



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 036 246.8**  
(22) Anmeldetag: **04.08.2008**  
(43) Offenlegungstag: **18.02.2010**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.12.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06F 1/32** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**OFFIS e.V., 26121 Oldenburg, DE**

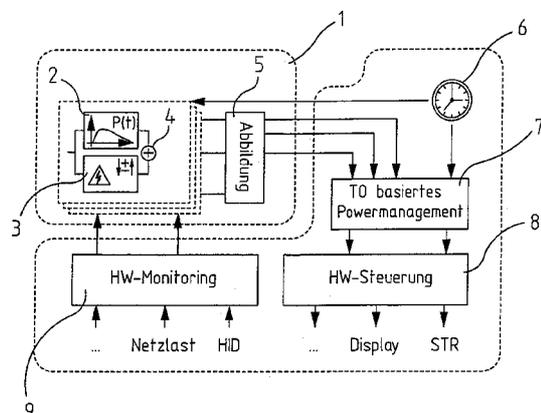
(72) Erfinder:  
**Hoyer, Marko, 26121 Oldenburg, DE; Baumgart,  
Andreas, 26129 Oldenburg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 2007/00 50 654 A1**  
**US 2006/02 59 803 A1**  
**US 2006/01 84 287 A1**  
**EP 16 17 315 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Optimieren des elektrischen Energieverbrauchs wenigstens einer Datenverarbeitungseinrichtung, insbesondere einer mobilen Datenverarbeitungseinrichtung und elektronische Vorrichtung sowie Datenträger zur Realisierung des Verfahrens**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Optimieren des elektrischen Energieverbrauchs wenigstens einer Datenverarbeitungseinrichtung, insbesondere einer mobilen Datenverarbeitungseinrichtung, bei dem fortlaufend, periodisch oder ereignisgetrieben die Nutzung der einzelnen Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung als Ganzes abgefragt wird, und Bestandteile und/oder die Datenverarbeitungseinrichtung selbst in sich in der Leistungsaufnahme unterscheidende Betriebszustände versetzt oder abgeschaltet werden und bei dem diese Nutzungsinformationen zeitlich protokolliert werden, wobei Inaktivitäten des Benutzers der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung selbst oder Zeitpunkte, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, festgestellt werden, die Zeitdauern der Inaktivitäten ermittelt werden und aus den ermittelten Zeitdauern mögliche Inaktivitätsphasen bestimmt werden, die zur Abschaltung und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen werden und festgestellte Zeitdauern der Inaktivitäten oder Zeitpunkte, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, in eine Lernkomponente eingestellt werden, wobei die Lernkomponente mindestens eine Menge erfasster Daten über Zeitdauern von Inaktivitäten enthält,...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Optimieren des elektrischen Energieverbrauchs wenigstens einer Datenverarbeitungseinrichtung, insbesondere einer mobilen Datenverarbeitungseinrichtung, bei dem aus fortlaufend, periodisch oder ereignisgetrieben zeitlich protokollierten Nutzungsinformation der Datenverarbeitungseinrichtung oder Teilen der Datenverarbeitungseinrichtung Informationen über die zukünftige Nutzung abgeleitet und zur Optimierung des Energieverbrauchs dieser Anlage verwendet werden.

**[0002]** Energieverbrauch stellt in heutigen PC-Systemen aus technischen, ökologischen und inzwischen auch ökonomischen Gründen eine wichtige Rolle dar. Spielen bei typischen Desktopsystemen im privaten Gebrauch eher Sekundäreffekte wie Erwärmung und Geräusentwicklung durch Kühlung eine Rolle, so stellt der steigende Energiebedarf bei Notebooks direkt ein Problem dar, da die aktuelle Akku-Entwicklung dem Bedarf nicht mehr gewachsen ist. Eine Verkürzung der Laufzeit ist eine direkte Konsequenz. Powermanagement ist hierbei die Lösung. Hardwareseitige Unterstützung, welche das Abschalten ungenutzter Bestandteile des PCs ermöglicht, besteht bereits heute schon. Die zur Nutzung benötigten Algorithmen unterliegen jedoch einem Verbesserungsbedarf.

**[0003]** In derzeit verbreiteten Betriebssystemen haben sich profilbasierte Verfahren mit statischen Timeouts für die zu steuernden Geräte (typischerweise: Bildschirm, die Festplatte und der Systemzustand) durchgesetzt. Es werden eine Reihe solcher Profile zur Verfügung gestellt, die jeweils bestimmte Anwendungsfälle (Präsentation, Laptopmode, Desktopmode) kapseln. Das Umschalten auf das jeweils passende Profil erfolgt manuell durch den Nutzer des Systems. Problematisch hierbei sind einerseits die Notwendigkeit der manuellen Umschaltung und andererseits die Generalisierung der Anwendungsfälle durch nur eine geringe Anzahl vorhandener Profile. Der Nutzer muss häufig zwischen Energieersparnis und Nervigkeit durch Fehlentscheidungen des Powermanagements abwägen. Erste Verbesserungen zeigt Microsoft auf dem kommerziellen Sektor mit der Integration der adaptiven Display-Timeout-Steuerung in das Power Management von Windows Vista. Werden Fehlentscheidungen des Powermanagements detektiert, so wird der Timeout entsprechend nach oben korrigiert. Dieses Verfahren ist u. A. in US 2007/0050654 A1 beschrieben. Das erfindungsgemäße Verfahren unterscheidet sich hierbei in der Tatsache, dass es nicht auf auftretende Fehlentscheidungen angewiesen ist, um einen Abschaltzeitpunkt zu bestimmen.

**[0004]** Aus US 2006/0184287 A1 ist ein Verfahren

bekannt, welches auf Basis in der Vergangenheit gesammelter Daten Powermanagemententscheidungen trifft. Das zugrunde liegende Model ist entgegen dem erfindungsgemäßen Verfahren jedoch statisch und passt sich damit nicht an sich änderndes Benutzungsverhalten an.

