



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.09.2002 Patentblatt 2002/39**

(51) Int Cl.7: **G08C 17/02**

(21) Anmeldenummer: **01810287.1**

(22) Anmeldetag: **21.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
 MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder: **Augsburger, Urs**  
**8566 Neuviolen (CH)**

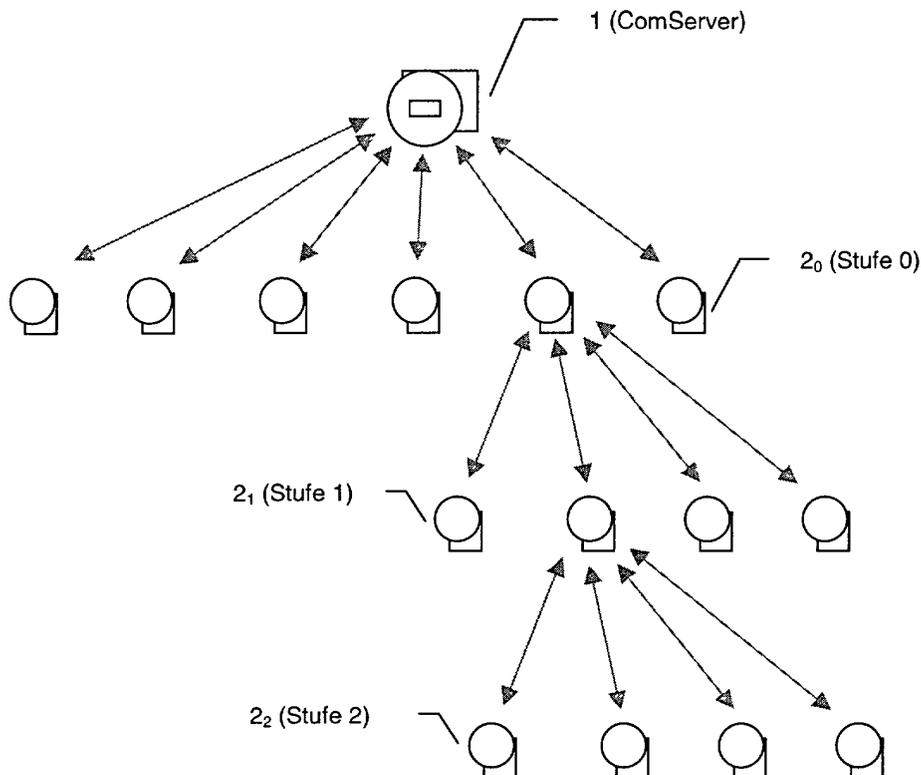
(74) Vertreter: **Steiner, Martin**  
**c/o AMMANN PATENTANWÄLTE AG BERN**  
**Schwarztorstrasse 31**  
**3001 Bern (CH)**

(71) Anmelder: **Metrix Systems AG**  
**8552 Felben-Wellhausen (CH)**

(54) **Verfahren zum Erfassen von Verbrauchsdaten**

(57) Eine Funk-Basisstation (1) steht direkt oder indirekt über Relais-Funkmodulen ( $2_0, 2_1$ ) in Verbindung mit allen Funkmodulen ( $2_0, 2_1, 2_2$ ) des Systems. Jedem Funkmodul ist ein Zeitpunkt zugeteilt, in dem er Daten,

z.B. betreffend Energieverbrauch, senden soll. Nach erfolgter Sendung empfängt jedes Funkmodul eine Bestätigung mit Synchronisationsbefehl. Es wird damit eine geringe Belegung des Frequenzbandes und ein geringer Energiebedarf erzielt.



Figur 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Daten, insbesondere Messdaten wie Verbrauchsdaten, gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Verfahren ist bekannt aus der DE-A-199 11 657. Ein wesentliches Problem bei der Datenerfassung besteht häufig darin, dass die einzelnen Funkmodule zur Übertragung der gesammelten Daten an die als Sammelstelle wirkende Basis-Station batteriebetrieben sind und daher mit der verfügbaren Energie sehr haushälterisch umgegangen werden muss. Die drahtlose Übertragung der Daten ist gerade in der Haustechnik, z.B. bei der Erfassung des Wärmekonsums, dann von besonderem Interesse, wenn bestehende Installationen um- oder nachgerüstet werden müssen, indem jede Verdrahtung wegfällt.

**[0002]** Ziel der Erfindung ist es, die Sende- und Empfangszeiten und damit den Energiebedarf und die Belegung des verfügbaren Frequenzbandes möglichst gering zu halten. Dieses Ziel wird gemäss kennzeichnendem Teil des Anspruchs 1 erreicht. Die Sende- und Empfangszeiten der einzelnen Funkmodule können hierbei sehr kurz gehalten werden, indem auf die kurze Zeit zum Senden der gesammelten Daten unmittelbar eine ebenfalls kurze Empfangsbereitschaft folgt, während welcher die Bestätigung des Empfangs erfolgt, welche gegebenenfalls nur aus einem Synchronisationsbefehl bestehen kann. Damit ist in kurzer Zeit und mit entsprechend geringem Energieaufwand klargestellt, dass der Auftrag erledigt ist und das Funkmodul bis zur nächsten Fälligkeit der Datenübertragung weder sende- noch empfangsbereit sein muss. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemässen Verfahrens ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen.

**[0003]** In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 die grundlegende Organisation eines Datensammelsystems,  
 Fig. 2 ein praktisches Beispiel eines derartigen Systems, und die  
 Fig. 3 und 4 Diagramme zur Erläuterung von Bedingungen zur Sicherstellung der Datenübertragung.

