

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2008 (23.10.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/125171 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06Q 50/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/001907

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. März 2008 (11.03.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 017 901.6 13. April 2007 (13.04.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ENBW ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG AG** [DE/DE]; Hansastr. 50, 76189 Karlsruhe, e
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HOGREFE, Jürgen** [DE/DE]; Kyllmannstrasse 18, 14109 Berlin (DE).
MUCHA, Hans, Karl [AT/DE]; Schwarzwaldstr. 16,
76137 Karlsruhe (DE).

(74) Anwalt: **MEYER-DULHEUER & PARTNER**; Barck-
haustrasse 12-16, 60325 Frankfurt am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR SYSTEMATIC OPTIMIZATION, PLANNING, AND/OR DEVELOPMENT MONITORING OF A
SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SYSTEMATISCHEN OPTIMIERUNG, PLANUNG UND/ODER ENTWICKLUNGS-
KONTROLLE EINES SYSTEMS

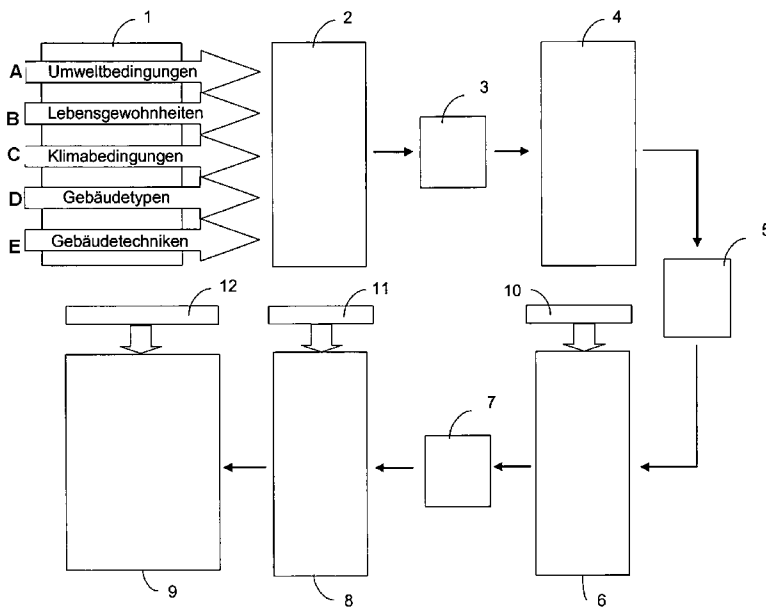


Fig. 1

A Environmental conditions
B Lifestyle habits
C Climate conditions
D Building types
E Building technologies

(57) Abstract: The invention relates to a method for the systematic optimization, planning, and/or development monitoring of a system, comprising at least elements from the areas of buildings and building technology, energy generation, supply networks, and city planning, in that optimization goals determined by optimization criteria are implemented with regard to the system using a computational model having a modular structure, under consideration of system-specific environmental conditions, wherein the elements of the system and the mutual dependencies thereof are represented by modules of the computational model, and the modules contain information in the form of databases on tested components, systems, and concepts and particularly technical parameters, costs, prices, manufacturers, and the technical combinability of the elements with each other.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/125171 A1



PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie Stadtplanung besteht, indem unter Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen durch Optimierungskriterien festgelegte Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau umgesetzt werden, wobei die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch Module des Rechenmodells wiedergegeben werden und die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.

Verfahren zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie Stadtplanung besteht.
- 10 Vor dem Hintergrund eines ständig steigenden weltweiten Energiebedarfs und eines für die Zukunft prognostizierten weiteren Anstiegs des Weltenergiebedarfs erlangen Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz der Energiebereitstellung immer größere Bedeutung. Insbesondere ist zukünftig auch mit einem weiteren Anwachsen und der Neuentstehung großstädtischer Ballungsräume zu
- 15 rechnen. Für eine effiziente Energieversorgung ist es deshalb von großer Bedeutung, das gesamte städtische System, einschließlich der Nachfrageseite, umfassend und konsequent zu analysieren und auf den erhaltenen quantitativen Daten Modelle aufzubauen.
- 20 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, einerseits einen Altbestand an städtischer Versorgungsstruktur zu optimieren und andererseits noch zu errichtende Infrastruktur oder sich entwickelnde Infrastruktur zu optimieren. Dadurch soll zum einen eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs, beispielsweise einer Stadt, erreicht werden. Weiterhin soll die Optimierung auch
- 25 unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich sein. Außerdem soll eine Energieeinsparung in Haushalten sowie die Reduktion des CO₂-Ausstoßes erreicht werden.