**[0005]** Forschungsseitig wurde im Rahmen eines Projektes ein fuzzygesteuertes reaktives Powermanagement entwickelt, welches unter Beobachtung verschiedener Eingabegrößen die Entscheidung zur Abschaltung der Geräte trifft. Nachteilig hierbei ist der rein reaktive Charakter, der es nur ermöglicht auf die aktuelle Nutzung des Systems einzugehen, nicht jedoch auf den zukünftigen Bedarf zu schließen. Dies ist aber nötig, da Abschaltvorgänge speziell der Festplatte oder des Gesamtsystems erst nach gewisser Zeit im abgeschalteten Zustand tatsächlich Energie sparen. Abhilfe schaffen hierbei lernende oder adaptive Verfahren, die es ermöglichen, das Verhalten des Nutzers und des Systems über die Zeit zu erlernen. Anhand wiederkehrender Muster lässt sich dann das Potential zum Abschalten eines Gerätes sehr genau bestimmen. Derzeit bekannte lernende Verfahren zur Steuerung des Powermanagements beziehen sich ausschließlich auf einzelne Geräte. So existiert ein Verfahren, welches in einer Anlernphase Regeln zur optimalen Auswahl einer Spindown-Strategie einer Festplatte ermittelt. In einem weiteren Ansatz wird unter Berücksichtigung der zugreifenden Applikationen anhand eines trainierten Markov-Modells der optimale Abschaltzeitpunkt der Festplatte bestimmt. Adaptive Verfahren zur Steuerung des Festplatten-timeouts sind ebenfalls bekannt. Alle diese Ansätze sind jedoch stark auf das Anwendungsgebiet (die Steuerung des Powermanagements der Festplatte) angepasst und eignen sich daher nicht zur Realisierung des Powermanagements von ganzen PC Systemen.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Gattung aufzuzeigen, welches die Vorhersage von Potential zur Abschaltung oder zur Reduzierung der Leistungsaufnahme aller ungenutzten Ressourcen ermöglicht und dieses dann zum Optimieren des Energieverbrauchs der Datenverarbeitungseinrichtung nutzt.

**[0007]** Diese Aufgabe ist nach Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Laufzeit fortlaufend periodisch oder ereignisgetrieben Häufigkeiten und/oder Verteilungen von erfassten Inaktivitätsphasen oder Zeitpunkten, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, ermittelt werden, dass den erfassten Inaktivitäten Zeitpunkte und/oder jeweils ein Alter zugeordnet werden und dass erfasste Inaktivitäten, deren Alter einen festgelegten Wert überschreitet, aus der jeweiligen Datenmenge entfernt werden, woraus für die Vorhersage des Aktivitätsverhaltens einer Datenverarbeitungsanlage ein

sich zur Laufzeit dynamisch anpassendes Modell abgeleitet werden kann, aus dem zur Laufzeit die Länge einer folgenden Inaktivitätsphase, die zur Abschaltung und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen werden kann, bereits zu Beginn einer aktuell detektierten Inaktivität bestimmt werden kann.

**[0008]** Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert. Die Aufgabe wird weiter durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 13 und 14 gelöst.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Überprüfung kann fortlaufend, periodisch oder durch Ereignisse gesteuert erfolgen. Kann entsprechendes Potential ermittelt werden, so wird dieses genutzt, um die Datenverarbeitungseinrichtung oder Teile der Datenverarbeitungseinrichtung abzuschalten oder in einen Zustand geringerer Leistungsaufnahme zu versetzen und somit den Energieverbrauch des Gesamtsystems zu optimieren. Im Folgenden wird der Lösungsansatz detailliert beschrieben.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren sucht für Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung oder die gesamte Datenverarbeitungseinrichtung optimale Zeiten zur Abschaltung bzw. zum Wechsel in Zustände mit reduzierter Leistungsaufnahme. Diese Zeiten werden im Folgenden Timeouts genannt. Überschreitet die Inaktivitätszeit  $t_{\text{idle}}$  von für einen Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung relevanten Eingabegrößen diesen Timeout  $t_o$ , so wird dieser Bestandteil ausgeschaltet bzw. in einen leistungsreduzierten Zustand versetzt. Ein optimal gewählter Timeout  $t_o$  bewirkt, dass eine Abschaltung bzw. ein Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand so stattfindet, dass der jeweilige Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung lange Zeit ausgeschaltet ist bzw. sich im leistungsreduzierten Zustand befindet und es keine weiteren Folgen wie eine Störung des Benutzers oder eine kurze Zeit später stattfindende Anfrage an den betroffenen Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung gibt. Aufgrund des hinreichend langen Verweilens des Bestandteils der Datenverarbeitungseinrichtung im ausgeschalteten bzw. im leistungsreduzierten Zustand wird im Vergleich zum vorhergehenden Betriebszustand Energie gespart.

**[0011]** Damit es eine solche Energieeinsparung und keine Störung des Benutzers gibt, gelten für einen optimalen Timeout  $t_o$  verschiedene Kriterien. Verwendet man einen Timeout, so geht man davon aus, dass bei einer überwachten Eingabegröße, die Inaktivität signalisiert, bei Erreichen eines Timeouts  $t_o$  durch die Inaktivitätszeit  $t_{\text{idle}}$ , also bei  $t_{\text{idle}} > t_o$ , wahrscheinlich weiterhin zumindest kurzfristig keine Aktivität festgestellt wird. Eine überwachte Eingabegröße gilt als in-

aktiv, wenn mindestens während einer Zeit  $t_{\text{min}}$  keine Aktivität an dieser Eingangsgröße festgestellt wird. Somit gilt für einen optimalen Timeout  $t_o$  das Kriterium  $t_o \geq t_{\text{min}}$ . Als Aktivität kann beispielsweise im Falle des Benutzers eine Eingabe in die Datenverarbeitungseinrichtung gewertet werden. Signalisiert eine überwachte Eingabegröße Inaktivität, so ist nicht absehbar, wie lange diese Inaktivitätsphase dauert bzw. wann die nächste Aktivität festgestellt wird. Damit im Vergleich zum aktuellen Betriebszustand Energie gespart wird, muss ein Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung länger als die Break-Even-Zeit  $t_{\text{BE}}$  abgeschaltet sein bzw. sich in einem leistungsreduzierten Zustand befinden. Die Break-Even-Zeit  $t_{\text{BE}}$  ist die Zeit, nach der die zusätzlich für die Abschaltung bzw. den Zustandswechsel benötigte Energie der im abgeschalteten bzw. leistungsreduzierten Zustand eingesparten Energie entspricht. Daraus ergibt sich das Kriterium  $t_{\text{idle}} > t_o + t_{\text{BE}}$ . Die Break-Even-Zeit ist je nach Bestandteil einer Datenverarbeitungseinrichtung und Art des Zustandswechsels verschieden. Außerdem ist es möglich, dass nach einiger Zeit eine Aktivität an einer überwachten Eingangsgröße festgestellt wird, weil der Benutzer durch die Abschaltung bzw. den Wechsel in den leistungsreduzierten Zustand gestört wird (Nervigkeit). Ein Bestandteil einer Datenverarbeitungseinrichtung sollte somit mindestens eine Zeit  $\Delta t_{\text{ok}}$  ausgeschaltet sein bzw. sich in einem leistungsreduzierten Zustand befinden, um aus Sicht des Nutzers ein zu häufiges Abschalten bzw. Umschalten in einen leistungsreduzierten Zustand zu vermeiden. Daraus ergibt sich das Kriterium  $t_{\text{idle}} > t_o + \Delta t_{\text{ok}}$ , wobei  $\Delta t_{\text{ok}} \geq t_{\text{BE}}$  gilt.

