



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.12.2013 Patentblatt 2013/51

(51) Int Cl.:
B61L 19/06 ^(2006.01) **B61L 7/06** ^(2006.01)
B61L 7/08 ^(2006.01) **B61L 27/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12171764.9**

(22) Anmeldetag: **13.06.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Fischer, Michael**
8932 Mettmenstetten (CH)

(74) Vertreter: **Fischer, Michael**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG**
8047 Zürich (CH)

(54) **Verfahren und System zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen eines Eisenbahnnetzwerkes**

(57) Die vorliegende Erfindung offenbart ein Verfahren und ein System zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) eines Eisenbahnnetzwerkes gelöst, bei die folgenden Schritte ausgeführt werden:

a) Zuordnen der Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) zu vorbestimmten Verbrauchsklassen (EK1, EK2);

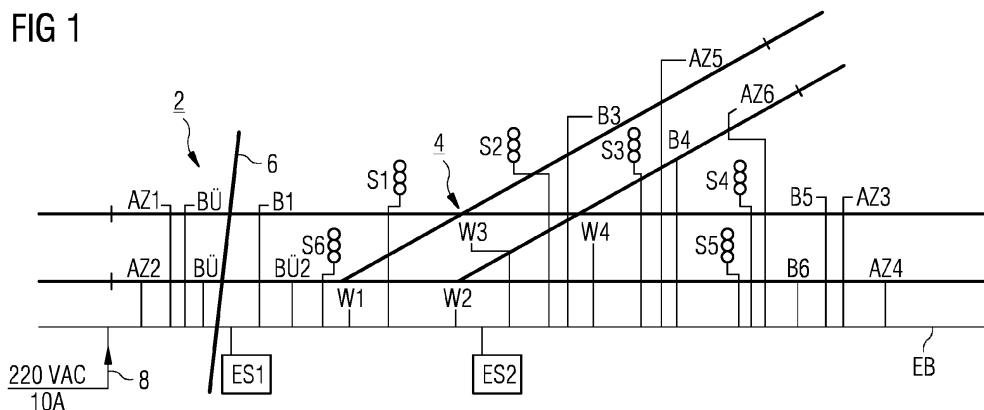
b) Aufsummieren der in einem Streckenabschnitt (2) des Eisenbahnnetzwerkes angeordneten dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) hinsichtlich ihrer den Verbrauchsklassen zugeordneten Leistungsaufnahme für die Einstellung einer ersten fahrplangemässen Fahrstrasse, wobei von einer eingestellten Grundfahrstrasse ausgegangen wird,

c) Wiederholen des Schrittes b) für eine Anzahl von fahrplangemässen Fahrstrassen (F1 bis F4) für ein vorbestimmtes Zeitintervall, wobei für die n-te Fahrstrasse die zuvor eingestellte (n-1)-te Fahrstrasse als Grundfahrstrasse verwendet wird;

d) Ermitteln eines für das betrachtete Zeitintervall räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils;

e) entsprechend dem räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils die Wahl einer Grundleistung in einem dem Streckenabschnitt (2) zugeordneten Energieversorgungsnetzwerk (EB) sowie die Wahl der Anordnung von aufladbaren Speicherelementen (ES1, ES2), wobei die Grundleistung und die Leistung der Speicherelemente (ES1, ES2) ausgelegt sind, mindestens einen Leistungsbedarf des räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils in der geforderten zeitlichen und/oder räumlichen Granularität bereitzustellen.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen eines Eisenbahnnetzwerkes.

[0002] Derartige dezentrale Feldelementen werden in Schienenverkehrsnetzwerken genutzt, um die Schienenfahrzeuge beeinflussende und/oder die Schienenfahrzeuge überwachende Einheiten zu steuern und bezüglich der Funktionalität zu überwachen und um Prozessdaten aufzunehmen und zurück zu melden. Als zugbeeinflussende Einheiten, die also Anweisungen an den Fahrzeugführer geben oder sogar direkt Eingriffe in der Fahrzeugsteuerung vornehmen oder direkt einen sicheren Fahrweg einstellen, können beispielsweise Signale, Weichen, Balisen, Linienleiter, Gleismagnete und dergleichen sowie auch Sensoren zum Erfassen von Prozessgrößen des fahrenden Zuges, wie Leistungsaufnahme, Geschwindigkeit und dergleichen, betrachtet werden. Als Zug- und Gleisabschnitt überwachende Einheiten können ebenfalls Balisen und Linienleiter, aber auch Achszähler und Gleisstromkreise genannt werden.

[0003] Im Eisenbahnverkehr ist es üblicherweise so, dass diese dezentralen Feldelemente von einem Stellwerk oder einem abgesetzten Stellrechner gesteuert werden. Für den Datentransfer zwischen dem Stellwerk und den Feldelementen im Gleisbereich sind heute in der Regel standardisierte Kupferkabel vorgesehen, für deren klassische Stelldistanzlängen wegen der physikalischen Übertragungsparameter, den Kabelbelägen (RLC), bei 10 km in der Praxis die obere Grenze liegt. Bei gewissen Typen von Feldelementen kann diese obere Limite jedoch auch nur bei maximal 6,5 km liegen.

