

(19)



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

(11)

N° de publication :

LU505083

(12)

BREVET D'INVENTION**B1**

(21)

N° de dépôt: LU505083

(22)

Date de dépôt: 12/09/2023

(51)

Int. Cl.:

H04L 41/0806, H04L 41/0895, H04L 41/122, H04L
41/0823, H04L 43/08, H04L 43/0876, H04L 41/0816, H04L
43/20, H04L 41/14

(30)

Priorité:

(72)

Inventeur(s):

BOYSEN Gerrit – Deutschland

(43)

Date de mise à disposition du public: 13/03/2025

(74)

Mandataire(s):

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG –
32825 Blomberg (Deutschland)

(47)

Date de délivrance: 13/03/2025

(73)

Titulaire(s):

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG – 32825
Blomberg (Deutschland)

(54)

Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Umweltauswirkungen durch ein IT-Netzwerk .

(57)

Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein IT-Netzwerk, nachfolgend als Netzwerk bezeichnet, mit den folgenden Schritten: - computergestütztes Inventarisieren (S1) von Komponenten des Netzwerks; - Bereitstellen und/oder Erfassen (S2) wenigstens eines auslastungsabhängigen Stromverbrauchs von Komponenten des Netzwerks; - Erfassen einer Auslastung (S3) der Komponenten des Netzwerks während eines Modellzeitraums; - Ermitteln des Verbrauchskennwerts (S4) des Netzwerks und/oder der Komponenten basierend auf dem auslastungsabhängigen Energieverbrauch und der Auslastung der Komponenten.



Fig. 1

Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Umweltauswirkungen durch ein IT-Netzwerk

LU505083

GEBIET DER ERFINDUNG

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein IT-Netzwerk, nachfolgend auch als Netzwerk bezeichnet.

10

TECHNISCHER HINTERGRUND

Es existiert eine Vielzahl standardisierter Verbrauchskennwerte von technischen Komponenten.

15

Problematisch an diesen Kennwerten ist die geringe Vergleichbarkeit der Verbrauchskennwerte, da diesen Kennwerten in der Regel unterschiedliche Auslastungen und Nutzungszeiträume zugrunde liegen oder die Verbrauchskennwerte auf einem theoretischen Modell ohne Bezug zur Praxis basieren.

20

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Dementsprechend ist es die Aufgabe der Erfindung einen Verbrauchskennwert für ein individuelles IT-Netzwerk bzw. dessen individuellen Betrieb zu ermitteln.

25

Derart ermittelte Verbrauchskennwerte beziehen sich folglich auf einen individuellen Betreiber sowie auf ein spezifisches Netzwerk.

Somit lassen sich auch die Umweltauswirkungen aufgrund eines komplexen und individuell aufgebauten Netzwerks beurteilen.

30

Demgemäß ist vorgesehen:

35

- ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein IT-Netzwerk, nachfolgend als Netzwerk bezeichnet, mit den folgenden Schritten: computergestütztes Inventarisieren von Komponenten des Netzwerks; Bereitstellen und/oder Erfassen wenigstens eines auslastungsabhängigen Stromverbrauchs der Komponenten des Netzwerks; Erfassen einer Auslastung der

Komponenten des Netzwerks während eines Modellzeitraums; Ermitteln des Verbrauchskennwerts des Netzwerks und/oder der Komponenten basierend auf dem auslastungsabhängigen Energieverbrauch und der Auslastung der Komponenten.

- 5 Kennwerte betreffend Auswirkungen auf die Umwelt dienen dazu, Umweltauswirkungen zu quantifizieren, Umweltschutzmaßnahmen zu überwachen und die Entwicklung nachhaltiger Praktiken und Strategien zu fördern.

10 Verbrauchskennwerte beziehen sich auf den Umwelteinfluss aufgrund eines Energieverbrauchs.

Beispiele für Kennwerte betreffend Auswirkungen auf die Umwelt sind PEF (Product Environmental Footprint), Energieeffizienz, CO₂-Ausstoß, Abfallaufkommen bzw. Recyclingrate und dergleichen.