**[0012]** Aus den genannten Kriterien lässt sich ableiten, dass bei gegebenem  $\Delta t_{\text{ok}}$  eine Aktivität einer überwachten Eingangsgröße nach  $t_{\text{idle}}$  während  $\Delta t_{\text{ok}}$ , also bei  $t_o < t_{\text{idle}} \leq t_o + \Delta t_{\text{ok}}$  einen Fehlerfall darstellt. Da die Inaktivitätszeit  $t_{\text{idle}}$  einer überwachten Eingangsgröße für gewöhnlich nicht vorhergesagt werden kann, ist der optimale Timeout  $t_o$  die niedrigste Zeit, für die der Fehlerfall maximal mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_{\text{max}}$  auftritt. Somit gilt für den optimalen Timeout  $t_o$ :  $W(t_o < t_{\text{idle}} \leq t_o + \Delta t_{\text{ok}}) \leq p_{\text{max}}$

**[0013]** Um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass eine Aktivität einer überwachten Eingangsgröße in einem bestimmten Zeitintervall auftritt, werden festgestellte Inaktivitätszeiten zusammen mit einem Zeitstempel erfasst, in Datenmengen gespeichert und als Teil einer Lernkomponente eingestellt. Im Folgenden wird für eine solche Datenmenge der Begriff „Histogramm“ verwendet. Als Inaktivitätszeit wird dabei die Zeitdauer zwischen zwei aufgetretenen Aktivitäten einer überwachten Eingangsgröße definiert. Im Fall des Benutzers entspricht diese Zeit dem Zeitintervall zwischen zwei Eingaben bzw. der Zeit, nach welcher er zurückgekehrt ist.

**[0014]** Unterteilt man die Zeitachse in mehrere dis-

krete Bereiche (z. B. Sekundenintervalle), so kann man in dem Histogramm zählen, wie oft die Rückkehr zu einer bestimmten Zeit stattgefunden hat. Unter Verwendung des Histogramms wird die absolute Häufigkeit bestimmter Rückkehrzeiten ermittelt. Teilt man die absoluten Häufigkeiten durch die Anzahl der erfassten Werte, so erhält man die relative Häufigkeit  $h(t)$ . Stochastisch kann dies als empirische Erhebung und damit als Zufallsexperiment mit der Zufallsvariablen  $X \sim (\text{„entspricht“})$  "Rückkehr nach der Zeit  $t_{\text{idle}}$ " aufgefasst werden. Die Stichprobe des Experiments umfasst die Inaktivitätszeiten der überwachten Eingabegröße. Damit entspricht die relative Häufigkeit, die mit Hilfe des Histogramms ermittelt wird, der Wahrscheinlichkeitsfunktion  $f(t)$ .

**[0015]** Eine Wahrscheinlichkeit  $W(X \leq t)$  wird durch die Funktion der Wahrscheinlichkeitsverteilung  $F(t)$  bestimmt. Diese erhält man durch Integration der Wahrscheinlichkeitsfunktion  $f(t)$ . Da das Histogramm diskrete Werte enthält, gilt für die Verteilungsfunktion:  $F(t) = \sum_{t_i \leq t} f(t_i)$

**[0016]** Mit der Verteilungsfunktion  $F(t)$  kann die Wahrscheinlichkeit  $W(t_0 < X \leq t_0 + \Delta t_{\text{ok}})$  bestimmt werden. So gilt die Gleichung:  $W(a < X \leq b) = F(b) - F(a)$

**[0017]** Damit lässt sich die genannte Wahrscheinlichkeit folgendermaßen berechnen:  $W(t_0 < X \leq t_0 + \Delta t_{\text{ok}}) = F(t_0 + \Delta t_{\text{ok}}) - F(t_0)$

**[0018]** Das Kriterium für den zuvor genannten optimalen Timeout  $t_0$  lautet somit wie folgt:  $F(t_0 + \Delta t_{\text{ok}}) - F(t_0) \leq p_{\text{max}}$

**[0019]** Der optimale Timeout  $t_0$  muss also mit gegebener Verteilung  $F(t)$ , dem Zeitintervall  $\Delta t_{\text{ok}}$  und der maximalen Wahrscheinlichkeit  $p_{\text{max}}$  die Ungleichung  $F(t_0 + \Delta t_{\text{ok}}) - F(t_0) \leq p_{\text{max}}$  erfüllen. Da dies für mehrere Timeouts zutreffen kann, wird der kleinste Wert genommen, der größer oder gleich dem minimalen Timeout  $t_{\text{min}}$  ist. Dieser Timeout hängt aufgrund der Verteilung  $F(t)$  von der Vergangenheit ab und damit vom Wissen über das Verhalten der überwachten Eingabegröße. Also ist es sehr wahrscheinlich, dass ab diesem Timeout eine begonnene Inaktivität so lange dauert, dass sich eine Abschaltung bzw. ein Wechsel des betroffenen Bestandteils in einen leistungsreduzierten Zustand lohnt. Somit sorgt dieser Wert mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit für eine Energieeinsparung und für eine geringe Störung des Benutzers.

**[0020]** Die Lernkomponente ist adaptiv. Das beschriebene Histogramm und damit die Verteilung der Inaktivitätszeiten verändern sich im Laufe der Zeit. Initial ist das Histogramm leer. Damit liegt kein Wissen über vergangene Inaktivität vor. Dieses Wissen entsteht dynamisch mit jeder Benutzerrückkehr, die grö-

ßer oder gleich dem minimalen Timeout  $t_{\text{min}}$  ist. Jedoch können Benutzer- und Systemverhalten sehr unterschiedlich sein und sich mit der Zeit verändern. Diese Änderung zeichnet sich darin aus, dass bestimmte Rückkehrzeiten in veränderter Häufigkeit auftreten. Das Histogramm beinhaltet irgendwann alte Werte, die das frühere Verhalten beschreiben. Sie sind am Anfang eines Verhaltenswechsels in der Überzahl und dominieren somit den statistisch bestimmten Timeout. Dieser entspricht nicht mehr zwangsläufig dem neuen Verhalten. Die Folge ist eine erhöhte Störung des Benutzers. Erst mit wachsender Anzahl der neuen Werte passt sich das Histogramm an, so dass sich der Timeout ändert. Dieser Prozess kann bei einem Histogramm mit vielen Werten sehr lange dauern. Es stellt sich also die Frage, wie weit das Wissen des Histogramms in die Vergangenheit reichen darf. Das Histogramm sollte

1. so viel wissen, dass empirisch ein passender Timeout bestimmt werden kann.
2. nur so viel wissen, dass die Histogramm basierte Timeout-Bestimmung dynamisch auf Verhaltensänderung reagiert.

**[0021]** Um für eine dynamische Anpassung des Histogramms zu sorgen, ist daher in der Erfindung vorgesehen, nur ein bestimmtes Zeitfenster der Länge  $\Delta t_{\text{valid}}$  zu betrachten. Ältere Werte fallen weg. So wird alte Information durch Vergessen verloren.