**[0004]** Fig. 1 zeigt die Basis-Station 1, im Folgenden auch ComServer genannt, die über Funk mit einer Anzahl von Funkmodulen 2 direkt oder indirekt in Verbindung steht. Vorzugsweise sind alle Funkmodule gleich aufgebaut, d.h., sie verfügen über einen Sender und einen Empfänger, Speicher zum Speichern gesammelter Daten und auch entweder eine Messvorrichtung zum Erfassen von Daten oder aber eine Verbindung über eine geeignete Schnittstelle mit einem Messgerät, z.B. einem schon bestehenden, installierten Messgerät. Wie Fig. 1 zeigt, sind die Funkmodule hierarchisch geordnet in solche die direkte Verbindung haben mit der Basis-

Station 1 und einer Stufe 0 zugeordnet sind ( $2_0$ ), Funkmodule  $2_1$  einer Stufe 1, welche mit einem oder mehreren Funkmodulen der Stufe 1 verbunden sind und Funkmodule  $2_2$  einer Stufe 2. Damit soll angedeutet sein, dass die Basisstation 1 nur mit einigen der ihr zu- bzw. untergeordneten Funkmodule Verbindung hat, und dass es für die Verbindung mit allen vorhandenen Funkmodulen der Relaisfunktion zwischengeschalteter Module  $2_0$  und  $2_1$  bedarf.

**[0005]** Fig. 1 zeigt deutlich den hierarchischen Aufbau des Systems, nicht aber einen optimalen Aufbau, denn in den Stufen 0 und 1 trägt jeweils ein einziges Funkmodul die Last der Relaisfunktion für alle untergeordneten Funkmodule. In Fig. 2 ist angedeutet, dass die Kommunikation zwischen den einzelnen Funkmodulen und der Basis-Station über mehrere Pfade erfolgen kann, wobei unterschieden wird zwischen in dicken Strichen bezeichneten primären Kommunikationspfaden und in dünnen Strichen bezeichneten sekundären oder alternativen Kommunikationspfaden. Das bedeutet, dass während der Inbetriebnahme je ein primärer Kommunikationspfad festgelegt wird, über welchen im Betrieb die Daten übermittelt werden. Wird dieser primäre Kommunikationspfad während des Betriebs unterbrochen, zum Beispiel weil ein Mieter die Möblierung verändert, wechselt das System automatisch auf einen alternativen Kommunikationspfad. Die alternativen Kommunikationspfade werden bei der Installation des Systems gesucht und vorgemerkt. Das System kann aber auch jederzeit nach alternativen Kommunikationspfaden suchen, wie noch erläutert wird.

**[0006]** Die Inbetriebnahme des Systems erfolgt weitgehend automatisch. Jedes Funkmodul 2 wird vor der Montage beim ComServer 1 angemeldet. Jedes Funkmodul erhält dabei automatisch eine Identifikationsadresse und einen Initialsendezeitpunkt vom ComServer zugewiesen. Sowohl Identifikationsadresse und Initialsendezeitpunkt kommen im gesamten System nur einmal vor. Nach dem Anmelden am ComServer befindet sich das Funkmodul im Initialisierungs-Mode. In diesem Mode sendet das Modul jedesmal beim Erreichen seines Initialsendezeitpunktes eine Nachricht mit seiner Identifikationsadresse aus. Die vollautomatische Inbetriebnahme wird nun eingehender beschrieben.

### 1. Inbetriebnahme-Schritt (alle Module der Stufe 0 werden bestimmt)

**[0007]** Jedes Modul, das sich im Initial-Zustand befindet, sendet zu seinem Initialsendezeitpunkt seine Identifikation (Adresse, welche beim Anmelden am ComServer zugeteilt wurde). Hat der Server das Telegramm des Moduls erhalten, erteilt er ihm die SubAdresse 0 und ein Sendezeitpunkt. Das Funkmodul wechselt nun in den Betriebszustand. Im Betriebszustand nimmt das Funkmodul jeweils bei Erreichen des Sendezeitpunktes Kontakt mit dem ComServer auf.

Bemerkungen: Der Server kennt nach einem Tag alle

Module der Stufe 0. Diese Prozedur kann bereits während der Installation vorgenommen werden.

## 2. Inbetriebnahme-Schritt (alle Module der Stufe 1 werden bestimmt)

**[0008]** Der Server spricht die Module der Stufe 0 an und gibt ihnen die Initialsendezeitpunkte von vermissten Funkmodulen an. Zu diesen Zeitpunkten sollen die Module der Stufe 0 horchen. Dann vergeht ein Tag. Jedes Modul der Stufe 0 horcht zu den angegebenen Zeitpunkten und registriert jedes Modul, von dem die Identifikation empfangen werden kann.

Jedes Stufe<sub>0</sub>-Modul teilt dem ComServer mit, von welchen anderen Modulen die Identifikation empfangen werden konnte; dies erfolgt beim nächsten Erreichen des Sendezeitpunktes. Der ComServer bestimmt nun die Kommunikationspfade und weist die Module der Stufe 0 an, welche als Relaisstation eingesetzt werden sollen, die Module der Stufe 1 in Betrieb zu nehmen.

Der ComServer weist die Module der Stufe 0 an, Module der Stufe 1 in den Betriebszustand zu versetzen: Das Modul der Stufe 0 wartet auf den Initialsendezeitpunkt des Stufe 1 Moduls, das in Betrieb genommen werden soll. Dieses meldet sich zum Initialsendezeitpunkt. Das Modul der Stufe 0 antwortet und gibt die neue SubAdresse und das Empfangszeitfenster für das Modul der Stufe 1 bekannt. Wenn das Modul der Stufe 0 die Quittung des Stufe 1 Moduls erhalten hat, kann dies am nächsten Tag dem ComServer mitgeteilt werden.

Bemerkung:

Der Server kennt nach zwei Tagen alle Module der Stufe 1.

## 3. Inbetriebnahme-Schritt (alle Module der Stufe 2 werden bestimmt)

**[0009]** Der ComServer muss die Module der Stufe 1 anfragen, ob sie zu einem Initialsendezeitpunkt eines vermissten Moduls ein Telegramm empfangen können. Dazu werden Anfragen an die Module der Stufe 1 versandt. Der Befehl wird von Modulen der Stufe 0 an die Module der Stufe 1 weitergereicht. Diese horchen im angegebenen Zeitfenster auf ein Telegramm. Dazu wird ein Tag benötigt. Zwei Tage vergehen, bis die Resultate zum ComServer zurückkehren. Ein weiterer Tag wird benötigt, um die Module der Stufe 2 mit SubAdresse und Empfangszeitfenster zu versehen. Die Rückmeldung der erfolgreichen Inbetriebnahme ist nach weiteren 2 Tagen fällig.