15 In der IT-Infrastruktur bezieht sich ein Netzwerk auf eine Verbindung von Geräten, Computern, Servern und anderen Geräten, die miteinander kommunizieren können, um Informationen, Daten und Ressourcen auszutauschen. Ein Netzwerk ermöglicht den Datenverkehr und die Kommunikation zwischen verbundenen Geräten über physische oder drahtlose Verbindungen.

20 Ein IT-Netzwerk umfasst verschiedene Komponenten, wie z. B.: Switches und Router, Server, Clients, Firewalls und Sicherheitsgeräte, Kabel oder Schnittstellen für drahtlose Verbindungen.

25 In dieser Patentanmeldung umfasst der Begriff IT-Netzwerk auch Netzwerke mit weiteren Geräten oder Anlagen, sofern diese informationstechnologische Funktionen, etwa den Austausch von Daten zwischen Geräten, gewährleisten. Dementsprechend fallen beispielsweise auch Fertigungsanlagen mit einer Datenverbindung unter den Begriff IT-Netzwerk.

30 IT-Netzwerke sind auch Subnetzwerke eines Gesamtnetzwerks. Ein Subnetzwerk, auch als Netzwerkbereich bezeichnet, ist ein abgegrenzter Abschnitt oder Segment eines Gesamtnetzwerks, der durch spezifische Eigenschaften, Konfigurationen und/oder Sicherheitsrichtlinien charakterisiert ist. Netzwerkbereiche gruppieren Geräte, Ressourcen und/oder Benutzergruppen nach bestimmten Kriterien.

35

Netzbereiche können aufgrund ihrer physischen Position definiert werden. Zum Beispiel LU505083 kann ein LAN in einem bestimmten Gebäude als eigener Netzbereich betrachtet werden.

- 5 Netzbereiche können aufgrund ihrer logischen Segmentierung definiert werden. VLANs (Virtual Local Area Networks) sind ein Beispiel für logische Segmentierung, bei der Geräte auf der Grundlage von Merkmalen wie Funktion oder Benutzergruppen gruppiert werden.

- 10 Netzbereiche können aufgrund ihrer funktionalen Trennung definiert werden. Zum Beispiel kann es separate Bereiche für interne Dienste wie E-Mail-Server, externe Dienste wie Webserver und Gastnetzwerke geben.

- 15 Netzbereiche können aufgrund ihrer Sicherheit definiert werden. Beispielsweise kann ein Subnetzwerk einen Netzbereich vor einer Firewall und ein weiteres Subnetzwerk einen Netzbereich hinter einer Firewall umfassen.

- 20 Netzbereiche können aufgrund ihrer Datenverkehrstypen definiert werden. Unterschiedliche Arten von Datenverkehr (z. B. Sprachdaten, Videodaten, Datenverkehr für spezielle Anwendungen) können in getrennten Bereichen abgegrenzt werden.

- Die Netzwerkinventarisierung ist der Prozess der Erfassung, Dokumentation und/oder Verfolgung von Geräten, Ressourcen und Komponenten in einem Netzwerk.

- 25 Netzwerkinventarisierung kann die Geräteerkennung, Softwareerkennung, IP-Adressverwaltung, Aufzeichnung der Hardware-Spezifikationen, wie beispielsweise Prozessortyp, Arbeitsspeicher, Festplattengröße und Netzwerkschnittstellen, Erfassung der Konfigurationseinstellungen für Netzwerkgeräte, einschließlich Routingtabellen, Firewall-Regeln, Zugriffskontrolllisten und andere Konfigurationsoptionen, Dokumentation der physischen Standorte der Netzwerkgeräte umfassen.

- 30 Ein auslastungsabhängiger Stromverbrauch bezieht sich auf die Veränderung des Energieverbrauchs eines Geräts, einer Komponente oder eines Netzwerks in Abhängigkeit von der Nutzung oder Belastung.