**[0022]** Zur Bestimmung des Alters der im Histogramm enthaltenen Inaktivitätszeiten dürfen nicht alle Zeitbereiche herangezogen werden. Ist beispielsweise die Datenverarbeitungseinrichtung zwischenzeitlich nicht in Betrieb oder das bisher beschriebene Verfahren wird einige Zeit nicht eingesetzt, so sind solche Zeitpausen keine relevanten Inaktivitätszeiten und dürfen keinen Einfluss auf das Alter eines Wertes im Histogramm haben. Die Auslassung bestimmter Zeitintervalle bei der Bestimmung eines Alters wird durch eine Weiterbildung der Erfindung so erreicht, dass eine globale Zeit und eine lokale Zeit für die Histogramm-Werte eingeführt werden, die über Referenzzeitstempel in Bezug stehen. Das Alter einer im Histogramm enthaltenen Inaktivitätszeit wird dabei auf der lokalen Zeitachse ermittelt. Beim Hinzufügen einer Inaktivitätszeit wird ein globaler in einen lokalen Zeitstempel umgerechnet. Bestimmte Zeitintervalle werden ausgelassen, indem die Länge des jeweiligen Zeitintervalls auf den globalen Referenzzeitstempel addiert wird. Damit kann ein neuer globaler Zeitstempel so in einen lokalen Zeitstempel umgerechnet werden, dass für die Berechnung eines Alters bestimmte Zeitintervalle ausgelassen werden.

**[0023]** Nach einer nächsten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Lernkomponente zumindest eine Korrekturmöglichkeit für Timeouts enthalten ist. Das adaptierte Histogramm entsteht im Laufe der Zeit. Zu Anfang ist es leer und beinhaltet

kein Wissen. Dieses Wissen wächst mit hinzukommenden Inaktivitätszeiten. Das Vergessen von alten Werten kann hingegen dafür sorgen, dass die Anzahl der bekannten Inaktivitätszeiten wieder abnimmt. Bei einer geringen Stichprobengröße ist ein aufgrund dieses Wissens für die nächste Inaktivitätsphase bestimmter Timeout nicht sehr aussagekräftig. Somit sind weitere Mechanismen notwendig, um das Histogramm innerhalb der Lernkomponente zu ergänzen. Ein solcher Mechanismus wird im Folgenden beschrieben. Für das lernende Verfahren ist die Zeitspanne  $\Delta t_{ok}$  eingeführt worden. Eine Aktivität der überwachten Eingabegröße während dieser Zeit ist sowohl aus Gründen der Energieeinsparung als auch wegen der möglichen Störung ein Fehler. Im Fall eines solchen störenden Fehlers ist es sinnvoll, den Timeout nach oben zu korrigieren. Der Bereich  $\Delta t_{ok}$ , in dem die Entscheidung des Powermanagements als nervig interpretiert wird, kann größer als die Break-Even-Zeit sein. Je größer  $\Delta t_{ok}$  ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine Rückkehr des Benutzers gegen Ende der Zeitspanne  $\Delta t_{ok}$  nicht aufgrund von Nervigkeit erfolgt. Deshalb ist der korrigierte Timeout auch abhängig von der Rückkehrzeit bezüglich  $\Delta t_{ok}$ . Ein zu hoch gewählter Timeout ist ebenfalls nicht immer sinnvoll. Sogar ein Timeout, der mit Energieeinsparung und ohne Störung des Benutzers zu einer Abschaltung bzw. zu einem Zustandswechsel des jeweiligen Bestandteils der Datenverarbeitungseinrichtung führt, kann zu hoch sein. Deshalb kann der Timeout, wenn kein störender Fehlerfall vorliegt, in Richtung des minimalen Timeouts  $t_{min}$  nach unten geändert werden. Die beschriebene Timeout-Korrektur ist eine dynamische Reaktion auf die aktuelle Aktivität der überwachten Eingabedaten. Sie sorgt für einen sehr hohen Timeout bei einem störenden Fehler und ansonsten für eine Anpassung in Richtung des minimalen Timeouts.

**[0024]** Nach einer nächsten Weiterbildung der Erfindung, ist vorgesehen, die bereits beschriebenen Konzepte des Histogramms und der Timeout-Korrektur zu verbinden, um einen gemeinsamen Timeout zu ermitteln. Beide Konzepte erhalten dieselben Eingabedaten. Diese bestehen aus den aktuellen Inaktivitätszeiten der überwachten Eingabegröße, der Uhrzeit und auch dem zuletzt berechneten Timeout. Beide haben jeweils einen Timeout als Ergebnis ihrer Berechnung, das Histogramm den Timeout  $t_{oHist}$  und die Korrektur den Timeout  $t_{oKorr}$ . Die Aussagekraft des Histogramms hängt von der Anzahl der enthaltenen Inaktivitätszeiten ab. Deshalb darf das Histogramm nicht ausschließlich den resultierenden Timeout ausmachen. Stattdessen darf der mit Hilfe des Histogramms bestimmte Timeout nur einen gewichteten Anteil  $w_{Hist}$  haben. Da die Aussagekraft des Histogramms von der Anzahl der enthaltenen Werte abhängt, muss dies auch für das Gewicht  $w_{Hist}$  gelten. Den übrigen Teil des resultierenden Timeouts macht der Timeout der Korrektur mit  $w_{Korr}$  aus. Es gilt  $w_{Korr} =$

$1 - w_{Hist}$ . Der resultierende Timeout  $t_o$  ergibt sich schließlich aus der gewichteten Summe der beiden Timeouts zu:

$$\begin{aligned} t_o &= t_{oHist} \cdot w_{Hist} + t_{oKorr} \cdot w_{Korr} \\ &= t_{oHist} \cdot w_{Hist} + t_{oKorr} \cdot (1 - w_{Hist}) \end{aligned}$$

**[0025]** Das Histogramm realisiert in der Timeout-Berechnung das Gedächtnis des lernenden Verhaltens. Es sorgt für einen Timeout, der auf dem Wissen über vergangene Inaktivitätszeiten der überwachten Eingabedaten basiert. Das Korrekturmodul berücksichtigt das dynamische Verhalten. Auf diese Weise ermittelt die Timeout-Berechnung einen resultierenden Timeout sowohl auf Basis von erlerntem Wissen als auch reaktiv aufgrund des gegenwärtigen Verhaltens der überwachten Eingabedaten.

**[0026]** Nach einer nächsten Weiterbildung ist vorgesehen, dass unter Verwendung des bisher beschriebenen Verfahrens ermittelte Timeouts für die Abschaltung oder den Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung oder der gesamten Datenverarbeitungseinrichtung selbst zu einem Vektor zusammengefasst werden. Hierbei enthält der Vektor maximal für jede bezüglich der Leistungsaufnahme relevante Steuerungsmöglichkeit in der Datenverarbeitungseinrichtung einen eigenen Timeout. In Bezug auf das Gesamtsystem repräsentiert dieser Vektor die Timeouts, die dem aktuellen Nutzungsszenario mit Wissen über die Zukunft am besten entspricht. Daher wird dieser Vektor im Folgenden als Referenzschema bezeichnet.