- Die oben genannte Aufgabe wurde erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur
- 30 systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie Stadtplanung besteht, gelöst, wobei

- unter Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen durch Optimierungskriterien festgelegte Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau umgesetzt werden, wobei
- 5
- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch Module des Rechenmodells wiedergegeben werden und
 - die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten
- 10 Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.
- Insbesondere ergeben sich dabei Vorteile, wenn es sich bei dem System beispielsweise um eine Ansiedlung oder einen Ballungsraum handelt, wobei eine systematische Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle der Energieinfrastruktur erfolgt. Weiterhin ist auch eine Steuerung oder Überwachung des genannten Systems entsprechend möglich.
- 15
- 20 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben:
- 25 - ein Modul Gebäudetechnik, mindestens umfassend Daten betreffend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,
 - ein Modul Versorgungsnetze, mindestens umfassend Daten betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen Rahmenbedin-
- 30 gungen,
- ein Modul Energieerzeugung, mindestens umfassend Daten betreffend Energieerzeugungstechnologien und -komponenten sowie

- ein Modul Stadtplanung, mindestens umfassend Daten betreffend räumliche Aufsiedlung und zeitliche Aufsiedlung oder Entwicklung der Flächennutzung.

5 Eine bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass unter Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen durch Optimierungskriterien festgelegte Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau umgesetzt werden, wobei

10

- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben werden:

15

- ein Modul Gebäudetechnik (2), mindestens umfassend Daten betreffend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,

- ein Modul Versorgungsnetze (8), mindestens umfassend Daten betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen

20

Rahmenbedingungen sowie

- ein Modul Energieerzeugung (6), mindestens umfassend Daten betreffend Energieerzeugungstechnologien und -komponenten sowie und

25

- die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.

30

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ergeben sich insbesondere Vorteile durch die optimierte Kombination von Systemen und Komponenten zum Aufbau urbaner Energieversorgungssysteme. Dabei wird das gesamte Spektrum der

- Technologien in seiner Wechselwirkung betrachtet. Dieses Spektrum reicht von zentralen, dezentralen und regenerativen Erzeugungssystemen bis hin zu neuen bauphysikalischen Technologien und Materialien zur Reduktion des Energiebedarfs von Gebäuden. Dabei kann ein maximaler Effekt beim Planen von neuen Städten erzielt werden, weil alle Systeme der Energieversorgung konsequent aufeinander abgestimmt werden können. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass in Abhängigkeit von den gegebenen Umweltbedingungen des Standortes, wie zum Beispiel dem Klima, die optimale Gebäudetechnik für die unterschiedlichsten Gebäudetypen, wie Wohnhäuser, Wohnhochhäuser, Bürohochhäuser, öffentliche Gebäude usw. ermittelbar sind. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können erstmals die Auswirkungen neuer Techniken und Technologien sowie verändertes Kundenverhalten und veränderte Umweltbedingungen auf urbane Energiesysteme dargestellt werden. Das ermöglicht, einen Handlungsbedarf frühzeitig zu erkennen, einen durch veränderte Rahmenbedingungen und verändertes Kundenverhalten ausgelösten „demand/market-pull“ vorherzusagen, technologische Neuerungen und Trends und ihre Auswirkungen auf das urbane System zu bewerten und den „technology-push“-Ansatz zur Entwicklung neuer Versorgungstechnologien zielgerichtet zu planen.
- 20 Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden weiterhin ein Modul für die Visualisierung der Eingangsdaten und Ergebnisse, ein Modul zur Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt, ein Modul zur Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalibrierung des betrachteten Planungsgebietes auf eine historische Entwicklung und / oder ein Modul einer übergeordneten Technologiedatenbank für die Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen verwendet.
- 25 Ferner ist es von Vorteil, wenn mit Hilfe des Rechenmodells aus den von den Modulen übergebenen Modelldaten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linearen oder gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems generiert werden und anschließend das übergebene Optimierungsproblem mit Hilfe eines Algorithmus zur iterativen Berechnung der besten Kombination der Elemente der Module gelöst wird. Dabei ist es von besonderem
- 30

Vorteil, wenn das übergebene Optimierungsproblem mit Hilfe des Simplex-Algorithmus gelöst wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterentwicklung werden mit Hilfe des Moduls
5 für die Visualisierung Eingangsdaten und Ergebnisse aggregiert und gefiltert, ein Referenzenergiesystem dargestellt und geographische Darstellungen produziert. Ferner ist es von Vorteil, wenn die Optimierungsziele gegenüber einer Referenzentwicklung die Reduktion des Primärenergieverbrauchs und/oder die Reduktion der CO₂-Emissionen und/oder die gesamtwirtschaftlichen Kosten
10 betreffen.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Ergebnisse der Optimierung durch ein Modul zur detaillierten Ausarbeitung von Geschäftsmodellen für Teilbereiche des Systems weiterverwendet werden.