- 35 Die Auslastung einer Elektronikkomponente wird in der Regel anhand eines Prozentsatzes der maximalen Kapazität oder Leistung beschrieben, die die Komponente in einem bestimmten Zeitraum verwendet. Dieser Prozentsatz gibt an, wie viel von der maximalen

Leistungsfähigkeit der Komponente tatsächlich genutzt wird. Die Auslastung kann auch Informationen darüber enthalten, wie lange eine Komponente in einem Zeitraum benutzt wurde. LU505083

Simulation ist ein Verfahren, das verwendet wird, um das Verhalten, die Funktionsweise oder die Eigenschaften eines realen Systems oder Prozesses nachzubilden, ohne das tatsächliche System selbst zu verwenden. Es handelt sich um eine computergestützte Technologie, bei der ein virtuelles System erstellt wird, um verschiedene Szenarien zu untersuchen und vorherzusagen, wie das System auf Veränderungen reagiert.

In der Simulation werden natürliche und/oder technische Modelle, Algorithmen und Software verwendet, um das Verhalten und die Interaktionen von Komponenten in einem System zu analysieren. Dies kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden, von der Simulation von physikalischen Phänomenen in der Natur bis hin zur Nachbildung komplexer industrieller Prozesse.

Ein Strommix bezeichnet die Zusammensetzung der verschiedenen Energiequellen, aus denen Strom für eine Verbrauchsstelle erzeugt wird. Es zeigt, wie viel Prozent der Stromerzeugung auf verschiedene Energieträger entfallen, wie zum Beispiel Kohle, Erdgas, Kernenergie, erneuerbare Energien wie Wind, Sonne, Wasserkraft, Biomasse usw.

Einige Länder können einen hohen Anteil an erneuerbaren Energien in ihrem Strommix haben, während andere stärker auf fossile Brennstoffe wie Kohle und Erdgas setzen. Ferner kann der Strommix zeitlich variabel sein, etwa abhängig von der Sonneneinstrahlung.

Die Topologie eines IT-Netzwerks beschreibt die physische oder logische Struktur, wie Geräte und Komponenten in einem Netzwerk miteinander verbunden sind. Topologie beschreibt, wie die Daten, Informationen und Kommunikation zwischen den Geräten fließen und wie sie miteinander interagieren.

Beispielsweise sind folgende Netzwerk-Topologien bekannt:

Stern-Topologie: In der Stern-Topologie sind alle Geräte direkt mit einem zentralen Knotenpunkt, wie einem Switch oder einem Hub, verbunden. Alle Daten fließen über diesen zentralen Knotenpunkt, der den Datenverkehr zwischen den Geräten steuert.

Ring-Topologie: In der Ring-Topologie sind die Geräte in einem geschlossenen Kreis angeordnet, und jede Verbindung erfolgt zwischen zwei benachbarten Geräten. Die Daten werden in einer Richtung von Gerät zu Gerät übertragen, bis sie ihr Ziel erreichen.

- 5 Bus-Topologie: In der Bus-Topologie sind alle Geräte an einem gemeinsamen Übertragungsmedium, wie einem Kabel, angeschlossen. Die Daten werden über das Medium in beide Richtungen übertragen, und alle Geräte hören die Daten ab.

- 10 Baum-Topologie: Die Baum-Topologie ist eine Kombination aus der Stern- und der Bus-Topologie. Sie besteht aus mehreren Stern-Topologien, die über einen zentralen Bus miteinander verbunden sind. Diese Struktur bildet eine hierarchische Baumstruktur.

- 15 Mesh-Topologie: In der Mesh-Topologie sind alle Geräte direkt miteinander verbunden. Jedes Gerät hat eine Verbindung zu jedem anderen Gerät in der Mesh-Topologie.

- Maßnahmen, die dazu beitragen können, die Leistungsaufnahme während des Betriebs einer Komponente zu begrenzen sind beispielsweise: Anpassung der Display-Helligkeit, Wechsel in einen Energiesparmodus, Herunterregeln einer Prozessorleistung, Deaktivierung von Funk-Protokollen, wie WLAN und Bluetooth.

- 20 Die Erfindung sieht vor, zunächst sämtliche Komponenten eines Netzwerks computergestützt zu inventarisieren. Zu jeder inventarisierten Komponente des Netzwerks wird wenigstens ein auslastungsabhängiger Stromverbrauch bereitgestellt und/oder erfasst.

- 25 Es versteht sich, dass es denkbar ist, mehrere Stromverbrauchswerte für verschiedene Auslastungen bereitzustellen bzw. zu erfassen. Beispielsweise ist es denkbar, den Zusammenhang zwischen Stromverbrauch und Auslastung in Form von einer Kurve bereitzustellen oder verschiedene Datenpunkte zu erfassen, zwischen welchen interpoliert werden kann.