**[0027]** Nach einer Alternative sieht das beschriebene Verfahren mehrere Referenzschemata für verschiedene Betriebsmodi wie z. B. Batterie- oder Netzbetrieb und/oder andere Charakteristika der Nutzungsumgebung, z. B. stationär, mobil, Netzwerkanchluss, Standort vor. Hintergrund hierbei ist die zusätzliche Berücksichtigung des unterschiedlichen Nutzerverhaltens in verschiedenen Betriebsmodi oder Nutzungsumgebungen. Es wird davon ausgegangen, dass sich Anwendungsfälle zum Beispiel im Batteriebetrieb häufig grundsätzlich von denen im Netzbetrieb unterscheiden. Während im Büro beispielsweise vielfach längere Unterbrechungen der Arbeit an der Datenverarbeitungseinrichtung aufgrund von Besprechungen, Pausen oder Telefonaten vorliegen, ist die Arbeit auf Reisen in z. B. Zügen und Flugzeugen eher durch durchgehende Arbeit geprägt. Liegt einer der betrachteten Betriebsmodi der Datenverarbeitungseinrichtung vor oder wird ein betrachtetes Charakteristikum der Nutzungsumgebung erkannt, so wird das jeweils passende Referenzschema mit den in dieser Zeit aufgenommenen Daten versorgt. Steuerentscheidungen werden entsprechend aus diesem Schema abgeleitet.

**[0028]** Die Abschaltung bzw. der Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand eines Bestandteils der Datenverarbeitungseinrichtung oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst kann zu einer größeren Energieeinsparung führen jedoch damit gleichzeitig schwerwiegendere Folgen haben als die Abschaltung bzw. der Zustandswechsel anderer Bestandteile. Eine Folge der Steuerentscheidung ist die benötigte Zeit, bis sich der entsprechende Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung oder die Datenverarbeitungseinrichtung selbst wieder im ursprünglichen Betriebszustand befindet. Je größer diese Zeit ist, desto störender wird die Abschaltung bzw. der Zustandswechsel bei einer Fehlentscheidung vom Benutzer empfunden. Einige Abschalt- bzw. Zustandswechsel-Entscheidungen können in einem Zusammenhang stehen, weil für sie beispielsweise dieselbe Eingangsgröße überwacht wird. Sorgt man dafür, dass die Abschaltung bzw. der Zustandswechsel solcher Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung in der Reihenfolge der Schwere ihrer Folgen beginnend bei den am wenigsten schwerwiegenden geschieht, so kann für den Benutzer wenig störend getestet werden, ob Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung abgeschaltet oder in leistungsreduzierte Zustände versetzt werden können. Zu diesem Zweck ist eine Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, so dass Timeouts für Abschalt- bzw. Zustandswechsel-Entscheidungen, die in einem Zusammenhang stehen, zusätzlich so korrigiert werden, dass Bestandteile einer Datenverarbeitungseinrichtung in der Reihenfolge der Schwere der Folgen abgeschaltet bzw. in einen leistungsreduzierten Zustand versetzt werden.

**[0029]** Die Erfindung sieht in einer zusätzlichen Weiterbildung vor, das mit den bisher beschriebenen Mitteln des Verfahrens aufgebaute Referenzschema auf verschiedene Weise zu nutzen, um in die entsprechenden Zustände mit reduzierter Leistungsaufnahme der Datenverarbeitungseinrichtung oder Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung zu wechseln. Weiterbildungen decken die vier im Rahmen der Erfindung vorgeschlagenen und im Folgenden beschriebenen Möglichkeiten ab.

1. Die Timeout-Werte des Referenzschemas werden direkt zur Abschaltung oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme der Bestandteile einer Datenverarbeitungseinrichtung oder der gesamten Datenverarbeitungseinrichtung selbst verwendet. Besteht eine verhältnismäßig homogene Nutzung der zu steuernden Ressourcen mit häufig wiederkehrenden leicht zu erkennenden Mustern, eignet sich diese Art der Anwendung des Referenzschemas gut. Es ist eine minimale Anzahl an gesammelten Daten notwendig um zuverlässige Aussagen zu erhalten.
2. Häufig besteht gerade im Büroalltag eine höchst heterogene Nutzung einer Datenverarbeitungseinrichtung unter Verwendung vieler ver-

schiedener Applikationen. Die Art der Applikation bestimmt hierbei häufig, wie die Datenverarbeitungseinrichtung genutzt und welche Bestandteile wie oft verwendet werden. Eine im Rahmen dieser Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagene und erfasste Anwendungsmöglichkeit sieht daher vor, ein eigenes Referenzschema für jede Applikation aufzubauen. Befindet sich eine Applikation im Anwendungsfokus des Nutzers, so wird das zugehörige Schema mit den in diesem Zeitraum gesammelten Daten versorgt und entsprechende Steuerentscheidungen für die leistungsreduzierten Zustände werden aus diesem abgeleitet. Hierfür ist die bereits beschriebene Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 nötig, um die jeweils zu einer Applikation gehörenden Histogramme nur bei aktiv genutzter Applikation altern zu lassen.

3. Liegt eine Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung vor, die heterogen jedoch unabhängig von Applikationen ist oder in der mehr als eine Applikation häufig involviert sind, spiegeln die unter 1. und 2. beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten die Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung oder von Teilen der Datenverarbeitungseinrichtung möglicherweise schlecht wider. So kann beispielsweise zur Beantwortung einer E-Mail eine kurze Recherche im Internet nötig sein. Der hierfür verwendete Browser wird in diesem konkreten Fall jedoch häufig anders geartet als beispielsweise beim Ersteigern eines Artikels in einem Auktionshaus benutzt. Die Bildung eines unscharfen Profils für den Browser ist in diesem Fall die Konsequenz. Die dritte Anwendungsmöglichkeit der Weiterbildung dieser Erfindung, sieht für eine solche Art der Nutzung daher vor, vergleichbar zu den Anwendungsmöglichkeiten unter 1. und 2. nur ein Referenzschema für die gesamte Datenverarbeitungseinrichtung und/oder mehrere Referenzschemata für verschiedene Applikationen der Datenverarbeitungseinrichtung (weitere im Fall von verschiedenen Betriebsmodi) aufzubauen. Abweichend wird jedoch ein Referenzschema nicht direkt zur Steuerung verwendet, sondern es wird das am besten dazu passende Schema unter Verwendung eines geeigneten Verfahrens aus einer Sammlung fester Schemata ausgewählt. Hintergrund hierbei ist die Tatsache, dass im Fall von heterogener Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung das verhältnismäßig träge Referenzschema sich nur allmählich anpasst und daher häufig nur unscharf das derzeitige Nutzungsszenario widerspiegelt. Zur Beseitigung dieser Unschärfe wird daher ein auf ein Nutzungsszenario zugeschnittenes scharfes Schema ausgewählt. Die Wahl des passenden Schemas erfolgt in geeigneter Weise je nach Ausprägung der Erfindung durch das Verfahren selbst, durch ein anderes Verfahren/eine andere Vorrichtung und/oder durch den Benutzer der Datenverarbeitungseinrichtung.