Bemerkung: Der Server kennt nach sechs Tagen alle Module der Stufe 2.

### Dauer der Inbetriebnahme

**[0010]** Die Zeitangaben zu den oben beschriebenen Inbetriebnahme Stufen sind gültig, wenn für jedes Mo-

dul innerhalb 24 Stunden nur ein Sendezeitpunkt vergeben wird. Die Inbetriebnahme eines Funksystems kann also bis zu 9 Tage dauern. Diese Prozedur kann aber beschleunigt werden, indem für die Inbetriebnahme jedem Modul mehrere Sendezeitpunkte zugeteilt werden. Dabei muss allerdings darauf geachtet werden, dass der Duty-cycle jedes einzelnen Moduls nicht größer als 0.1% wird.

**[0011]** Das Funksystem kann jederzeit um weitere Module ergänzt werden. Dazu müssen die Module nur am ComServer angemeldet werden, die Inbetriebnahme erfolgt danach genau gleich wie dies im Absatz "Vollautomatische Inbetriebnahme" beschrieben ist.

### 15 Entfernen von Funkmodulen

**[0012]** Zum Entfernen eines Moduls muss dieses bloss am ComServer abgemeldet werden. Das kann durch eine Eingabe über die Tastatur am ComServer erfolgen. Die Abmeldung kann auch "automatisch" durchgeführt werden, indem das abzumeldende Modul in das Chipkarten Interface des ComServers gesteckt und am ComServer "Abmelden" eingegeben wird.

Wenn es sich bei dem abgemeldeten Modul um ein als Relaisstation verwendetes Modul handelt, verlieren gewisse Module der nachfolgenden Stufe(n) den Kontakt zum ComServer. Diese Module wechseln automatisch in den Initialzustand und können somit erneut in Betrieb genommen werden. Das Vorgehen ist dabei identisch zu der ersten Inbetriebnahme der Module.

### Ersetzen des ComServers

**[0013]** Die Netzwerkstruktur, die Empfangszeitfenster und Initialsendezeitpunkte der einzelnen Module sind im ComServer gespeichert. Damit bei einem Auswechseln des ComServers wieder eine Verbindung zu den Funkmodulen hergestellt werden kann, müssen zumindest die Initialsendezeitpunkte der Module auf einem nicht flüchtigen Speichermedium gesichert sein.

Bei einem Ersatz des ComServers wird das Speichermedium aus dem alten ComServer entfernt und im neuen eingesetzt.

Ebenso muss das Funkmodul des alten ComServers in den neuen eingesetzt werden, da sonst die Synchronisation zwischen ComServer und den Stufe 0 Modulen verloren ist. Wenn auch das Funkmodul des ComServers ausgewechselt werden muss, geht auch die Synchronisation mit den Modulen der Stufe 0 verloren. In diesem Fall muss der ComServer solange empfangsbereit sein, bis er die Nachricht eines Moduls empfängt. Dank den im Speichermedium abgelegten Daten kann dann der Timer des ComServers synchronisiert werden.

55

### Synchronisation der Funkmodule

#### Synchronisation der Stufe 0 Module bei der Inbetriebnahme und im Betrieb:

[0014] Nachdem ein Modul ein Telegramm ausgesendet hat, schaltet es sich für ein paar ms empfangsbereit um eine Antwort des ComServers zu empfangen. Da der ComServer den Sendezeitpunkt jedes Funkmoduls kennt, kann er die Abweichung bestimmen, mit der das Modul das Telegramm ausgesendet hat. Diese Abweichung wird dem Stufe 0 Modul als Teil der Antwort zurückgeschickt. Das Stufe 0 Modul kann nun seinen Timer entsprechend der Abweichung korrigieren.

#### Synchronisation der Stufe 1 und Stufe 2 Module bei der Inbetriebnahme und im Betrieb:

[0015] Die Synchronisation eines Stufe 1 oder Stufe 2 Moduls erfolgt gleich wie die eines Stufe 0 Moduls, nur dass anstelle des ComServers eine Relaisstation (Stufe 0 resp. Stufe 1 Modul) tritt.

#### Auslesen der Zählerdaten

[0016] Die Auslesung der Zählerdaten erfolgt über die Schnittstelle nach ISO 7816 (Smartcard). Die Daten werden im Funkmodul zwischengespeichert und zu vereinbarten Zeitpunkten, z.B. einmal in der Woche, zum ComServer übertragen. Die Daten werden regelmässig zu definierten Zeitpunkten ausgelesen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass durch einen Befehl des ComServers eine zusätzliche Auslesung ausgelöst wird.

[0017] Es folgen nun weitere Angaben und Erwägungen zu Arbeitsweise des Systems.

#### Toleranzen der Quarzfrequenz

[0018] Während der Produktion (Endtest) kann die Frequenz des Quarzes exakt gemessen werden. Eine Abweichung von der Sollfrequenz kann nun, da die Istfrequenz bekannt ist, im Betrieb annähernd kompensiert werden.

Die Beziehung zwischen Frequenz und Temperatur folgt der quadratischen Funktion:

$$\Delta f/f = -k (T - T_0)^2 \text{ [ppm]}$$

wobei für  $T_0$  die Temperatur eingesetzt wird, bei der sich der Scheitelpunkt der Funktion befindet.

Wegen des quadratischen Verlaufes der Funktion nimmt die Frequenz immer ab, wenn die Temperatur von  $T_0$  abweicht.

Bei einer Abweichung um 50 Grad von  $T_0$ , also z.B.: bei etwa 75 Grad ist mit einer Frequenzabweichung um 95ppm zu rechnen. Diese 95ppm Abweichung bewirken eine Abweichung eines Modul-Timers von 8.21s/Tag,

wenn man noch die Streuung innerhalb der Serie berücksichtigt (etwa 10%) sogar etwa 9.0s/Tag.

[0019] Unter der Annahme dass etwa 85% des temperaturbedingten Drifts durch eine Temperaturmessung kompensiert werden können, reduziert sich die maximale Abweichung eines Modul-Timers auf ca. 1.35s/Tag.