- 30 Um den Verbrauchskennwert individuell und anwendungsspezifisch bezüglich eines bestimmten Netzwerks zu ermitteln, wird die Auslastung jeder Inventarisierungskomponente während eines Modellzeitraums erfasst. Es versteht sich, dass ein Modellzeitraum auch in der Vergangenheit liegen kann, sofern geeignete Daten aus diesem Zeitraum zur Verfügung stehen.

- 35 Es ist vorgesehen, anhand der gesammelten Daten, nämlich der inventarisierten Komponenten, anhand des auslastungsabhängigen Stromverbrauchs der Komponenten sowie anhand

der Auslastung der Komponenten einen auslastungsabhängigen Verbrauchskennwert des Netzwerks und/oder der individuellen Komponenten zu ermitteln.

Es versteht sich, dass die genannten Schritte zum Bereitstellen, Erfassen bzw. Ermitteln von Daten sowohl bezüglich der Gesamtheit eines Netzwerks als auch sowohl bezüglich individueller Komponenten durchgeführt werden können.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung.

Es versteht sich, dass ein Verfahren zur Simulation eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein Netzwerk vorteilhaft ist, wenn das Verfahren Verbrauchskennwerte des Netzwerks mittels dem Verfahren, wie es vorstehend beschrieben wurde, ermittelt und das Netzwerk gedanklich modifiziert, insbesondere indem Technologien und/oder Komponenten zu dem Netzwerk hinzugefügt, entfernt und/oder ausgetauscht werden, sowie wenn ein Verbrauchskennwert des gedanklich modifizierten Netzwerks simuliert wird, insbesondere um eine Entscheidungshilfe für die Modifikation des Netzwerks zum modifizierten Netzwerk zu generieren.

Dabei ist es auch zweckmäßig, wenn für das Generieren der Entscheidungshilfe weitere Umweltkennwerte betreffend die Anschaffung, den Transport, die Einrichtung, die Installation und/oder die Entsorgung von hinzugefügten, ausgetauschten und/oder entfernten Komponenten berücksichtigt werden.

Somit lässt sich der Einfluss auf die Umwelt aufgrund einer Modifikation eines Netzwerks bzw. aufgrund dessen modifizierten Komponenten nicht nur anhand dessen laufenden Betrieb, sondern auch aufgrund von Faktoren, die indirekt mit dem Betrieb in Verbindung stehen, beurteilen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird für die Ermittlung und/oder die Simulation eines Verbrauchskennwerts ein Strommix von verbrauchtem Strom berücksichtigt.

Somit lassen sich auch Umweltauswirkungen in Abhängigkeit eines Energieträgers bzw. des Strommix beurteilen. Beispielsweise ist es denkbar, dass ein erstes Netzwerk ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben wird, wohingegen ein zweites, identisches

Netzwerk ausschließlich mit Strom aus der Verbrennung von Kohle betrieben wird. Aufgrund LU505083 des unterschiedlichen CO₂-Ausstoßes dieser beiden Netzwerke unterscheiden sich auch deren Umweltauswirkungen.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das gedankliche Modifizieren des Netzwerks eine Änderung einer Topologie des Netzwerks und/oder eines Teils des Netzwerks.

10 Dementsprechend ist es beispielsweise denkbar, eine Sternstruktur aus N Satelliten und einem zentralen Knoten-Gerät gedanklich derart zu modifizieren, dass die Sternstruktur durch eine Ringstruktur aus M Satelliten (ohne zentralen Knoten-Gerät) ausgetauscht wird.

15 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das gedankliche Modifizieren des Netzwerks eine Reduktion der maximalen Leistungsaufnahme einer Komponente.

Somit lässt sich beispielsweise verhindern, dass Komponenten in einem weniger energieeffizienten Teil eines Arbeitsbereichs betrieben werden.

20 Zudem ist es auch denkbar, dass ein Gerät in einem spezifischen Netzwerk lediglich in einem unteren Bereich eines Arbeitsbereichs betrieben wird, und somit die Leistungsaufnahme ohne Funktionseinbußen begrenzt werden kann.