15 Im Sinne dieser Erfindung ist weiterhin eine Vorrichtung für die Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens. Eine solche erfindungsgemäße Vorrichtung zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie Stadtplanung
20 besteht, enthält

- ein oder mehrere Mittel zur Umsetzung festgelegter Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau unter
25 Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen und von Optimierungskriterien, wobei

- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch Module des Rechenmodells wiedergegeben werden und
30

- die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische

Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.

5 Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben werden:

- 10 - ein Modul Gebäudetechnik, mindestens umfassend Daten betreffend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,
- ein Modul Versorgungsnetze, mindestens umfassend Daten betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen Rahmenbedingungen,
- 15 - ein Modul Energieerzeugung, mindestens umfassend Daten betreffend Technologien, Komponenten und Versorgungskonzepte und
- ein Modul Stadtplanung, mindestens umfassend Daten betreffend räumliche Aufsiedlung und zeitliche Aufsiedlung oder Entwicklung der Flächennutzung.
- 20

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Vorrichtung ein oder mehrere Mittel zur Umsetzung festgelegter Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe
25 eines Rechenmodells mit modularem Aufbau unter Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen und von Optimierungskriterien enthält, wobei

- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben werden:
- 30

- ein Modul Gebäudetechnik (2), mindestens umfassend Daten betreffend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,

- ein Modul Versorgungsnetze (8), mindestens umfassend Daten betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen Rahmenbedingungen sowie
- 5 - ein Modul Energieerzeugung (6), mindestens umfassend Daten betreffend Energieerzeugungstechnologien und -komponenten und
- die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische
- 10 Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.

Eine vorteilhafte Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Vorrichtung enthält als weitere Module ein Modul für die Visualisierung, ein Modul zur Verwaltung
15 verschiedener Szenarien in einem Projekt und ein Modul zur Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalibrierung auf eine historische Entwicklung eines bestehenden Systems und / oder ein Modul einer übergeordneten Technologiedatenbank für die Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen.

20 Von Vorteil ist es ferner, wenn das Modul für die Visualisierung Mittel für die Aggregation und Filterung von Eingangsdaten und Ergebnissen, ein Mittel für die Darstellung eines Referenzenergiesystems und ein Mittel für eine geographische Darstellung enthält.

25 Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Energieerzeugung beispielsweise mit fossilen Rohstoffen betriebene Kraftwerke, Solarenergieanlagen, Brennstoffzellen, Wasserkraftanlagen, Windkraftanlagen, Biomasseanlagen, Wärmepumpen, geothermische Anlagen, Meeresenergiekraftwerke, Wellenkraftwerke und / oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind.

30

Bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung enthält die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterhin ein Modul zur Weiterverarbeitung der Ergebnisse der Optimierung für die detaillierte Ausarbeitung von Geschäftsmodellen für Teilbereiche

des Systems. Eine derartige Vorrichtung kann besonders vorteilhaft zur detaillierten Ausarbeitung von Geschäftsmodellen für Teilbereiche des Systems auf Grundlage der Ergebnisse der Optimierung verwendet werden.

- 5 Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ebenfalls ein Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller oben genannten Verfahrensschritte, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn das Computerprogramm durch die Zusammenarbeit von drei Programmebenen, Steuerung und Datenhaltung, Modellgenerator und Solver arbeitet, wobei jede Programmebene aus einem oder mehreren Programmen und / oder Datenbanken besteht. Ferner ist es von Vorteil, wenn
- 10
- die Programmebene zur Steuerung und Datenhaltung den gesamten Programmablauf kontrolliert, Datenbanken mit darin gespeicherten Eingangsdaten und Ergebnissen von Optimierungsläufen enthält und mindestens die Module Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze, Stadtplanung sowie ein Modul zur Visualisierung von Eingangsdaten und Ergebnissen umfasst,
 - 15
 - 20 - die Programmebene Modellgenerator aus den übergebenen Modelldaten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linearen oder gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems bildet und
 - die Programmebene Solver das übergebene Optimierungsproblem mit Hilfe eines Algorithmus löst. Dazu kann beispielsweise ein Simplex-Algorithmus verwendet werden.
 - 25

Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Programmebene zur Steuerung und Datenhaltung weiterhin ein Modul zur Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt, ein Modul zur Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalibrierung auf eine historische Entwicklung eines bestehenden Systems und / oder ein Modul einer übergeordneten Technologiedatenbank für die Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen enthält.