#### Empfangsfenster und Sendezyklen

[0020] Während der Empfangsbereitschaft ist die Stromaufnahme des Empfängers relativ gross. Um eine möglichst lange Lebensdauer der Batterie realisieren zu können, müsste also die Empfangsbereitschaft möglichst kurz eingestellt werden. Damit die Ungenauigkeiten wegen des temperaturbedingten Drifts der Quarzfrequenz zuverlässig aufgefangen werden können, muss der Empfänger möglichst lange geöffnet sein. Es muss also ein Kompromiss zwischen Energiebedarf und Kompensationsvermögen gefunden werden.

[0021] Neben verfügbarer Batteriekapazität und Drift der Quarzfrequenz sind einige weitere Punkte bei der Bestimmung der Empfangsfenster zu beachten. Insgesamt haben die folgenden Faktoren Einfluss auf die Dauer der Empfangsbereitschaft:

- Nutzbare Kapazität der Batterie
- Drift und Toleranz des Quarzes, resp. Genauigkeit der Temperaturkompensation.
- Vorschrift bezüglich Duty-cycle und "Sendepausen"
- Anzahl der Module in einem System
- Dauer die ein Modul im "Funkschatten" sein können muss, ohne "endgültig den Kontakt zu verlieren"

[0022] Wegen der Abhängigkeit der Quarzfrequenz von der Temperatur können die folgenden zwei Situationen auftreten:

Die Quarztemperatur des Sender-Moduls weicht stärker von der Eichtemperatur ab als beim Empfänger-Modul. Die Frequenz des Quarzes ist somit tiefer, der Timer des Senders eilt dem Timer des Empfängers nach.

Die Quarztemperatur des Sender-Moduls weicht weniger stark von der Eichtemperatur ab als beim Empfänger-Modul. Der Timer des Senders eilt dem Timer des Empfängers vor.

[0023] Wenn man die beiden Situationen in der Grafik Fig. 3 gemeinsam darstellt, werden die Anforderungen an Sender und Empfänger deutlich sichtbar:

[0024] Die folgenden Bedingungen müssen für eine zuverlässig funktionierende Kommunikation erfüllt sein:

- $t_{TI} < t_{RR}$
- $t_{TS} > (\Delta t_{CIK} - t_{RR}/2)$
- $t_{TE} - t_0 > (\Delta t_{CIK} - t_{RR}/2)$

[0025] Die Dauer des Empfangsfensters darf nicht kürzer als die vorgeschriebene Sendepause gewählt werden. Damit sichergestellt ist, dass mindestens ein Versuch eine Verbindung herzustellen innerhalb eines

Empfangsfensters statt findet, muss das Intervall der Verbindungsaufnahme kürzer sein als das Empfangsfenster. Zur Bestimmung der minimalen Dauer der Empfangsfensters, muss noch die Zeit addiert werden, welche für die Kommunikation benötigt wird. Unter der Annahme, dass für das Telegramm (inkl. Einschalten des Senders) 30ms benötigt werden, müsste die Empfangsbereitschaft mindestens 750ms dauern. Wenn noch eine kleine Reserve vorgesehen werden soll, wird die Dauer der Empfangsbereitschaft etwa 800 bis 900ms lang. Dementsprechend wird das Intervall der Verbindungsaufnahme zwischen ca. 760 und 860ms lang. Werden nun die bekannten Werte in die Grafik Fig. 3 eingesetzt, lässt sich daraus die Fig. 4 ableiten:

**[0026]** Aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass ein synchronisiertes Funkmodul im schlimmsten Fall 4 mal versuchen muss eine Verbindung herzustellen, wobei bei jedem Versuch das gesamte Telegramm abgesetzt wird. Somit bleiben in diesem Fall 3.48s innerhalb der angebrochenen Stunde für die Datenübertragung übrig.

**[0027]** Kann ein Modul aus irgend einem Grund keine Verbindung aufbauen, kann es auch nicht synchronisiert werden. Damit die Verbindung im nächsten zugeleiteten Zeitbereich aufgebaut werden kann, muss die Anzahl der Versuche eine Verbindung herzustellen erhöht werden. Die Anzahl dieser Versuche ist somit eine Funktion der Zeit, die seit der letzten erfolgreichen Synchronisation verstrichen ist. Für jeden Tag, an dem keine Synchronisation möglich war, wird die Anzahl der Versuche um 4 erhöht. Die Versuche eine Verbindung aufzubauen werden zeitlich symmetrisch um den Zeitpunkt  $T_0$  verteilt.

**[0028]** Das Zeitfenster, in dem eine Verbindung aufgebaut werden kann, wächst mit jedem Tag um 4 mal 760ms, also um 3.04s. somit wächst dieses Zeitfenster (ab dem zweiten Tag) um ca 10% stärker als dies bei den angenommenen Werten für die Abweichung der Quarzfrequenz eigentlich nötig wäre.

### Verbindungsaufbau und Synchronisation

**[0029]** Die Aufnahme der Verbindung erfolgt immer durch ein "UpStream-Telegramm". Die Kommunikation wird also immer von einem Modul untergeordneter Stufe initiiert. Würde die Kommunikation mit einem "DownStream-Telegramm" begonnen, müsste die Anzahl Module der untergeordneten Stufe wegen der Beschränkung des Dutycycles stark eingeschränkt werden. Zudem können so bei der Inbetriebnahme und im Betrieb die selben Abläufe verwendet werden. Nachdem das Modul der übergeordneten Stufe das Telegramm erhalten hat, antwortet es mit einer Anweisung an das Modul, das die Kommunikation initiiert hat. Die Antwort enthält neben dem (den) Befehl(en) auch die Synchronisationsdaten zum Abgleichen des Modultimers. Somit wird der Timer eines Funkmoduls auf den Timer des Moduls der übergeordneten Stufe synchronisiert. Da diese Übertragungszeit dieser Antwort sehr kurz ist, kann ein Funk-

modul eine sehr grosse Anzahl an untergeordneten Modulen "bedienen". Dies ist insbesondere für den ComServer von Bedeutung.

