierung sehr komplexe Überwachungsregeln verwirklicht werden. Die Steuerung der Anlage erfolgt auf der Basis der Werte realer und virtueller Messstellen bzw. dem Vergleich von virtuellen mit realen Messstellen. Darauf aufbauend können Regelungen umgesetzt werden. Da im Speicherelement 12 des Servers virtuelle Kenndaten in gleicher Weise wie reale Messdaten gespeichert werden, ist eine umfassende Analyse und damit auch Steuerung und Überwachung von in der Anlage ablaufenden Prozessen in einfacher Weise ermöglicht.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Analyse zumindest eines in einer Anlage ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschrittes, welcher die folgenden Schritte umfasst:
  - a. Ermitteln von Messdaten physikalischer und/oder chemischer Zustandsparameter des Prozesses und/oder Prozessschrittes;
  - b. Übermitteln der Messdaten in ein Speicherelement;
  - c. Importieren der Messdaten von dem Speicherelement in zumindest eine autonome, computergestützte Rechneinheit;
  - d. Verarbeiten der Messdaten durch Anwenden einer ersten Datenmanagement-Applikation in der Rechneinheit, wobei aus den Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden;
  - e. Übertragen der virtuellen Kenndaten von der Rechneinheit zu dem Speicherelement;
  - f. Berechnen von Kennwerten aus den virtuellen Kenndaten und den Messdaten mittels einer zweiten Datenmanagementapplikation in der(den) Rechneinheit(en); und
  - g. Nutzen der Kennwerte und/oder der virtuellen Kenndaten und/oder der Messdaten für eine Analyse des Prozesses und/oder Prozessschrittes.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Kennwerten und/oder den virtuellen Kenndaten und/oder den Messdaten der/die Prozess(e) und/oder der/die Prozessschritt(e) geregelt und/oder gesteuert wird (werden).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Speicherelement eine Komponente eines Servers ist, der Datentransaktionen zwischen dem Speicherelement und der (den) Rechneinheiten steuert, überwacht und protokolliert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dass die Rechneinheit eine sich selbst organisierende Rechneinheit ist, die als Client des Servers konfiguriert ist,