4. Die vierte im Rahmen dieser Erfindung vorgestellte Anwendungsmöglichkeit sieht vor, das aktuelle Referenzschema abspeichern zu können. Hierdurch lassen sich die derzeit adaptierten Timeouts definiert durch den Nutzer einem konkreten Nutzungsszenario zuordnen. Auf diese Weise lässt sich während des Betriebs der Datenverarbeitungseinrichtung Wissen in Form von scharfen Schemata sammeln, welches in Verbindung mit der unter 3. vorgestellten Anwendungsmöglichkeit die Qualität der Entscheidung des Powermanagements im Fall heterogener Nutzung stark erhöhen kann.

**[0030]** Je nach Art des Nutzungsszenarios der Datenverarbeitungseinrichtung lässt sich eine der oben beschriebenen Möglichkeiten der Anwendung des Referenzschemas optimal nutzen.

**[0031]** Das vorhergehend beschriebene Verfahren kann nach Anspruch 13 durch eine elektronische Vorrichtung, in der das Verfahren nach einem der Ansprüche 1–12 ausgeführt wird, realisiert werden.

**[0032]** Hierfür kann wiederum nach Anspruch 14 ein maschinenlesbarer Datenträger mit Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–13 in einer elektronischen Vorrichtung zum Einsatz kommen.

**[0033]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, aus dem sich weitere erfinderische Merkmale ergeben, wird im Folgenden beschrieben und in Fig. 1–Fig. 4 unterstützend veranschaulicht. Es zeigen:

**[0034]** Fig. 1: Schematische Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Datenverarbeitungseinrichtung

#### Bezugszeichenliste

- 1 Steuerungsvorrichtung zur Optimierung des elektrischen Energieverbrauchs einer Datenverarbeitungseinrichtung
- 2 Ein Menge erfasster und gespeicherter Daten, z. B. ein Histogramm.
- 3 Die Fehlerkorrekturkomponente
- 4 Die Komponente zur Verbindung der Ausgabe des Histogramms und der Korrekturkomponente
- 5 Die Komponente, welche eine oder mehrere Anwendungsmöglichkeiten des Referenzschemas implementiert
- 6 Eine Systemuhr
- 7 Ein Timeout basiertes Powermanagement
- 8 Die Steuerungsschicht der Hardware
- 9 Die Monitoringschicht der Hardware

**[0035]** Fig. 2: Schematische Veranschaulichung der Ermittlung des optimalen Timeouts aus der Ver-

teilungsfunktion der Inaktivitäten

#### Bezugszeichenliste

- 10 Beispielhafte grafische Darstellung einer Verteilungsfunktion von gesammelten Inaktivitätszeiten
- 11 Beispielhafte Markierung eines zum Einsparen von Energie sinnvoll nutzbaren Bereichs

**[0036]** Fig. 3: Bildung von Referenzschemata aus den berechneten Timeouts

#### Bezugszeichenliste

- 12 Ein beispielhaftes Referenzschema für den Batteriebetrieb
- 13 Ein beispielhaftes Referenzschema für den Netzbetrieb
- 14 Timeout-Berechnung der einzelnen zu steuernden Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung

**[0037]** Fig. 4: Verwendungsmöglichkeiten der Referenzschemata je nach Art der Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung

#### Bezugszeichenliste

- 15 Bildung eines Referenzschemas pro Applikation.
- 16 Nutzung des Referenzschemas zur direkten Steuerung.
- 17 Auswahl eines scharfen Schemas anhand des aktuellen Referenzschemas.
- 18 Speicherung des aktuellen Referenzschemas, um es dann z. B. als scharfes Schema auswählen zu können.

**[0038]** Fig. 1 zeigt schematisch die Einbettung des erfindungsgemäßen Verfahrens **1** in eine Datenverarbeitungseinrichtung. Eingangsseitig werden – angedeutet durch den Block HW-Monitoring **9** – von der Datenverarbeitungseinrichtung oder dem darauf laufendem Betriebssystem notwendige Daten wie beispielsweise Nutzeraktivität zur Verfügung gestellt. Ausgangseitig liefert das Verfahren berechnete Timeout-Parameter, die einem timeout-basierten Powermanagement **7** als Eingabe dienen. Das Powermanagement kann unter Verwendung einer Steuerungsschicht **8** die leistungsreduzierten Zustände der berücksichtigten Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung oder Datenverarbeitungseinrichtung selbst entsprechend setzen oder diese abschalten. Treten Inaktivitätsphasen eines Bestandteils der Datenverarbeitungseinrichtung oder der gesamten Datenverarbeitungseinrichtung auf, so werden diese in das entsprechenden Histogramm **2** eingetragen und ebenfalls der Fehlerkorrekturkomponente (**3**) mitgeteilt.

**[0039]** Ein beispielhaftes Histogramm ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Hierbei ist die Verteilungsfunktion der Inaktivitätszeiten **10** dargestellt, die im Laufe der Zeit in das Histogramm eingestellt worden und zum aktuellen Zeitpunkt gültig sind. Mit Hilfe dieser Verteilungsfunktion wird der Timeout  $t_0$  unter Verwendung der Bedingung  $F(t_0 + \Delta t_{ok}) - F(t_0) \leq p_{max}$  ermittelt, der sich am besten zur Steuerung des Wechsels in leistungsreduzierte Zustände oder der Abschaltung des zugehörigen Bestandteils der Datenverarbeitungseinrichtung oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst eignet und den zum Einsparen von Energie am besten sinnvoll nutzbaren Bereich **11** nach unten begrenzt.

**[0040]** Die beiden aus dem Histogramm und der Fehlerkorrekturkomponente ermittelten Parameter werden in einer folgenden Komponente **4** zusammengefasst. Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, werden für jeden Bestandteil der Datenverarbeitungseinrichtung, der die Steuerung des Wechsels von leistungsreduzierten Zuständen oder das Abschalten zulässt, mehrere solcher Parameter für die unterschiedlichen Versorgungsmodi ermittelt **14**. Diese werden zu mehreren so genannten Referenzschemata (z. B. **12** und **13**) zusammengefasst.

**[0041]** Je nach Art der Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung kann eine der vier vorgestellten Arten der Nutzung (visualisiert durch den Block „Abbildung“ **5**) der Referenzschemata ausgewählt werden, um die Parameter für das timeout-basierte Powermanagement **7** zu bestimmen. Die Systemuhr **6** wird zur Bestimmung von Inaktivitätszeiten sowohl für das erfindungsgemäße Verfahren **1** als auch das timeout-basierte Powermanagement **7** benötigt.