### 5 Systemgrenzen

**[0030]** Unter der Berücksichtigung der vorderen Kapitel kann die maximale Systemgrösse bestimmt werden.

10

### Maximale Anzahl Module im System

**[0031]** Jedem Modul wird ein eigener Zeitbereich zugewiesen, in dem es Kontakt zum übergeordneten Modul aufnimmt. Die Dauer dieser Zeitbereiche ist so gewählt, dass sich zwei Zeitbereiche auch dann nicht überschneiden, wenn ein oder mehrere Module an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen nicht synchronisiert werden können:

15

**[0032]** Bei einer Telegramm-Übertragungsdauer von 30ms dürfen gemäss Vorschrift innerhalb einer Stunde von einem Modul maximal 120 Telegramme gesendet werden, wobei zwischen zwei Telegrammen 760ms liegen. Daraus ergibt sich ein Zeitbereich von 91.2s, der jedem Modul zugeteilt wird. Insgesamt können innerhalb 24 Stunden 947 unterschiedliche Zeitbereiche gelegt werden. Der Zeitbereich wird erst nach 30 Tagen ohne Synchronisation voll ausgenutzt. Da die Zeitbereiche bei nicht synchronisierten Modulen "wandern", muss zwischen den Zeitbereichen von jeweils zwei Funkmodulen ein nicht benutzter Zeitbereich liegen. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass alle Module innerhalb des Systems am 30. Tag nach der letzten Synchronisation wieder eine Verbindung herstellen können. Ein Funksystem kann somit aus einem ComServer und bis zu 474 Funkmodulen bestehen. Die Zeitbereiche zweier Module dürfen sich auch überschneiden. So könnten mehr Funkmodule in einem System vereinigt werden. Wegen der geringen Belegung des Frequenzbandes von maximal 0.1% je Modul ist die Wahrscheinlichkeit relativ gering, dass zwei Module exakt zeitgleich senden. Mit den oben beschriebenen Einschränkungen kann aber dieses Risiko ganz ausgeschlossen werden.

20

### 45 Maximale Anzahl Module der Stufe 0

**[0033]** Die Stufe 0 Module stehen im direkten Kontakt zum ComServer. Da auch für den ComServer die Beschränkung des Dutycycles gilt, wird die Anzahl der Stufe 0 Module durch die Länge der DownStream-Telegramme vom ComServer zu den Stufe 0 Modulen bestimmt. Bei 474 Modulen der Stufe 0 steht dem ComServer für jedes DownStream-Telegramm 182ms zur Verfügung. In diesen 182ms können sowohl Synchronisationssignale wie auch Befehle übertragen werden. Da in der Richtung vom ComServer zu den Funkmodulen keine Verbrauchsdaten übertragen werden, wird nicht mehr Sendezeit benötigt. Dies sollte für diese Funktion

50

55

ausreichend sein.

### Maximale Anzahl Module der Stufen 1 und 2

**[0034]** Da die Daten die von einem Modul der Stufe 1 oder 2 über mindestens eine Relaisstation geleitet werden müssen, kann es bis zu zwei Tage dauern, bis die Daten beim ComServer ankommen. Daher sollte ein Funkmodul nur dann der Stufe 1 oder 2 zugeteilt werden, wenn es sich ausserhalb der Reichweite des ComServers befindet.

Die Module der Stufen 1 und 2 benutzen andere Funkmodule als Relaisstationen. Da die Speicherkapazität und Rechenleistung der Funkmodule beschränkt ist, muss die Anzahl der "Untermodule" die ein einzelnes Funkmodul haben kann, begrenzt werden.

**[0035]** Bieten sich einem Funkmodul der Stufen 1 oder 2 mehrere Kommunikationspfade zum ComServer an, sind die primären Kommunikationspfade so zu wählen, dass jede Relaisstation möglichst wenige Untermodule zugeteilt erhält.

### Energiebedarf der einzelnen Module

#### Verbrauch für Kommunikation im Initialzustand

**[0036]** Im Initialzustand sendet das Funkmodul jedesmal beim Erreichen des Initialsendezeitpunktes seine Identifikationsadresse aus. Das Telegramm mit der Identifikationsadresse ist inkl. CRC, Interleaving usw. 16 Byte lang. Bei einer Übertragungsrate von 4800 Bit/s und 8 Bit je Byte (synchrone Datenübertragung) dauert das Senden der Identifikationsadresse also 26.7ms. Damit gewährleistet ist, dass das Telegramm auch einen Empfänger erreicht, muss das Funkmodul die Verbindung wie oben beschrieben aufnehmen. Mit jedem Tag, an dem keine Verbindung aufgebaut werden kann, können Initialsendezeitpunkt und Empfangsfenster von potentiellen Kommunikationspartner auseinander driften. Das Zeitfenster in dem eine Kommunikation stattfinden kann wächst gemäss Kapitel "Toleranzen der Quarzfrequenz" mit jedem Tag um 1.35 s also um insgesamt 2.7s. Damit das Funkmodul auch nach mehreren Tagen angemeldet werden kann muss es also an jedem Tag die Anzahl der ausgesendeten Telegramme erhöhen.

#### Energiebilanz

**[0037]** Annahmen zur Bestimmung des Energieverbrauches:

- Je Funkmodul gibt es nur einen Initialsendezeitpunkt innerhalb 24 Stunden.
- Am ersten Tag des Initialzustandes werden 4 Telegramme ausgesendet.
- An jedem weiteren Tag des Initialzustandes werden 4 zusätzliche Telegramme ausgesendet.

- Nach dem Senden der Identifikationsadresse wird der Empfänger für einige ms eingeschaltet.
- Bei erfolgreicher Anmeldung wird ein Telegramm von dem übergeordneten Modul empfangen.