wobei vorzugsweise eine Mehrzahl von identisch aufgebauten Rechneinheiten mit dem Server verbunden ist.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten und/oder die virtuellen Kenndaten und/oder die Kennwerte visualisiert werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten real sind und an einer und/oder mehreren Messstelle(n) der Anlage ermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten und Kenndaten und Kennwerte als Datenvektoren dargestellt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Datenvektor zumindest eine Angabe über eine Identifikation (ID), eine Zeitangabe und einen Zahlenwert enthält.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Identifikation (ID) der reale Ort einer Messstelle/Sensors/Messfühlers oder eine virtuelle Angabe ist.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Prozesse und/oder Prozessschritte bei einer Kraftwerksanlage und/oder einer Industrieanlage analysiert und/oder überwacht werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass Prozesse und/oder Prozessschritte bei der Verbrennung von fossilen und/oder erneuerbaren Brennstoffen in einer Kraftwerksanlage analysiert und/oder überwacht werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass Prozesse und/oder Prozessschritte bei der Abtrennung von CO<sub>2</sub> aus Rauchgasen analysiert und/oder überwacht werden.
13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass Prozesse und/oder Prozessschritte bei einer Windkraftanlage und/oder einer Solaranlage analysiert und/oder überwacht werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 - 13, dass Prozesse und/oder Prozessschritte in einem Verbund aus Kraftwerksanlagen, insbesondere aus konventionellen Kraftwerksanlagen und solchen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden, analysiert und/oder gesteuert werden.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Gruppe von Kennwerten durch eine Differenzbildung zwischen den Messdaten und den virtuellen Kennwerten berechnet wird und/oder dass weitere Kennwerte durch andere logische Verknüpfungen und Algorithmen oder Konfigurationsvorschriften gebildet werden, so dass eine Hierarchie von Kennwerten entsteht.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass beim Überschreiten eines Schwellenwertes bei den Kennwerten, insbesondere bei der Bildung der Differenz zwischen den Messdaten und den virtuellen Kennwerten, ein Alarm ausgelöst wird.
17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass beim Übermitteln der Messdaten in das Speicherelement eine Authentifizierung und Identifizierung durchgeführt wird, um eine Datenmanipulationen auszuschließen.
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Protokoll über die ermittelten Messdaten erstellt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 - 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechereinheit(en) in einem sicheren Remote-Transfer von dem Server konfiguriert wird (werden).
20. System zur Analyse eines oder mehrerer in einer oder mehreren Anlage(n) ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschritts, umfassend  
zumindest eine Messstelle zur Ermittlung von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparametern des Prozesses und/oder Prozessschrittes;  
zumindest ein Speicherelement zur Speicherung der Messdaten und weiterer Daten;  
zumindest eine autonome, computergestützte Rechereinheit, die über eine datenübertragende Leitungsverbindung mit dem Speicherelement verbunden ist und zumindest eine Datenmanagement-Applikation umfasst, welche Messdaten und/oder Daten verarbeitet, und  
zumindest eine Visualisierungseinheit zur visuellen Darstellung der Messdaten und der Daten.
21. System nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage eine Kraftwerksanlage und/oder eine Industrieanlage ist, die über eine oder mehrere Messstellen zur Ermittlung von Messdaten von physikalischen und/oder chemischen Zustandsparametern des Prozesses und/oder Prozessschrittes verfügt.
22. System nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Speicherelement in einem Server angeordnet ist
23. System nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Rechereinheit eine sich selbst organisierende Rechereinheit ist, die als Client des Servers konfiguriert ist, wobei vorzugsweise eine Mehrzahl von identisch aufgebauten Rechereinheiten mit dem Server verbunden ist.
24. System nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Anlagen vorgesehen ist, die jeweils über zumindest eine Rechereinheit verfügen, die mit dem Server verbunden ist.

25. System nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Server eine Datenbank mit Vorgaben zur Bearbeitung der Messdaten und Daten enthält und derart eingerichtet ist, um die Rechneinheiten in einem Remote-Verfahren zu konfigurieren.
26. System nach einem der Ansprüche 20 – 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Messdaten als Datenvektoren darstellbar sind.
27. System nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass ein Datenvektor zumindest eine Angabe über eine Identifikation (ID), eine Zeitangabe und einen Zahlenwert enthält.
28. System nach einem der Ansprüche 20 - 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Visualisierungseinheit als Display der Rechneinheit oder als eine mobile Anzeigeeinheit ausgebildet ist.
29. Computerprogramm-Produkt zur Analyse zumindest eines in einer Anlage ablaufenden produktionstechnischen und/oder verfahrenstechnischen Prozesses oder Prozessschrittes, wobei das Datenprogramm-Produkt folgendes umfasst:  
ein materielles computerlesbares Speichermedium, worin ein computerlesbarer Programmcode verkörpert ist, wobei der computerlesbare Programmcode Folgendes beinhaltet:
- h. Ermitteln von Messdaten physikalischer und/oder chemischer Zustandsparameter des Prozesses und/oder Prozessschrittes;
  - i. Übermitteln der Messdaten in ein Speicherelement;
  - j. Importieren der Messdaten von dem Speicherelement in zumindest eine autonome, computergestützte Rechneinheit;
  - k. Verarbeiten der Messdaten durch Anwenden einer ersten Datenmanagement-Applikation in der Rechneinheit, wobei aus den Messdaten virtuelle Kenndaten berechnet werden;
  - l. Übertragen der virtuellen Kenndaten von der Rechneinheit zu dem Speicherelement;

- m. Berechnen von Kennwerten aus den virtuellen Kenndaten und den Messdaten mittels einer zweiten Datenmanagementapplikation in der(den) Rechereinheit(en); und
- n. Nutzen der Kennwerte und/oder der virtuellen Kenndaten und/oder der Messdaten für eine Analyse des Prozesses und/oder Prozessschrittes.