**[0042]** [Fig. 4](#) verfeinert den Abbildungsblock **5**. Zunächst besteht die Möglichkeit, die Parameter des Referenzschemas direkt für das timeout-basierte Powermanagement **7** zu benutzen **16**. Liegt eine heterogene Nutzung der Datenverarbeitungseinrichtung vor, so bietet sich die Bildung eines Referenzschemas pro Applikation **15** an. Sind mehrere Applikationen an einem Nutzungsszenario beteiligt oder wird eine Applikation unterschiedlich in verschiedenen Nutzungsszenarien benutzt, so bietet sich die Auswahl des scharfen Schemas an, welches am besten zum derzeit ermittelten Referenzschema passt **17**. Wurde die Datenverarbeitungseinrichtung längere Zeit im Rahmen eines typischen Nutzungsszenarios verwendet, so kann das inzwischen gut adaptierte Referenzschema als scharfes zu diesem Szenario passendes Schema gespeichert werden **18**.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren des elektrischen Energieverbrauchs wenigstens einer Datenverarbeitungseinrichtung, insbesondere einer mobilen Daten-

verarbeitungseinrichtung, bei dem fortlaufend, periodisch oder ereignisgetrieben die Nutzung der einzelnen Bestandteile der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung als Ganzes abgefragt wird, und Bestandteile und/oder die Datenverarbeitungseinrichtung selbst in sich in der Leistungsaufnahme unterscheidende Betriebszustände versetzt oder abgeschaltet werden und bei dem diese Nutzungsinformationen zeitlich protokolliert werden, wobei Inaktivitäten des Benutzers der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung selbst oder Zeitpunkte, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, festgestellt werden, die Zeitdauern der Inaktivitäten ermittelt werden und aus den ermittelten Zeitdauern mögliche Inaktivitätsphasen bestimmt werden, die zur Abschaltung und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen werden und festgestellte Zeitdauern der Inaktivitäten oder Zeitpunkte, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, in eine Lernkomponente eingestellt werden, wobei die Lernkomponente mindestens eine Menge erfasster Daten über Zeitdauern von Inaktivitäten enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Laufzeit fortlaufend periodisch oder ereignisgetrieben Häufigkeiten und/oder Verteilungen von erfassten Inaktivitätsphasen oder Zeitpunkten, aus denen diese Inaktivitäten berechnet werden können, ermittelt werden, dass den erfassten Inaktivitäten Zeitpunkte und/oder jeweils ein Alter zugeordnet werden und dass erfasste Inaktivitäten, deren Alter einen festgelegten Wert überschreitet, aus der jeweiligen Datenmenge entfernt werden, woraus für die Vorhersage des Aktivitätsverhaltens einer Datenverarbeitungsanlage ein sich zur Laufzeit dynamisch anpassendes Modell abgeleitet werden kann, aus dem zur Laufzeit die Länge einer folgenden Inaktivitätsphase, die zur Abschaltung und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen werden kann, bereits zu Beginn einer aktuell detektierten Inaktivität bestimmt werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung des Alters von in den protokollierten Nutzungsinformationen eingetragenen Daten mindestens ein Zeitintervall keinen Einfluss auf das Alter besitzt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Lernkomponente zumindest eine Korrekturmöglichkeit für ermittelte Inaktivitätsphasen, welche zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbei-

tungseinrichtung selbst genutzt werden können, enthalten ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus den protokollierten Nutzungsinformationen und einer Korrekturmöglichkeit ermittelten Inaktivitätsphasen durch Kombination zu einer gemeinsamen Inaktivitätsphase zusammengefasst, welche zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ermittelte Inaktivitätsphasen, welche zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen leistungsreduzierten Zustand von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst herangezogen werden können, zu einem Referenzschema zusammengefasst werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass für das Referenzschema mindestens ein Betriebsmodus und/oder mindestens ein Charakteristikum der Nutzungsumgebung der Datenverarbeitungseinrichtung berücksichtigt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne oder alle aus den ermittelten Inaktivitätsphasen resultierenden Entscheidungen zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst zeitlich nach der Reihenfolge der Schwere ihrer Konsequenzen erfolgen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Inaktivitätsphasen des Referenzschemas direkt zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrichtung selbst genutzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass für einzelne oder mehrere Applikationen, welche auf der Datenverarbeitungseinrichtung ausgeführt werden, jeweils ein eigenes Referenzschema verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass aus einer Sammlung von Schemata ein zu einem Referenzschema passendes Schema zum Abschalten und/oder zum Wechsel in einen Zustand reduzierter Leistungsaufnahme von Bestandteilen der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder der Datenverarbeitungseinrich-

tung selbst genutzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Benutzer der Datenverarbeitungseinrichtung, eine andere Vorrichtung, ein anderes Verfahren und/oder das Verfahren selbst ein zu einem Referenzschema passendes Schema auswählt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Referenzschema gespeichert werden kann.

13. Elektronische Vorrichtung, in der das Verfahren nach einem der Ansprüche 1–12 ausgeführt wird.

14. Maschinenlesbarer Datenträger mit Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–12 in einer elektronischen Vorrichtung.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