**[0038]** Jedes Modul darf seinen Sender nicht länger als 3.6 s innerhalb einer Stunde einschalten. Bei einer Belegung des Frequenzbandes während 30 ms je UpStream-Telegramm dürfen in einer Stunde maximal 120 Telegramme gesendet werden. Dies reicht um ein Funkmodul während 30 Tagen im Initialzustand betreiben zu können. Die 120 Telegramme werden in Intervallen von mindestens 720 ms ausgesendet. Alle Telegramme können also von einem Funkmodul innerhalb dem ihm zugeteilten Zeitbereich ausgesendet werden. Sollen mehr als 30 Tage im Initialzustand überbrückt werden können (z.B. weil eine Relaisstation ausgefallen ist und sich kein alternativer Kommunikationspfad anbietet), müssen dem Modul der übergeordneten Stufe zusätzliche Empfangsfenster zugeteilt oder die Empfangsfenster so verlängert werden, dass das Modul im Initialzustand die Zeit zwischen zwei Aussendungen des Telegramms verlängern kann. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass sich die zugeteilten Zeitbereiche von zwei Modulen nicht überschneiden.

#### Verbrauch für Kommunikation im Betriebszustand

(ungünstigste Situation)

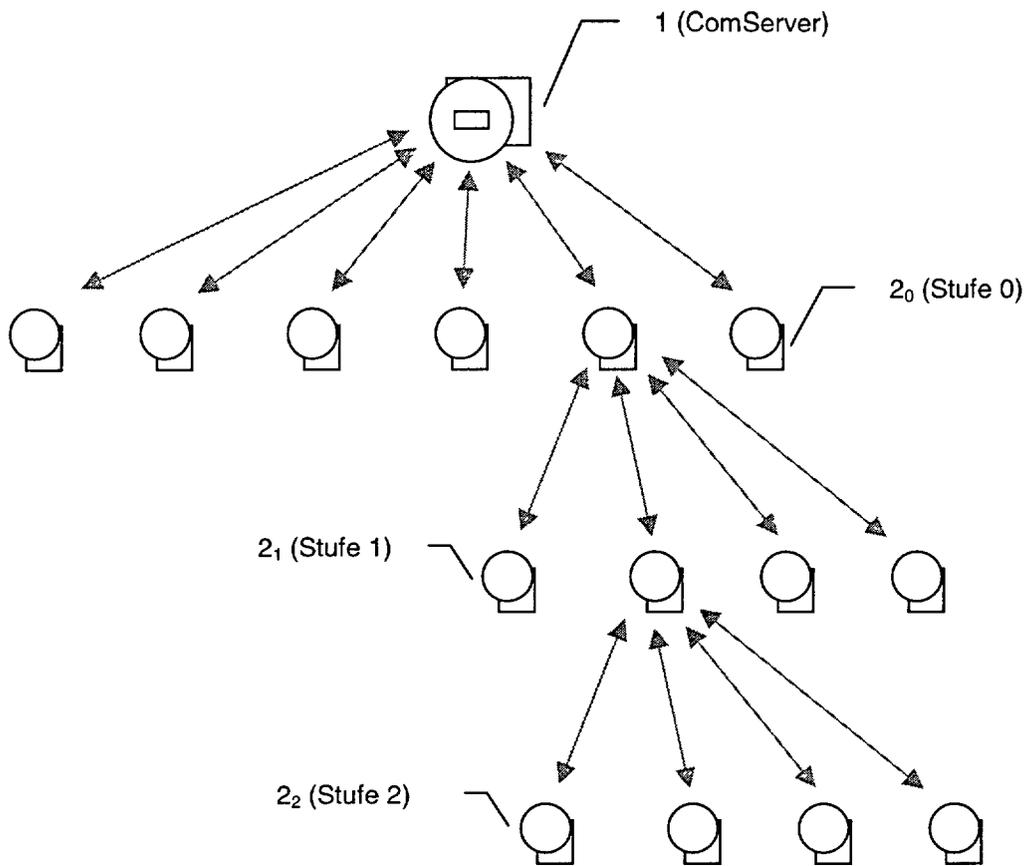
**[0039]** Es sei noch klargestellt, dass Fig. 2 nur die beispielsweise verfügbaren Verbindungsmöglichkeiten aufzeigt. Im konkreten Falle bestehen, wie erwähnt, vorgegebene Pfade über welche die Datenübermittlung läuft, solange keine Störung vorliegt. Erst dann wird die Basisstation aktiv und sucht nach einem Ersatzpfad, und zwar gemäss den oben beschriebenen Schritten. Fig. 2 lässt auch nicht erkennen, dass man nach Möglichkeit das Netz so gestaltet, dass den als Relaisstation dienenden Funkmodulen etwa gleiche Zahlen von über sie kommunizierenden Modulen zugeordnet werden, damit alle Module ähnliche Beanspruchung und damit etwa gleiche Betriebsdauer ohne Batteriewechsel aufweisen.

**[0040]** Das Funknetz kann auch in dem Sinne erweitert werden, dass die Basisstation über Funk mit einer übergeordneten Datenverarbeitungsstelle verbunden ist. Es kann dabei dem hier dargestellten und oben beschriebenen, lokalen Funknetz 1, 2 das beispielsweise zum Erfassen der Heizenergie bzw. -kosten dient ein gleichartiges, leistungsstärkeres Funknetz übergeordnet sein, bei dem es sich auch um ein bestehendes Mobilfunknetz handeln kann.