25 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das gedankliche Modifizieren des Netzwerks einen Austausch einer Datenübertragungstechnologie.

Beispielsweise ist es denkbar, Kabelstrecken, die auf einem Standard, etwa RJ45, beruhen, durch Kabelstrecken, die auf einem anderen Standard, etwa dem SPE-Standard, beruhen, zu ersetzen oder eine drahtlose Datenübermittlung durch eine drahtgebundene Übertragung zu ersetzen oder eine Übertragung mittels eines WLAN-Standards durch eine Übertragung
30 mittels eines Mobilfunkstandards, etwa 5G, zu ersetzen.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das gedankliche Modifizieren des Netzwerks die Veränderung einer Konfiguration einer Komponente.

35 Beispielsweise ist es denkbar, zu überprüfen, ob sich das Herunterfahren in einen Energiesparmodus oder das Abschalten einer Komponente positiv auf den Verbrauchskennwert auswirkt, wenn Effekte aufgrund des Wiederinbetriebnehmens berücksichtigt werden.

Es versteht sich, dass auch vorgesehen sein kann, verschiedene Gerätekonfigurationen, etwa Energiesparmodi, Modi zum Normalbetrieb und/oder das Herunterfahren einer Komponente gegeneinander abzuwägen.

5

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das gedankliche Modifizieren des Netzwerks, dass ein Energiespeicher hinzugefügt wird, insbesondere wenn der Strommix zeitlich variabel ist.

10

Beispielsweise ist es denkbar, dass sich ein Verbrauchskennwert optimieren lässt, indem Strom, etwa aus erneuerbaren Energien, in dem Energiespeicher gespeichert wird, um diesen zu verbrauchen, wenn kein Strom aus erneuerbaren Energien zur Verfügung steht.

15

Es versteht sich, dass ein Betriebsverfahren für ein Netzwerk mit den Schritten Ermitteln des Verbrauchskennwerts des Netzwerks mittels dem Verfahren wie es vorstehend beschrieben wurde, softwaregestütztes Prüfen von Maßnahmen während des Betriebs des Netzwerks zur Verbesserung des Verbrauchskennwerts des Netzwerks, softwaregestütztes Anwenden der Maßnahmen, wenn die Prüfung ergibt, dass das Netzwerk nach der Anwendung der Maßnahmen einer oder mehrerer Anforderungen genügt und die Anwendung eine Reduktion des Verbrauchskennwerts bewirkt, vorteilhaft ist.

20

25

Dementsprechend ist es denkbar, Einstellungen des Netzwerks in Echtzeit, also während dessen Betrieb, zu verändern, wenn eine Prüfung ergeben hat, dass das Netzwerk nach der Anwendung der Maßnahmen weiterhin bestimmungsgemäß verwendet werden kann, und die Anwendung eine Reduktion des Verbrauchskennwerts bewirkt.

30

35

Ein Computerprogrammprodukt gemäß einem Verfahren einer Ausführungsform der Erfindung führt die Schritte eines Verfahrens gemäß der vorangehenden Beschreibung aus, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer läuft. Wenn das betreffende Programm auf einem Computer zum Einsatz kommt, ruft das Computerprogrammprodukt einen Effekt hervor, nämlich das Erfassen von technischen Komponenten eines Netzwerks sowie deren individuellen Energieverbrauch in einem Modellzeitraum.

INHALTSANGABE DER ZEICHNUNGEN

35

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

Die beiliegenden Zeichnungen sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erfindung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

In den Figuren der Zeichnungen sind gleiche, funktionsgleiche und gleichwirkende Elemente, Merkmale und Komponenten – sofern nicht anders ausgeführt ist – jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein IT-Netzwerk mit den Schritten S1 bis S4. In dem Schritt S1 werden Komponenten des Netzwerks computergestützt inventarisiert. In dem Schritt S2 wird ein auslastungsabhängiger Stromverbrauch der Komponenten des Netzwerks bereitgestellt und/oder erfasst. In dem Schritt S3 wird eine Auslastung der Komponenten des Netzwerks während eines Modellzeitraums erfasst. In dem Schritt S4 werden Verbrauchskennwerte des Netzwerks und/oder der Komponenten basierend auf dem auslastungsabhängigen Energieverbrauch und der Auslastung der Komponenten ermittelt.