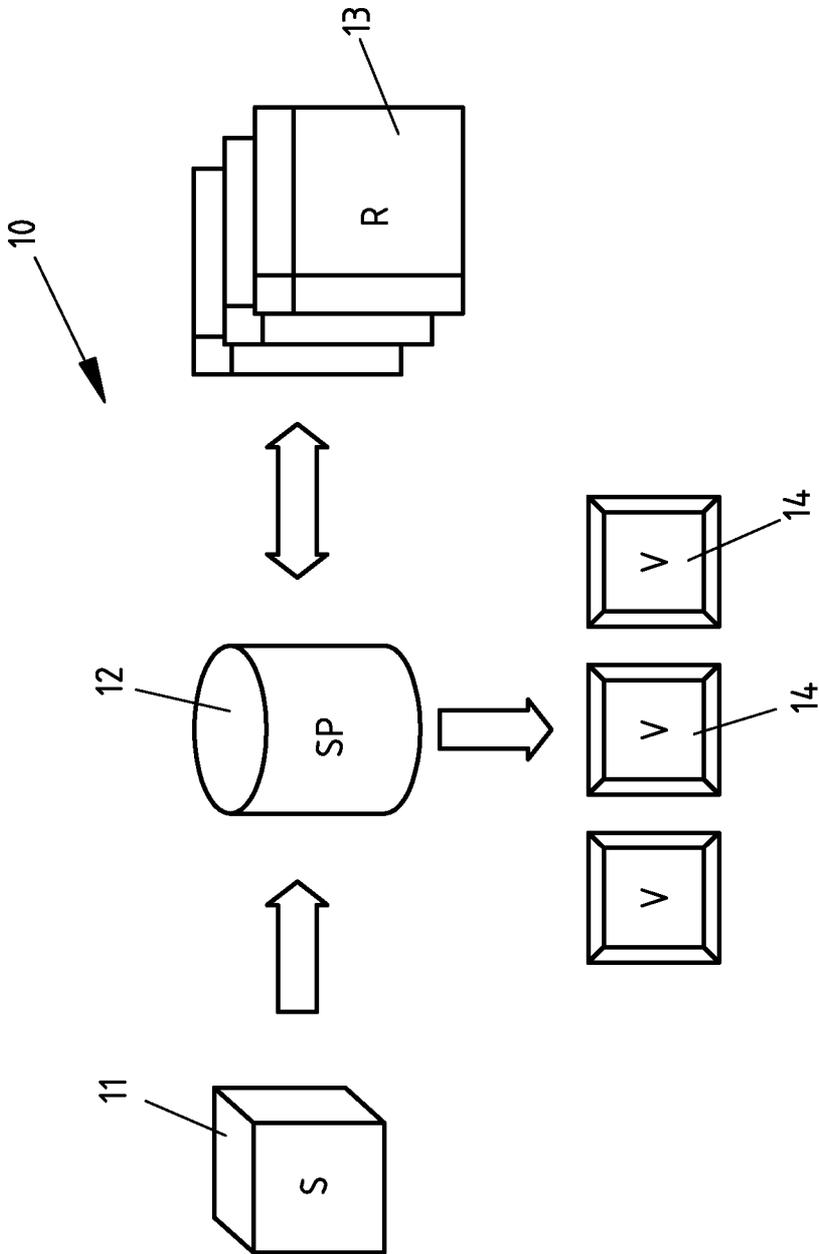


FIG.1

2/3

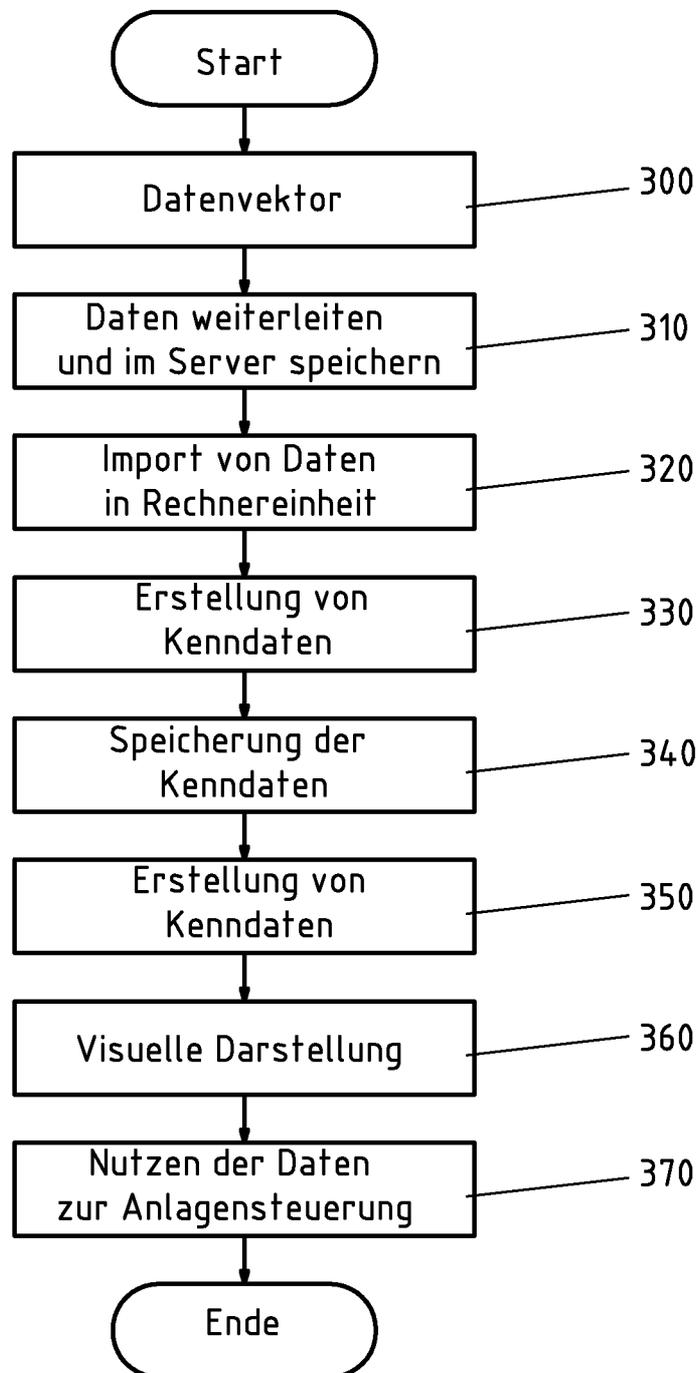


FIG.2

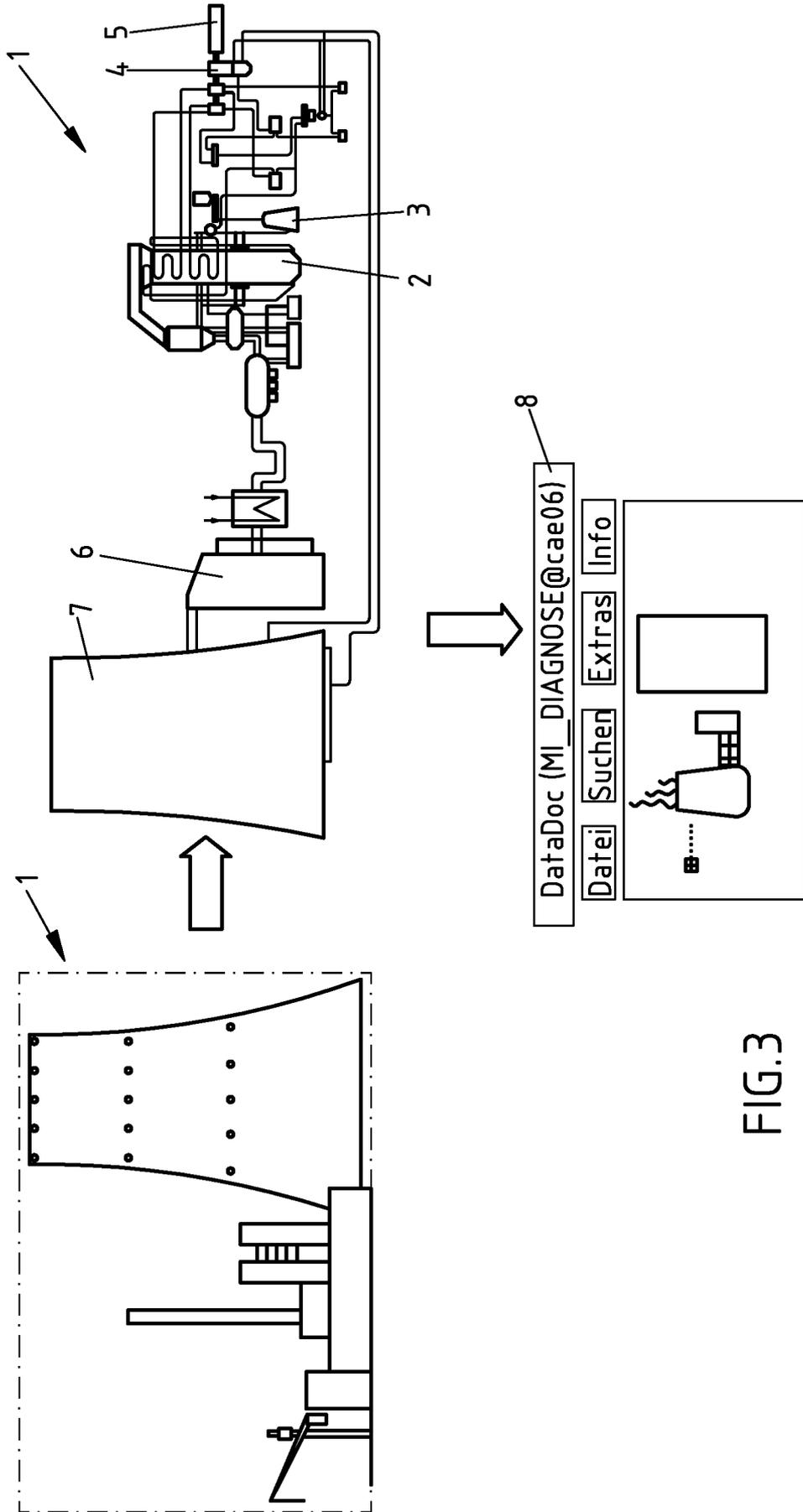


FIG.3

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2014/065944

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. G05B23/02 G05B13/04 G06N5/04  
 ADD. H02J3/38 G06Q50/06 G06F11/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 G05B G06F G06N G06Q H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 398 304 A (BAUMAN DOUGLAS A [US] ET AL) 14 March 1995 (1995-03-14)	1,3-14, 17-23, 25-29
Y	column 4, line 5 - line 18 column 8, line 61 - column 9, line 25 column 16, line 48 - line 54 column 7, line 62 - column 8, line 5; figure 4 column 12, line 31 - line 38	2,15,16
Y	US 2009/099667 A1 (SEKIAI TAKAAKI [JP] ET AL) 16 April 2009 (2009-04-16) paragraph [0043]	2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 October 2014	16/10/2014

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Bernard, Eddy
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/065944