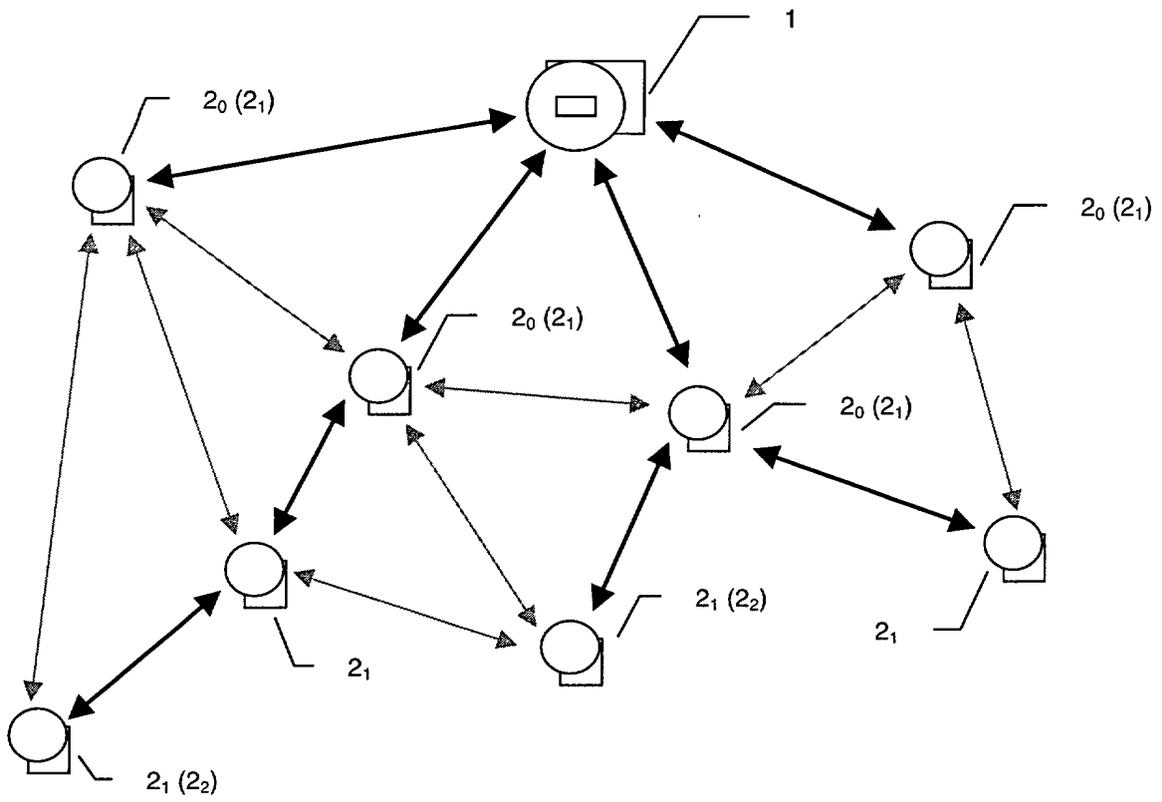
#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Daten, insbesondere

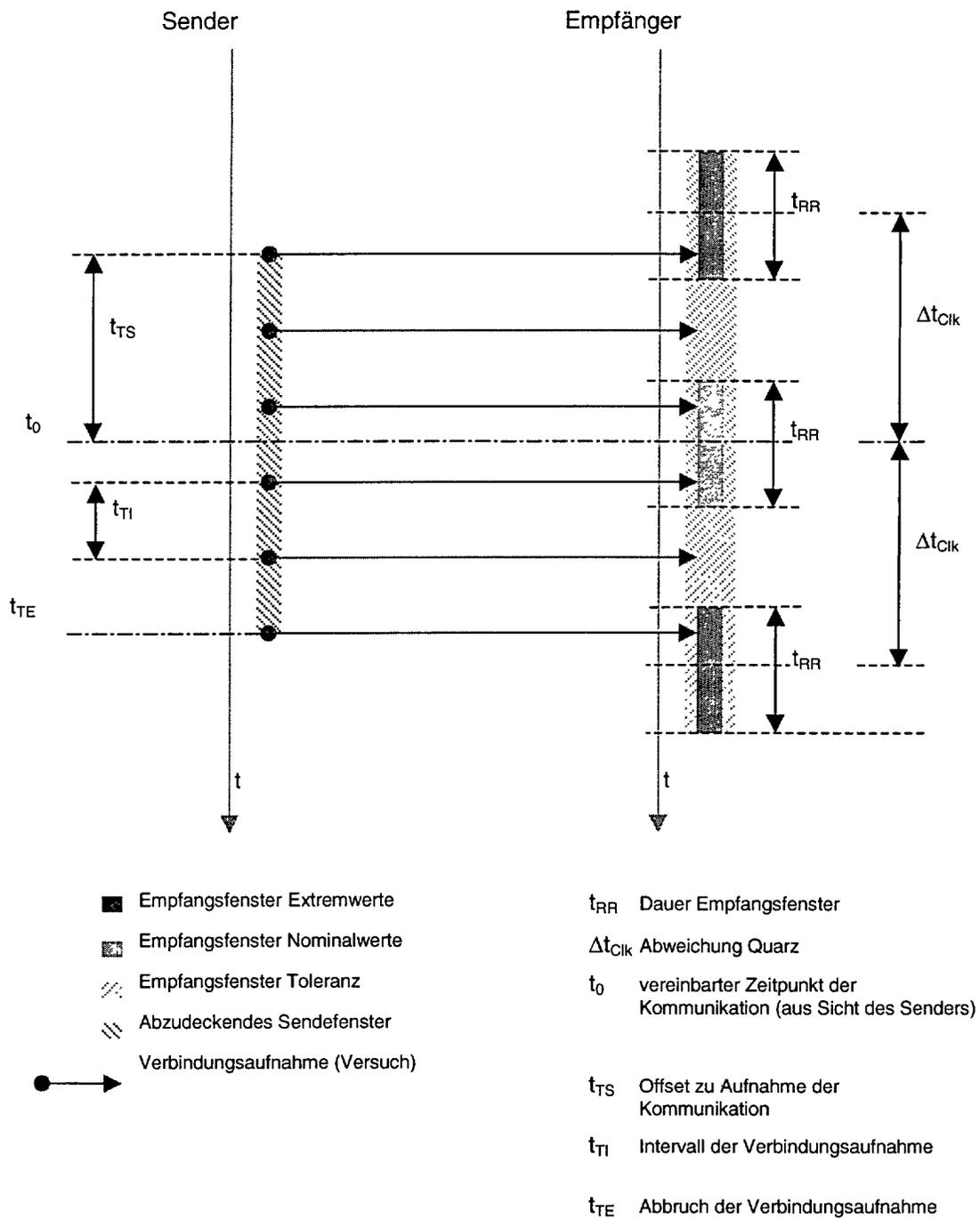
- Verbrauchsdaten, wobei von mindestens einem Funkmodul (2) Daten an eine Funk-Basisstation (1) direkt oder indirekt über einen als Relais dienenden Funkmodul (20, 21) übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Funkmodul (2) ein bestimmter Zeitpunkt zum Senden von Daten zugeteilt ist, und dass jedes Funkmodul unmittelbar nach dem Senden der Daten auf Empfang geschaltet wird um eine Bestätigung mit Synchronisationsbefehl zu empfangen. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils die Gangabweichung der Uhr eines Funkmoduls ermittelt und ein Gang-Korrekturbefehl übermittelt wird. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils die Synchronisation zwischen Basisstation (1) und damit direkt kommunizierenden Funkmodulen (20) und zwischen Relais-Funkmodulen (20, 21) und damit kommunizierenden Funkmodulen (21, 22) folgt. 20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gang der Uhren der Funkmodule in Abhängigkeit deren Temperatur korrigiert wird. 25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Funkmodulen Empfangszeitfenster zugeordnet sind, die symmetrisch zu den Sendezeitpunkten von kommunizierenden Funkmodulen liegen. 30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** anfänglich bestimmte Übermittlungspfade festgelegt werden, zu welchen nur im Störfalle ein Ersatzpfad ermittelt wird. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl bei der anfänglichen Inbetriebnahme als auch im Störfalle der bzw. die Übermittlungspfad(e) durch ein automatisches Initialisierungsprogramm der Basisstation (1) ermittelt und festgelegt wird bzw. werden. 40 45
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** allen vorhandenen Relais-Funkmodulen (20, 21) eine möglichst gleiche Anzahl von untergeordneten Funkmodulen (21, 22) zugeordnet wird. 50
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Relais-Funkstationen (20, 21) Funkstationen mit geringster Gangabweichung der Uhren untergeordnet werden. 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Daten per Funk von der Basisstation an eine übergeordnete Datenverarbeitungsstelle übermittelt werden.
11. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1, zum Erfassen des Wärmeverbrauchs, insbesondere zur Heizkostenberechnung, wobei jedem Heizkörper ein Funkmodul zugeordnet ist.