[0004] Gemäss der europäischen Patentanmeldung EP 2 301 202 A1 sind zur Behebung dieser Limitierung eine Einrichtung und ein Verfahren zur Steuerung und/oder Überwachung von entlang eines Verkehrsnetzwerks angeordneten dezentralen Feldelementen bekannt, welche folgenden Kernpunkte umfassen:

- a) ein übergeordnetes Steuerungssystem, das mit den dezentralen Feldelementen mittels Datentelegrammen Informationen austauscht,
- b) ein Datentransportnetzwerk mit einer Anzahl von Netzzugangspunkten, wobei das übergeordnete Steuerungssystem über mindestens einen Netzzugangspunkt an dem Datentransportnetzwerk angekopelt ist;
- c) Kommunikationseinheiten, die jeweils an einem Netzzugangspunkt angeschlossen sind, wobei:
- d) die dezentralen Feldelementen zu Untergruppen mit jeweils eigenem Subnetzwerk zusammengefasst sind; und wobei
- e) das Subnetzwerk jeder der Untergruppen an jedem seiner beiden Ende jeweils über eine Kommunikationseinheit und über einem Netzzugangspunkt an dem Datentransportnetzwerk angekopelt ist.

[0005] Auf diese Weise kann für die Ankopplung der dezentralen Feldelementen ein digitales Transportnetzwerk genutzt werden, welches in jeder Weise robust gegen ein einfaches Fehlerereignis ist, dennoch eine sehr geschickte Verwendung von sehr breit in der Bahntechnik eingesetzten Cu-Kabeln, zum Beispiel bisher vorhandenen Stellwerkskabeln, erlaubt und schliesslich auch nur eine vergleichsweise geringe Zahl von Netzzugangspunkten benötigt. Diese Lösung wird beispielsweise unter dem Namen SiNet® von der Siemens Schweiz AG vertrieben.

[0006] Im Rahmen der Fortbildung dieses Projekts soll nun auch die elektrische Spannungsversorgung von dezentralen Feldelementen zunehmend nicht mehr aus dem Stellwerk heraus geleistet, sondern mit Hilfe des Einsatzes eines vom Stellwerk komplett unabhängigen Spannungsversorgungsnetzes gelöst werden.

[0007] Hierbei sind gemäss der europäischen Patentanmeldung 11 189 530.6 in dem Spannungsversorgungsnetz auch dezentrale Speicherelemente vorgeschlagen worden, die im Besonderen zur Glättung von Lastspitzen im Netz eingesetzt werden sollen. Diese in der europäischen Patentanmeldung 11 189 530.6 vorgeschlagene Lösung beinhaltet die Funktionalität von SiNet® gemäss der europäischen Patentanmeldung EP 2 301 202 A1 hinsichtlich der datentechnisch vorgesehenen Situation mit einem neuen Energieversorgungskonzept. Alle Element-Controller der dezentralen Feldelemente sind nun an einem gemeinsamen Energietransportnetz angeschlossen. Die Einspeisung von elektrischer Energie erfolgt nun nicht mehr ausschliesslich aus dem zentralen Stellwerk, sondern erfolgt auch über externen Spannungsversorgungen, die aber sonst wie keinerlei Bezug mehr zu der datentechnischen Behandlung der Element-Controller haben. An geeigneten Positionen des Energietransportnetzes sind nun intelligente Energiespeicher IES1 bis IES4 an dem Energietransportnetz und dem Datentransportnetz angeschlossen, so dass diese intelligenten Energiespeicher datentechnisch über das Datentransportnetz mit dem zentralen Stellwerk kommunizieren können und somit eine Leistungsaufnahme und/oder -abgabe von einem in der Logik des zentralen Stellwerks implementierten Energiemanager kontrolliert erfolgen kann. Die intelligenten Energiespeicher verfügen dabei neben einer Ladeeinrichtung mit Umrichter und dem eigentlichen Energiespeicher über ein lokales Logikmodul, eine Regelung eines Energieflusses sowie ein Kommunikationsmodul.

[0008] Gemäss diesem neuen Konzept gehen einem Stellwerkrechner für die gleichen dezentralen Feldelemente dann nur noch vier Kabeladern für die elektrische Energie und bis zu vier Kabeladern für die Kommunikation heraus. Dabei ist der Stellwerkrechner ebenfalls über einen Netzzugangspunkt an dem Datentransportnetz angeschlossen.

[0009] Auf diese Weise ergibt sich eine hinsichtlich der verwendeten dezentralen Feldelemente und der intelligenten Energiespeicher eine skalierbare Situation im

Gleisbereich. Dabei können auch skalierbare Leitungsmodelle und skalierbare Energiespeicher eingesetzt werden. Als Energiespeicher können dabei auch mechanische Schwungradspeicher und Super-Kondensatoren eingesetzt werden. Diese Lösung zeigt daher auch den Nutzen dieses Konzepts der dezentral verteilt angeordneten Energiespeicher im Energietransportnetz auf, so dass die Auslegung des Energietransportnetzes den Beitrag der Energiespeicher dahingehend nutzen kann, dass die Leitungsadern des Netzwerks nur für eine vorbestimmbare Basisleistung ausgelegt werden müssen.

[0010] Wie aus dieser Lösung nachvollziehbar, benötigen dabei besonders Weichen- und Schrankenantriebe kurzfristig relativ grosse Leistungen, deren Bereitstellung unter Zuhilfenahme der Speicherelemente so erzielt werden soll, dass die über das Netz bereitgestellte Leistung eine gewisse Grundlast dauerhaft bereitstellt, die ausreichend ist, um die Speicherelemente periodisch wieder zur Bereitstellung der Spitzenlast aufladen zu können. Die Auslegung der Kapazität der Speicherelemente sowie der Kapazität des die Grundlast bereitstellenden Netzes sind jedoch recht komplex, da hierzu derzeit keinerlei verlässliche Planungsgrundlagen existieren.