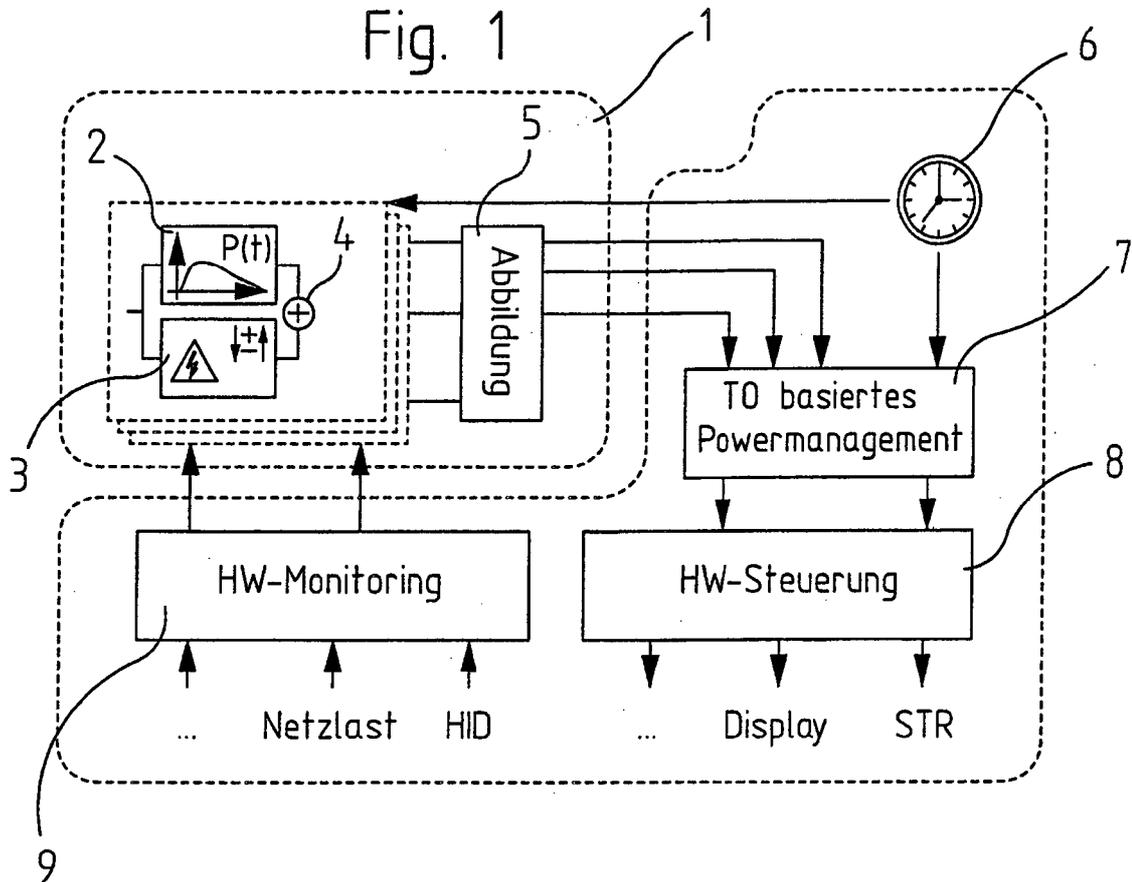


Fig. 2

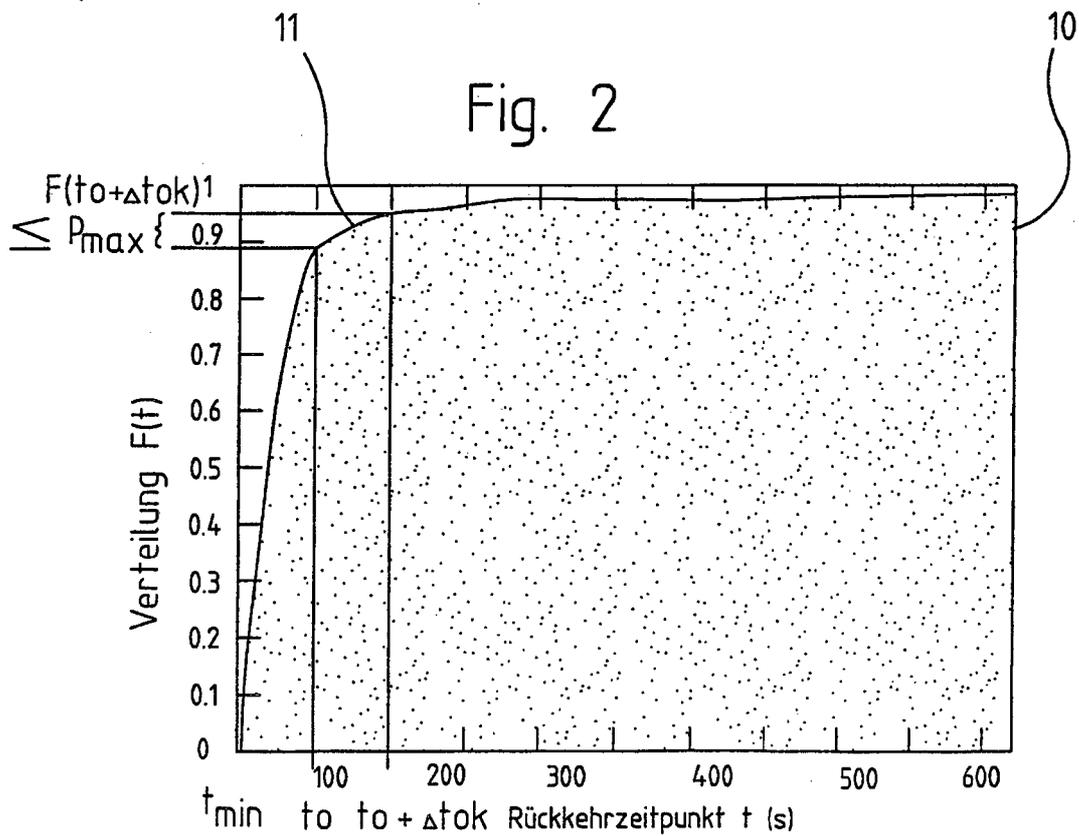


Fig. 3

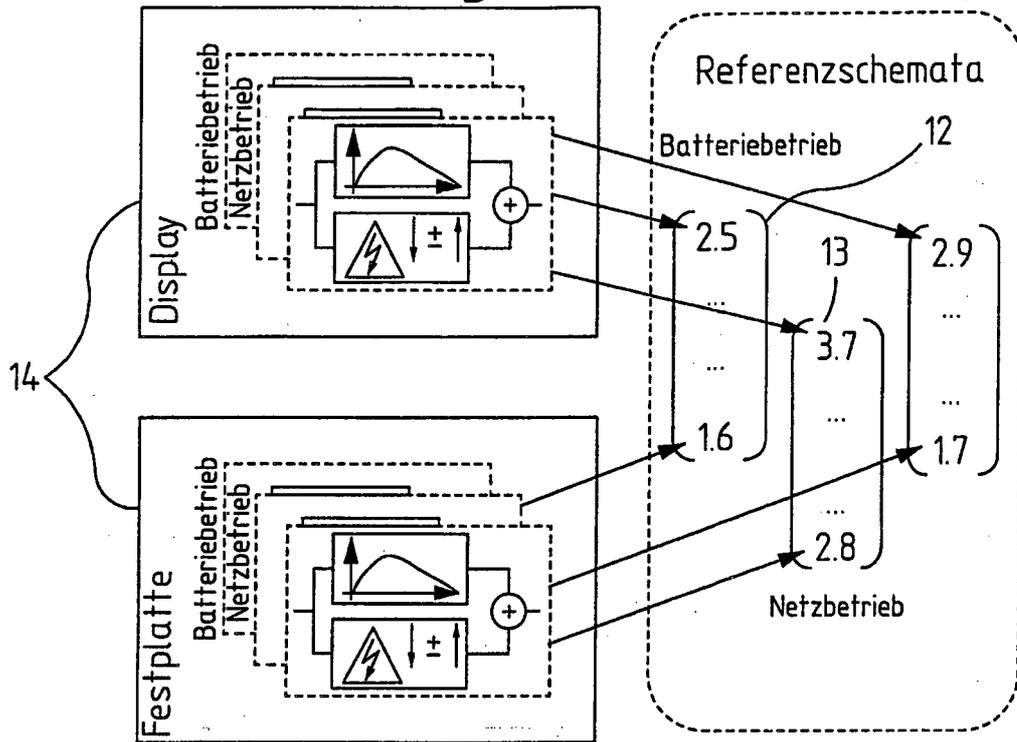


Fig. 4