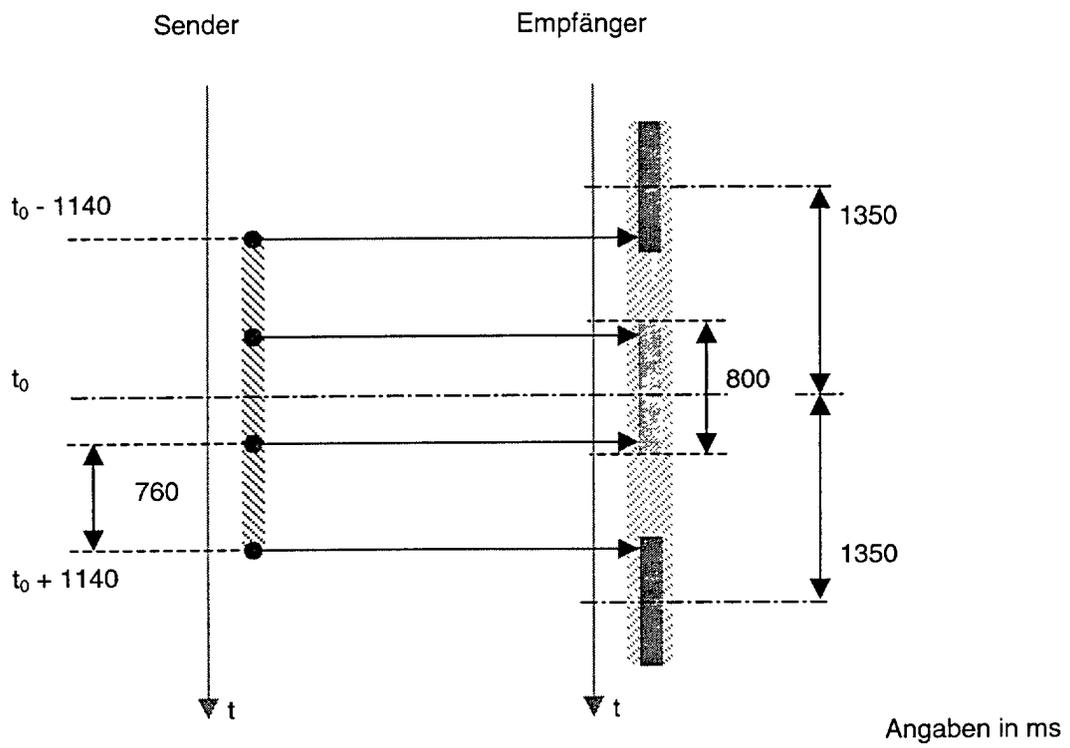
Figur 1



Figur 2



Figur 3



**Figur 4**



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 81 0287

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 455 453 A (PARASEKVKAKOS THEODOROS G ET AL) 19. Juni 1984 (1984-06-19)	1	G08C17/02
Y	* Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 12 * * Spalte 5, Zeile 52 - Spalte 6, Zeile 52 *	3,6-8, 10,11	
Y	EP 0 629 098 A (LOGICA UK LTD) 14. Dezember 1994 (1994-12-14) * Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 5 * * Spalte 6, Zeile 50 - Spalte 7, Zeile 3 * * Spalte 9, Zeile 39 - Spalte 10, Zeile 18 * * Spalte 12, Zeile 53 - Spalte 13, Zeile 49 *	3,6-8, 10,11	
A	WO 99 65169 A (ABB POWER T & D CO) 16. Dezember 1999 (1999-12-16) * Seite 6, Zeile 25 - Seite 7, Zeile 22 * * Seite 12, Zeile 3 - Seite 14, Zeile 14 *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G08C H04Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	1. Oktober 2001	Pham, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 81 0287

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-10-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4455453	A	19-06-1984	US 4241237 A	23-12-1980
			AT 5790 T	15-01-1984
			CA 1155243 A1	11-10-1983
			DE 3066039 D1	09-02-1984
			EP 0013982 A1	06-08-1980
			JP 1023839 B	09-05-1989
			JP 1538405 C	16-01-1990
			JP 55102097 A	04-08-1980
EP 0629098	A	14-12-1994	GB 2278699 A	07-12-1994
			DE 629098 T1	12-09-1996
			EP 0629098 A2	14-12-1994
			ES 2088837 T1	01-10-1996
WO 9965169	A	16-12-1999	AU 4232599 A	30-12-1999
			WO 9965169 A1	16-12-1999

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82