[0011] Das vorstehend genannte Problem wurde bisher noch nicht gelöst, weil das Konzept des vom Stellwerk entkoppelten Spannungsversorgungsnetzwerks bisher im Bahnbereich noch nicht umgesetzt worden ist und einen regelrechten Paradigmenwechsel darstellt, weil viele dezentrale Feldelemente nun nicht mehr durch die direkte Überwachung der elektrischen Leistungsaufnahme aus dem Stellwerk her überwacht werden können.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein System und ein Verfahren zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen eines Eisenbahnnetzwerkes anzugeben, mit denen im Wege einer Grundversorgung eine Grundlast abgedeckt und Speicherelemente so aufgeladen werden können, dass diese die erforderliche Spitzenlast im Bedarfsfall bereitstellen können.

[0013] Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch ein Verfahren zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen eines Eisenbahnnetzwerkes gelöst, bei dem die folgenden Schritte ausgeführt werden:

- a) Zuordnen der Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente zu vorbestimmten Verbrauchsklassen;
- b) Aufsummieren der in einem Streckenabschnitt des Eisenbahnnetzwerkes angeordneten dezentralen Feldelemente hinsichtlich ihrer den Verbrauchsklassen zugeordneten Leistungsaufnahme für die Einstellung einer ersten fahrplangemässen Fahrstrasse, wobei von einer eingestellten Grundfahrstrasse ausgegangen wird,
- c) Wiederholen des Schrittes b) für eine Anzahl von fahrplangemässen Fahrstrassen für ein vorbe-

stimmtes Zeitintervall, wobei für die n-te Fahrstrasse die zuvor eingestellte (n-1)-te Fahrstrasse als Grundfahrstrasse verwendet wird;

d) Ermitteln eines für das betrachtete Zeitintervall räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils;

e) entsprechend dem räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofil die Zuordnung einer Grundleistung in einem dem Streckenabschnitt zugeordneten Energieversorgungsnetzwerk sowie die Zuordnung von aufladbaren Speicherelementen zu diesem Streckenabschnitt, wobei die Grundleistung und die Leistung der Speicherelemente ausgelegt sind, mindestens einen Leistungsbedarf des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils in der geforderten zeitlichen und/oder räumlichen Granularität bereitzustellen.

[0014] Bezüglich des Systems wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch ein System zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen eines

[0015] Eisenbahnnetzwerkes gelöst, welches die folgenden Komponenten umfasst:

a) Mittel zum Zuordnen der Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente zu vorbestimmten Verbrauchsklassen;

b) Mittel zum Aufsummieren der in einem Streckenabschnitt des Eisenbahnnetzwerkes angeordneten dezentralen Feldelemente hinsichtlich ihrer den Verbrauchsklassen zugeordneten Leistungsaufnahme für die Einstellung einer ersten fahrplangemässen Fahrstrasse, wobei von einer eingestellten Grundfahrstrasse ausgegangen wird,

c) Mittel zum Wiederholen des Schrittes b) für eine Anzahl von fahrplangemässen Fahrstrassen für ein vorbestimmtes Zeitintervall, wobei für die n-te Fahrstrasse die zuvor eingestellte (n-1)-te Fahrstrasse als Grundfahrstrasse verwendet wird;

d) Mittel zum Ermitteln eines für das betrachtete Zeitintervall räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils;

e) ein dem Streckenabschnitt zugeordnetes

[0016] Energieversorgungsnetzwerk, bei dem entsprechend dem räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofil die Zuordnung einer Grundleistung sowie die Zuordnung von aufladbaren Speicherelementen so vorgenommen ist, dass die Grundleistung und die Leistung der Speicherelemente zusammen ausgelegt sind, mindestens den Leistungsbedarf des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils in der geforderten zeitlichen und/oder räumlichen Granularität bereitzustellen.

[0017] Auf diese Weise ergibt sich eine vorausschauende skalierte Prognose der Leistungsaufnahme von elektrischen Feldelementen aufgrund der mittels des

Fahrplans prognostizierbaren Belegung des Gleiskörpers. Zunächst wird dabei einmal bestimmt, welche Anzahl von Leistungsverbrauchern (Signallampen, Weichenantriebe, Schrankenantriebe, Achszählpunkte, Gleisstromkreise, Balisen, Linienleiter und dergleichen) mit welchen Leistungsklassen im Gleisnetz angeordnet sind. Dabei wird auch die exakte Lage der Feldelemente bestimmt und diese bestimmten Fahrstrassen zugeordnet.

[0018] Anhand des Fahrplans kann nun ganz exakt bestimmt werden, welche Züge den jeweiligen Streckenabschnitt unter Benutzung vorbestimmter Fahrstrassen benutzen werden. Bei der Projektierung der Fahrstrassen kann dann auch genau bestimmt werden, welche Feldelemente bei einem Wechsel von einer n-ten Fahrstrasse zur (n+1)-ten Fahrstrasse aktiviert werden müssen und welche Feldelemente innerhalb des Streckenabschnitts (Blockabschnitt) unabhängig von der jeweils eingestellten Fahrstrasse periodisch oder dauerhaft betrieben werden müssen. Im Rahmen dieser Projektierung wird den einzelnen dezentralen Feldelementen eine normierte Energie-/Leistungsaufnahme(klasse) zugeordnet, sodass für einen Streckenabschnitt die bereitzustellende Energie/Leistung im Rahmen dieser Projektierung zeitlich und räumlich aufgelöst relativ genau bestimmt werden kann.