Bezugszeichen

LU505083

S1-S4

Verfahrensschritte

1. Verfahren zum Ermitteln eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein IT-Netzwerk, nachfolgend als Netzwerk bezeichnet, mit den folgenden Schritten:

- computergestütztes Inventarisieren (S1) von Komponenten des Netzwerks;
- Bereitstellen und/oder Erfassen (S2) wenigstens eines auslastungsabhängigen Stromverbrauchs von Komponenten des Netzwerks;
- Erfassen einer Auslastung (S3) der Komponenten des Netzwerks während eines Modellzeitraums;
- Ermitteln des Verbrauchskennwerts (S4) des Netzwerks und/oder der Komponenten basierend auf dem auslastungsabhängigen Energieverbrauch und der Auslastung der Komponenten.

2. Verfahren zur Simulation eines Verbrauchskennwerts betreffend Auswirkungen auf die Umwelt durch ein Netzwerk mit den folgenden Schritten:

- Ermitteln des Verbrauchskennwerts des Netzwerks mittels des Verfahrens nach Anspruch 1;
- gedankliches Modifizieren des Netzwerks, insbesondere indem Technologien und/oder Komponenten dem Netzwerk hinzugefügt, entfernt und/oder ausgetauscht werden;
- Simulieren eines Verbrauchskennwerts des gedanklich modifizierten Netzwerks, insbesondere um eine Entscheidungshilfe für die Modifikation des Netzwerks zum modifizierten Netzwerk zu generieren.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

wobei für das Generieren der Entscheidungshilfe weitere Umweltkennwerte betreffend die Anschaffung, den Transport, die Einrichtung und/oder die Entsorgung von hinzugefügten, ausgetauschten und/oder entfernten Komponenten berücksichtigt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei für die Ermittlung und/oder die Simulation eines Verbrauchskennwerts ein Strommix
von verbrauchten Strom berücksichtigt wird.

5

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das gedankliche Modifizieren des Netzwerks die Änderung einer Topologie des Netz-
werks und/oder eines Teils des Netzwerks umfasst.

10

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das gedankliche Modifizieren des Netzwerks eine Reduktion der maximalen Leis-
tungsaufnahme einer Komponente umfasst.

15

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das gedankliche Modifizieren des Netzwerks einen Austausch einer Datenübertra-
gungstechnologie umfasst.

20

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das gedankliche Modifizieren des Netzwerks, eine Veränderung einer Konfiguration
einer Komponente umfasst.

25

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das gedankliche Modifizieren des Netzwerks das Hinzufügen eines Energiespeichers
umfasst, insbesondere wenn der Strommix zeitlich variabel ist.

10. Betriebsverfahren für ein Netzwerk mit den folgenden Schritten:

30

- Ermitteln des Verbrauchskennwerts des Netzwerks mittels dem Verfahren nach An-
spruch 1;

- softwaregestütztes Prüfen von Maßnahmen während des Betriebs des Netzwerks zur
Verbesserung des Verbrauchskennwerts des Netzwerks;

35

- softwaregestütztes Anwenden der Maßnahmen, wenn die Prüfung ergibt, dass das
Netzwerk nach der Anwendung der Maßnahmen einer oder mehrerer funktionaler An-
forderungen genügt und die Anwendung eine Reduktion des Verbrauchskennwerts
bewirkt.

11. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, um das Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.

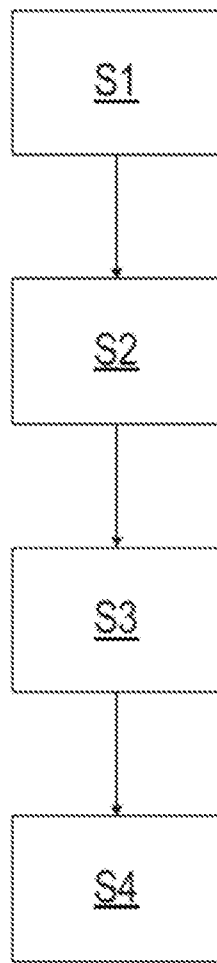


Fig. 1