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>NEUPERT D ET AL: "MODI-AN EXPERT SYSTEM SUPPORTING RELIABLE, ECONOMICAL POWER PLANT CONTROL", ABB REVIEW, ABB ASEA BROWN BOVERI, ZURICH, CH, no. 6/07, 1 January 1994 (1994-01-01), pages 38-46, XP000460962, ISSN: 1013-3119 page 3, column 3, line 24 - line 31</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,16
Y	<p>CHIANG L H ET AL: "Process monitoring using causal map and multivariate statistics: fault detection and identification", CHEMOMETRICS AND INTELLIGENT LABORATORY SYSTEMS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V. AMSTERDAM, NL, vol. 65, no. 2, 28 February 2003 (2003-02-28), pages 159-178, XP004405757, ISSN: 0169-7439, DOI: 10.1016/S0169-7439(02)00140-5 abstract</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,16
A	<p>US 2007/114796 A1 (GARCES LUIS J [US] ET AL GARCES LUIS JOSE [US] ET AL) 24 May 2007 (2007-05-24) paragraph [0027] - paragraph [0029]; figures 5,6</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-29

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2014/065944
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5398304	A	14-03-1995	JP H06214613 A US 5398304 A	05-08-1994 14-03-1995
-----				
US 2009099667	A1	16-04-2009	CN 101379447 A JP 4573783 B2 JP 2007241624 A US 2009099667 A1 WO 2007102269 A1	04-03-2009 04-11-2010 20-09-2007 16-04-2009 13-09-2007
-----				
US 2007114796	A1	24-05-2007	CN 1982703 A EP 1813807 A2 US 2007114796 A1	20-06-2007 01-08-2007 24-05-2007
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G05B23/02	G05B13/04
		G06N5/04
ADD.	H02J3/38	G06Q50/06
		G06F11/30
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
G05B G06F G06N G06Q H02J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 398 304 A (BAUMAN DOUGLAS A [US] ET AL) 14. März 1995 (1995-03-14)	1,3-14, 17-23, 25-29
Y	Spalte 4, Zeile 5 - Zeile 18 Spalte 8, Zeile 61 - Spalte 9, Zeile 25 Spalte 16, Zeile 48 - Zeile 54 Spalte 7, Zeile 62 - Spalte 8, Zeile 5; Abbildung 4 Spalte 12, Zeile 31 - Zeile 38	2,15,16
Y	US 2009/099667 A1 (SEKIAI TAKAOKI [JP] ET AL) 16. April 2009 (2009-04-16) Absatz [0043]	2
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
10. Oktober 2014		16/10/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Bernard, Eddy

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>NEUPERT D ET AL: "MODI-AN EXPERT SYSTEM SUPPORTING RELIABLE, ECONOMICAL POWER PLANT CONTROL", ABB REVIEW, ABB ASEA BROWN BOVERI, ZURICH, CH, Nr. 6/07, 1. Januar 1994 (1994-01-01), Seiten 38-46, XP000460962, ISSN: 1013-3119 Seite 3, Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 31</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,16
Y	<p>CHIANG L H ET AL: "Process monitoring using causal map and multivariate statistics: fault detection and identification", CHEMOMETRICS AND INTELLIGENT LABORATORY SYSTEMS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V. AMSTERDAM, NL, Bd. 65, Nr. 2, 28. Februar 2003 (2003-02-28), Seiten 159-178, XP004405757, ISSN: 0169-7439, DOI: 10.1016/S0169-7439(02)00140-5 Zusammenfassung</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	15,16
A	<p>US 2007/114796 A1 (GARCES LUIS J [US] ET AL GARCES LUIS JOSE [US] ET AL) 24. Mai 2007 (2007-05-24) Absatz [0027] - Absatz [0029]; Abbildungen 5,6</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-29

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5398304	A	14-03-1995	JP H06214613 A 05-08-1994 US 5398304 A 14-03-1995
-----			
US 2009099667	A1	16-04-2009	CN 101379447 A 04-03-2009 JP 4573783 B2 04-11-2010 JP 2007241624 A 20-09-2007 US 2009099667 A1 16-04-2009 WO 2007102269 A1 13-09-2007
-----			
US 2007114796	A1	24-05-2007	CN 1982703 A 20-06-2007 EP 1813807 A2 01-08-2007 US 2007114796 A1 24-05-2007
-----			