[0019] Mittels dieser Projektierungsdaten wird dann das elektrische Versorgungsnetz hinsichtlich der Grundlast und der einzusetzenden Speicherelemente sowie des distinkten Ortes dieser Speicherelemente projektiert und entsprechend erstellt. Der Fahrbetrieb wird anschliessend mit diesem Spannungsversorgungsnetzwerk für die in dem betreffenden Streckenabschnitt angeordneten dezentralen Feldelemente durchgeführt.

[0020] Die vorliegende Erfindung führt daher im Ergebnis zu einer Skalierung der Leistungsaufnahme und liefert aufgrund der mittels des Fahrplans prognostizierbaren Streckenbelegung ein normatives Werkzeug, aus dem gezielt zeitlich und räumlich aufgelöste Profile der elektrischen Leistungsaufnahme ableitbar sind. Mit Hilfe dieser Profile werden die elektrische Grundlast, die Spitzenlast sowie die Kapazität und der physische Ort der Energiespeicher festgelegt. Auf diese Weise ergibt sich ein sehr detailliert vorausplanbares Modells/Profil der elektrischen Leistungsaufnahme, welche später entsprechend dieses Modells/Profils bereitgestellt werden kann. Damit ist das Leistungsverversorgungsnetzwerk effizient und anforderungsgerecht auslegbar, wodurch ein schonender Umgang mit Ressourcen, wie Kupferkabeln, Energiespeichermaterialien erreicht werden kann.

[0021] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann es vorgesehen sein, mindestens zwei Verbrauchsklassen zu definieren, wobei die erste Verbrauchsklasse dezentralen Feldelemente mit niedrigem und eher permanentem Leistungsbedarf repräsentiert und die zweite Verbrauchsklasse dezentrale Feldelemente mit vergleichsweise hohem, aber kurz andauernden Leistungsbedarf repräsentiert. Dezentrale Feld-

elemente mit niedrigem und eher permanentem Leistungsbedarf sind zum Beispiel Lichtsignale, Balisen, Achszähler, Gleisstromkreise und ihre jeweiligen Steuerungseinrichtungen (sogenannte LEU's-Lineside Electronic Equipment). Dezentrale Feldelemente mit vergleichsweise hohem, aber nur kurz andauerndem Leistungsbedarf sind zum Beispiel die Weichenantriebe und Barrierenantriebe und ihre jeweiligen Steuerungseinrichtungen.

[0022] Im Besonderen durch Verspätungen oder durch Sonderereignisse, wie z.B. grosse Messen, Konzerte oder Sportveranstaltungen, kann eine temporäre Abweichung des ermittelten räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils auftreten. Um diesen Mehrbedarf gegebenenfalls mit den vorhandenen Mitteln auffangen zu können, kann es vorgesehen sein, dass die bereitgestellte Leistung eine Reserveleistung umfasst, die etwa 20 bis 60 Prozent des Leistungsbedarfs des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils beträgt. Damit wird der Fall temporärer Abweichungen vom Verbrauchsprofil in der Regel zu beherrschen sein. Sollte die bereitstellbare Energiemenge allerdings vom tatsächlichen Bedarf überstiegen werden, könnte beispielsweise die Reserveleistung eines angrenzenden Streckenabschnitts oder eine weitere Energiequelle, wie z.B. eine Leitung des öffentlichen Netzes oder der Fahrdraht, temporär angezapft werden.

[0023] Zur Erleichterung der Projektierung kann es vorgesehen sein, dass die einsetzbaren Energiespeicher hinsichtlich der durch sie zur Verfügung stellbaren Energiemenge Leistungsklassen zugeordnet sein können. In vorteilhafter Weiterbildung dieser Ausgestaltung kann eine Konkordanzliste vorgesehen sein, die den Verbrauchsklassen entsprechende Energiespeicher geeigneter Leistungsklasse gegenüberstellt. Auf diese Weise ergibt sich eine Projektierbarkeit quasi nach dem System eines Baukastens, die so auch vorzugsweise programmierbar ist, wodurch ein projektiertes Layout beispielsweise mit einer entsprechenden Software automatisch erstellbar wäre. Allfällige Anpassungen könnten dann von Hand in diesem Layout projektiert werden.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

[0025] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines Streckenabschnitts mit einer Doppelspurstrecke mit Abzweigungsstelle; und

Figur 2 eine tabellarische Ansicht der in diesem Streckenabschnitt angeordneten dezentralen Feldelemente mit ihren zugehörigen Stell- und Sicherungseinrichtungen.

[0026] Die Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Streckenabschnitts 2 einer Eisenbahndoppelspurli-

nie. Dieser Streckenabschnitt weist zusätzlich eine Abzweig- und Einmündungsstelle (nachfolgend Kreuzungsstelle 4 genannt) auf und eine die Doppelspurstrecke an einem Bahnübergang BÜ kreuzende Strasse 6 auf. Zur Kontrolle der Ein- und vollständigen Ausfahrt eines Zuges aus dem Streckenabschnitt sind insgesamt sechs Achszähler AZ1 bis AZ6 vorgesehen. Die jeweils anliegenden Fahrbegriffe werden an sechs Signalen S1 bis S6 optisch angezeigt und auch mittels sechs im Gleisbereich montierten Balisen B1 bis B6 berührungslos übertragen. Zur Bedienung der Kreuzungsstelle 4 sind vier Weichen W1 bis W4 vorgesehen.

[0027] In der Grundstellung für diesen Streckenabschnitt 2 bestehen zwei nicht-abgelenkte Grundfahrstrassen, d.h. Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ1 und Ausfahrt bei Achszähler AZ3 und umgekehrt sowie Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ4 und Ausfahrt bei Achszähler AZ2 und umgekehrt. Eine erste davon abweichende Fahrstrasse F1 sieht die Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ1 und die Ausfahrt bei Achszähler AZ5 vor. Eine zweite von der Grundfahrstrasse abweichende Fahrstrasse F2 sieht die Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ6 und die Ausfahrt bei Achszähler AZ2 vor. Eine dritte von der Grundfahrstrasse abweichende Fahrstrasse F3 sieht die Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ2 und die Ausfahrt bei Achszähler AZ5 vor. Eine vierte von der Grundfahrstrasse abweichende Fahrstrasse F4 sieht die Einfahrt des Zuges bei Achszähler AZ1 und die Ausfahrt bei Achszähler AZ6 vor. Die vier vorstehend genannten Fahrstrassen F1 bis F4 können dabei selbstverständlich auch in umgekehrter Richtung befahren werden.

[0028] Zur elektrischen Spannungsversorgung sämtlicher dezentraler Feldelemente, worunter im vorliegenden Text die zugsichernde und zugbeeinflussende Einheit sowie deren Elementkontroller verstanden wird, erfolgt mittels eines Energiebusses EB. An diesen Energiebus EB sind sämtliche dezentrale Feldelemente angeschlossen.

[0029] Zur Projektierung des Energiebusses EB ist es besonders vorteilhaft zu wissen, welche elektrischen Leistungen zu welcher Zeit von dem Energiebus EB bereitgestellt sind. Besonders in entlegenen Gegenden kann auf diese Weise bestimmt werden, ob gewisse lokal vorhandene Spannungsversorgungsquellen angezapft werden können oder ob zusätzliche, aber in Regel teure Massnahmen zur Bereitstellung von mehr elektrischer Leistung erforderlich sind.

[0030] Aus diesem Grund ist es zunächst in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, für die dezentralen Feldelemente zwei Verbrauchsklassen EK1 und EK2 zu definieren, wobei die erste Verbrauchsklasse EK1 dezentralen Feldelemente mit niedrigem und eher permanenten Leistungsbedarf, wie z.B. die Achszähler AZ1 bis AZ6, die Balisen B1 bis B6 und die Signale S1 bis S6 repräsentiert und die zweite Verbrauchsklasse EK2 dezentrale Feldelemente mit vergleichsweise hohem, aber kurz andauernden Leistungsbedarf, wie z.B. den Bahn-

übergang BÜ und die Weichen W1 bis W4, repräsentiert. Der Energieklasse EK1 kann daher eine mittlere permanente Leistungsaufnahme von 50 Watt, d.h. über einen ganzen Tag gesehen eine Energiemenge von 1,2 kWh, und der Energieklasse EK2 ein kurzzeitiger Leistungsbedarf von 6 kW für eine Zeitdauer von jeweils maximal einer Minute, also ein Energiebedarf von jeweils 0,06 kWh, zugeordnet werden.

[0031] Unter der Annahme, dass die Achszähler AZ1 bis AZ6, die Balisen B1 bis B6 und die Signale S1 bis S6 permanent eingeschaltet sind, ergibt sich so für diesen Streckenabschnitt eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 900 Watt, was einer täglichen Energiemenge von 21,6 kWh entspricht. Eine derartige Leistung könnte beispielsweise (ohne Berücksichtigung von Leistungsverlusten) bereits durch eine mit 10 Ampere abgesicherte Leitung 8 mit 220 VAC mit entsprechender Reserve bereitgestellt werden.

[0032] Unter der Annahme folgender Streckenbelegung lässt sich dann auch die Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente mit der Energieklasse EK2 abschätzen:

Es verkehren von 5 Uhr bis 24 Uhr vier Züge stündlich auf jeder der beiden Grundfahrstrassen. Zusätzlich verkehrt in dieser Zeit pro Stunde je ein Zug auf der Fahrstrasse F1 und auf der Fahrstrasse F2. Die Fahrstrassen F3 und F4 werden im Regelbetrieb nicht genutzt. Dies bedeutet, dass der Bahnübergang BÜ in 19 Stunden pro Stunde 10-mal geschlossen und wieder geöffnet wird, was insgesamt über den Zeitraum der 19 Stunden einer Energiemenge von 22,8 kWh entspricht. Zusätzlich laufen die beiden Weichen W2 und W3 pro Stunde zweimal um, was insgesamt über den Zeitraum von 19 Stunden einer Energiemenge von 2,28 kWh entspricht. Damit benötigen die dezentralen Feldelemente mit der zweiten Energieklasse EK2 pro Tag eine Energiemenge von 25,08 kWh.

[0033] Diese Energiemenge kann mit der oben bereits genannten Leitung 8 (220VAC, 10A) nicht zusätzlich zu der für die dezentralen Feldelemente der ersten Energieklasse EK1 benötigten Energiemenge von 21,6 kWh bereitgestellt werden. Unter der Annahme, dass die beiden Schrankenantriebe des Bahnübergangs BÜ parallel laufen, kann aus einer derartigen Leitung keine Leistung von 12 kW entnommen werden. Aus diesem Grund kommt daher den beiden bereits eingezeichneten Energiespeichern ES1 und ES2 eine besondere Bedeutung zu. Diese sind nun so zu dimensionieren, dass der Energiespeicher ES1 im Wesentlichen zur Speisung des Bahnübergangs BÜ diesem auch Energiebus-seitig zugeordnet ist. Er ist daher so zu dimensionieren, dass er täglich eine Energiemenge von etwa 32 kWh (wegen der Reserve) übernehmen kann, was etwa der Energiemenge von vierzig Autobatterien (80 Ah, 12 VDC) für PKW entspricht. Der Energiespeicher ES2 ist im Wesentlichen

zur Speisung der Weichen W1 bis W4, insbesondere auch ihrer Weichenheizungen, denselben Energiebusseitig zugeordnet. Hier würde eine Energiemenge von etwa 3,2 kWh als ausreichend erachtet, was in der vorstehenden Metrik der Autobatterien vier Batterien entsprechen würde.

[0034] Aus diesem Grunde kann hier entschieden werden, dass die zum Aufladen des Energiespeichers ES2 erforderliche Energie insgesamt auch noch mit einer grosszügigen Reserve aus der bereits an dem Energiebus EB anliegenden Leitung 8 (220VAC, 10A) entnommen werden kann. Der Energiespeicher ES2 ist lediglich so zu dimensionieren, dass er quasi eine Art Kurzschlussleistung von 6kW für die Dauer einer Minute hinsichtlich des hierfür erforderlichen Stromflusses bereitstellen kann. An dieser Stelle ist daher der gekoppelte Einsatz von geeigneten Supercaps gepaart mit Batterien angezeigt.

[0035] Für den Energiespeicher ES1 ist daher zu prüfen, woher die benötigte Energiemenge von 32 kWh täglich stammen kann. Eine Option kann die Verstärkung der bestehenden Leitung sein. Unter der Annahme, dass diese Leitung aus einem entfernten Stellwerk herangeführt worden ist, kann eine weitere Option darin bestehen, eine zweite Leitung, insbesondere aus einem anderen öffentlichen Versorgungsnetz, heranzuführen. Diese Variante kann gegenüber der ersten Variante erheblich preiswerter sein, weil beispielsweise nur eine kurze Verlängerung einer Leitung des öffentlichen Versorgungsnetzes zu legen wäre. Eine dritte Variante könnte beispielsweise auch eine Speisung aus Photovoltaikelementen, Windturbinen oder Brennstoffzellen vorsehen. Auch eine Leistungsentnahme aus dem Fahrdrat kann eine valuable Option sein.

[0036] Unter der Annahme, dass sich in der Nähe des Energiespeichers ES1 weder Versorgungslinien des öffentlichen Netzes noch Photovoltaik- und Windturbinenanlagen befinden, wird vorliegend die Entnahme der Leistung aus dem hier nicht weiter dargestellten Fahrdrat gewählt. Dank des Energiespeichers ES1 könnte der Streckenabschnitt 2 sogar eine gewisse Zeit lang mit Diesel- oder Dampffahrzeugen befahren werden, falls es zu einem Ausfall der Spannungsversorgung aus dem Fahrdrat kommen sollte.

[0037] Wie vorstehend bereits erläutert, umfasst die bereitgestellte Leistung eine Reserveleistung, die hier mindestens rund 40 Prozent des Leistungsbedarfs des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils beträgt. Zur Erleichterung des Auffindens eines geeigneten Energiespeichers sind zudem die einsetzbaren Energiespeicher hinsichtlich der durch sie zur Verfügung stellbaren Energiemenge Leistungsklassen zugeordnet.

[0038] Die vorliegende Erfindung führt daher im Ergebnis zu einer Skalierung der Leistungsaufnahme und liefert aufgrund der mittels des Fahrplans prognostizierbaren Streckenbelegung ein normatives Werkzeug, aus dem gezielt zeitlich und räumlich aufgelöste Profile der elektrischen Leistungsaufnahme ableitbar sind. Mit Hilfe

dieser Profile sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel die elektrische Grundlast, die Spitzenlast sowie die Kapazität und der physische Ort der Energiespeicher festgelegt worden. Auf diese Weise ergibt sich ein sehr detailliert vorausplanbares Modells/Profil der elektrischen Leistungsaufnahme, welche später entsprechend dieses Modells/Profils bereitgestellt werden kann. Damit ist das Leistungsverorgungsnetzwerk effizient und anforderungsgerecht auslegbar, wodurch ein schonender Umgang mit Ressourcen, wie Kupferkabeln, Energiespeichermaterialien, erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) eines Eisenbahnnetzwerkes gelöst, bei die folgenden Schritte ausgeführt werden:

a) Zuordnen der Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) zu vorbestimmten Verbrauchsklassen (EK1, EK2);

b) Aufsummieren der in einem Streckenabschnitt (2) des Eisenbahnnetzwerkes angeordneten dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) hinsichtlich ihrer den Verbrauchsklassen zugeordneten Leistungsaufnahme für die Einstellung einer ersten fahrplangemässen Fahrstrasse, wobei von einer eingestellten Grundfahrstrasse ausgegangen wird,

c) Wiederholen des Schrittes b) für eine Anzahl von fahrplangemässen Fahrstrassen (F1 bis F4) für ein vorbestimmtes Zeitintervall, wobei für die n-te Fahrstrasse die zuvor eingestellte (n-1)-te Fahrstrasse als Grundfahrstrasse verwendet wird;

d) Ermitteln eines für das betrachtete Zeitintervall räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils;

e) entsprechend dem räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils die Wahl einer Grundleistung in einem dem Streckenabschnitt (2) zugeordneten Energieversorgungsnetzwerk (EB) sowie die Wahl der Anordnung von aufladbaren Speicherelementen (ES1, ES2), wobei die Grundleistung und die Leistung der Speicherelemente (ES1, ES2) ausgelegt sind, mindestens einen Leistungsbedarf des räumlich und zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils in der geforderten zeitlichen und/oder räumlichen Granularität bereitzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- mindestens zwei Verbrauchsklassen (EK1, EK2) definiert werden, wobei die erste Verbrauchsklasse (EK1) dezentrale Feldelemente (AZ1 bis AZ6, B1 bis B6, S1 bis S6) mit niedrigem und eher permanenten Leistungsbedarf repräsentiert und die zweite Verbrauchsklasse (EK2) dezentrale Feldelemente (BÜ, W1 bis W4) mit vergleichsweise hohem, aber kurz andauernden Leistungsbedarf repräsentiert.
- 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bereitgestellte Leistung eine Reserveleistung umfasst, die etwa 20 bis 60 Prozent des Leistungsbedarfs des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils beträgt.
- 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einsetzbaren Energiespeicher (ES1, ES2) hinsichtlich der durch sie zur Verfügung stellbaren Energiemenge Leistungsklassen zugeordnet sind.
- 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Konkardanzliste vorgesehen ist, die den Verbrauchsklassen entsprechende Energiespeicher (ES1, ES2) geeigneter Leistungsklasse gegenüberstellt.
- 25
6. System zur Bereitstellung der elektrischen Leistung an dezentralen Feldelementen (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) eines Eisenbahnnetzwerkes gelöst, welches die folgenden Komponenten umfasst:
- 30
- a) Mittel zum Zuordnen der Leistungsaufnahme der dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) zu vorbestimmten Verbrauchsklassen (EK1, EK2);
- b) Mittel zum Aufsummieren der in einem Streckenabschnitt (2) des Eisenbahnnetzwerks angeordneten dezentralen Feldelemente (AZ1 bis AZ6, BÜ, B1 bis B6, S1 bis S6, W1 bis W4) hinsichtlich ihrer den Verbrauchsklassen (EK1, EK2) zugeordneten Leistungsaufnahme für die Einstellung einer ersten fahrplangemässen Fahrstrasse, wobei von einer eingestellten Grundfahrstrasse ausgegangen wird,
- 40
- c) Mittel zum Wiederholen des Schrittes b) für eine Anzahl von fahrplangemässen Fahrstrassen (F1 bis F4) für ein vorbestimmtes Zeitintervall, wobei für die n-te Fahrstrasse die zuvor eingestellte (n-1)-te Fahrstrasse als Grundfahrstrasse verwendet wird;
- 45
- d) Mittel zum Ermitteln eines für das betrachtete Zeitintervall räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils;
- 50
- e) ein dem Streckenabschnitt (2) zugeordnetes Energieversorgungsnetzwerk (EB), bei dem entsprechend dem räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils die Wahl einer Grundleistung sowie die Wahl der Anordnung von aufladbaren Speicherelementen (ES1, ES2) so vorgenommen ist, dass die Grundleistung und die Leistung der Speicherelemente (ES1, ES2) zusammen ausgelegt sind, mindestens den Leistungsbedarf des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils in der geforderten zeitlichen und räumlichen Granularität bereitzustellen.
- 55
7. System nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Verbrauchsklassen (EK1, EK2) definiert werden, wobei die erste Verbrauchsklasse (EK1) dezentrale Feldelemente (AZ1 bis AZ6, B1 bis B6, S1 bis S6) mit niedrigem und eher permanenten Leistungsbedarf repräsentiert und die zweite Verbrauchsklasse dezentrale Feldelemente (BÜ, W1 bis W4) mit vergleichsweise hohem, aber kurz andauernden Leistungsbedarf repräsentiert.
8. System nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bereitgestellte Leistung eine Reserveleistung umfasst, die etwa 20 bis 60 Prozent des Leistungsbedarfs des räumlich und/oder zeitlich aufgelösten Verbrauchsprofils beträgt.
9. System nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einsetzbaren Energiespeicher (ES1, ES2) hinsichtlich der durch sie zur Verfügung stellbaren Energiemenge Leistungsklassen zugeordnet sind.
10. System nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Konkardanzliste vorgesehen ist, die den Verbrauchsklassen entsprechende Energiespeicher geeigneter Leistungsklasse gegenüberstellt.

FIG 1

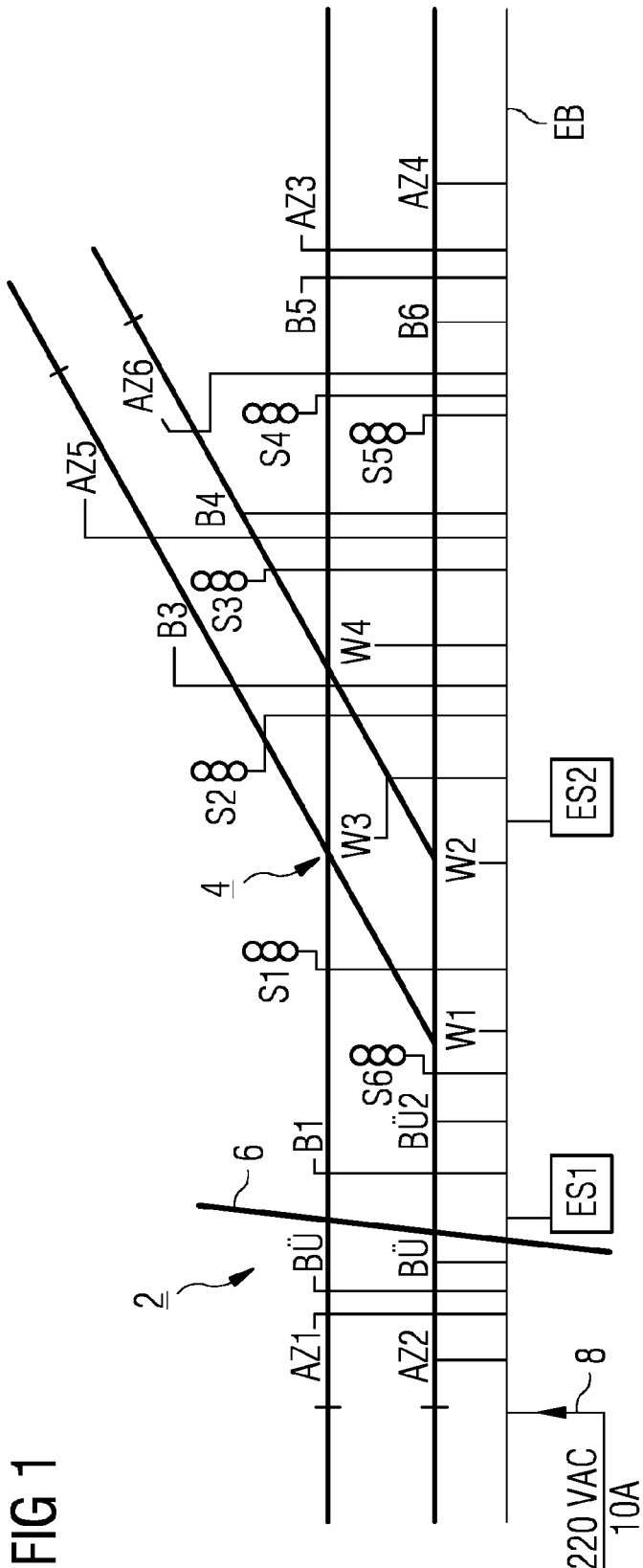


FIG 2

	EK1	EK2	F1 betätigt	F2 betätigt	F3 betätigt	F4 betätigt
AZ1	×		An	An	An	An
AZ2	×		An	An	An	An
AZ3,4	×		An	An	An	An
AZ5,6	×		An	An	An	An
BÜ		×	Ja	Ja	Ja	Ja
B1	×		An	An	An	An
B2	×		An	An	An	An
B3	×		An	An	An	An
B4	×		An	An	An	An
B5	×		An	An	An	An
B6	×		An	An	An	An
S1	×		Grün	Rot	Rot	Grün
S2	×		Grün	Rot	Grün	Rot
S3	×		Rot	Grün	Rot	Grün
S4	×		Rot	Rot	Rot	Rot
S5	×		Rot	Rot	Rot	Rot
S6	×		Rot	Grün	Grün	Rot
W1		×	Nein	Nein	Ja, 2x	Nein
W2		×	Nein	Ja, 2x	Nein	Nein
W3		×	Ja, 2x	Nein	Nein	Nein
W4		×	Nein	Nein	Nein	Ja



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 17 1764

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2008/025414 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; HELFER DANIEL [CH]; REICHLIN ANTON [CH]; WIND) 6. März 2008 (2008-03-06) * Seite 6, Zeile 4 - Seite 7, Zeile 13 * * Seite 10, Zeile 33 - Seite 11, Zeile 19 * * * Abbildungen 1B,2,3 * -----	1-10	INV. B61L19/06 ADD. B61L7/06 B61L7/08 B61L27/00
A	EP 0 957 020 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 17. November 1999 (1999-11-17) * Absätze [0011] - [0014]; Abbildung 1 * -----	1-10	
A	EP 2 236 389 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 6. Oktober 2010 (2010-10-06) * Absätze [0013] - [0020]; Abbildung * -----	1-10	
A	WO 2012/034877 A2 (SIEMENS AG [DE]; OECHSNER JENS-HARRO [DE]; WINDOLF WOLFGANG [DE]) 22. März 2012 (2012-03-22) * Seite 6, Zeile 31 - Seite 8, Zeile 23 * * Seite 11, Zeile 32 - Seite 13, Zeile 13 * * * Abbildung * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. November 2012	Prüfer Massalski, Matthias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 17 1764

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

21-11-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008025414 A2	06-03-2008	EP 2057056 A2 WO 2008025414 A2	13-05-2009 06-03-2008
EP 0957020 A1	17-11-1999	AT 228452 T DE 19821141 A1 EP 0957020 A1 ES 2186313 T3	15-12-2002 18-11-1999 17-11-1999 01-05-2003
EP 2236389 A2	06-10-2010	KEINE	
WO 2012034877 A2	22-03-2012	DE 102010045462 A1 WO 2012034877 A2	15-03-2012 22-03-2012

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2301202 A1 [0004] [0007]
- EP 11189530 A [0007]