30

Als erfindungsgemäß wird weiterhin ein Computerprogramm gemäß einer der oben beschriebenen Ausführungsvarianten mit Programmcode angesehen, wobei der Programmcode auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines bestehenden oder geplanten urbanen Versorgungssystems in Bezug auf den Energiebedarf. Eine Erweiterung um Wasserver- und entsorgung sowie Abfallentsorgung ist möglich.

10

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden an Hand der Zeichnungen im Zusammenhang mit einigen Ausführungsbeispielen dargestellt.

Es zeigen:

15

Fig. 1 ein Rechenmodell für ein Versorgungssystem als Rechenfluss

Fig. 2 ein Rechenmodell für ein Versorgungssystem als iterativer Optimierungsprozess und

20

Fig. 3 Programmebenen und deren Zusammenspiel.

25

Aus der Fig. 1 ergibt sich ein beispielhaftes Rechenmodell für ein Versorgungssystem. In diesem schematisch dargestellten Rechenfluss können zunächst verschiedene Eingaben 1, wie Umweltbedingungen, Lebensgewohnheiten, Klimabedingungen, Gebäudetypen oder Gebäudetechniken, vorgegeben werden und nach Speicherung und Bearbeitung durch das Modul Gebäudetechnik 2 zu einem ersten Zwischenergebnis 3 weiterverarbeitet werden. Dieses Zwischenergebnis 3 beinhaltet gemäß diesem Ausführungsbeispiel den zeitlich aufgelösten Jahresenergiebedarf der Gebäudetypen, Investitionen und Betriebskosten. Die Daten des ersten Zwischenergebnisses 3 werden dann im Modul Stadtplanung 4 zu einem zweiten Zwischenergebnis 5 weiterverarbeitet. Das zweite Zwischenergebnis 5 enthält in diesem Beispiel die zeitliche und räumliche Ent-

30

wicklung des Energiebedarfs einer Stadt und den zeitlichen Verlauf der Invest- und O&M-Kosten, welche anschließend mit Hilfe des Moduls Energieerzeugung 6 und unter Vorgabe einer Erzeugungsstrategie 10 zum dritten Zwischenergebnis 7 weiterverarbeitet werden. Dieses dritte Zwischenergebnis 7 beinhaltet die zeitliche Entwicklung der räumlichen Verteilung des quantifizierten Energiebedarfs und des Kraftwerksparks sowie der Standorte und wird anschließend mit Hilfe des Moduls Netze 8 und der Vorgabe von Redundanzstrategien 11 zu einem ersten Ergebnis 9 unter Vorgabe weiterer Optimierungskriterien 12 verarbeitet. Das Ergebnis 9 stellt in diesem Beispiel eine Gesamtplanung einer Stadt dar, einschließlich der Daten zum Verlauf der Investitionen, dem Verlauf der Betriebskosten, dem Primärenergieverbrauch, Emissionen und betriebswirtschaftlicher Kennzahlen.

Gemäß der Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Rechenmodells für ein Versorgungssystem als iterativer Optimierungsprozess dargestellt. Dazu wird unter Vorgabe bzw. Variation von Optimierungskriterien 13 das Ergebnis 9 betreffend die Gesamtplanung der Stadt iterativ optimiert. Dazu werden Informationen zur Korrektur der Gebäudeausstattung 14, der Korrektur der Erzeugungsstrategie 15 und der Korrektur der Redundanzstrategie 16 an das Modul Gebäudetechnik 2, das Modul Energieerzeugung 6 bzw. das Modul Versorgungsnetze 8 weitergeleitet und der iterative Optimierungsprozess unter weiterer Einbeziehung des Moduls Stadtplanung 4 entsprechend durchgeführt.

Gemäß der Fig. 3 wird das erfindungsgemäße Verfahren als Optimierungsprogramm auf einem Computer ausgeführt. Dieses ermöglicht die kostenoptimale Gestaltung der Entwicklung einer Stadt unter vorgegebenen Randbedingungen. Dazu ist das Programm modular aufgebaut und den zentralen Teil stellt ein Steuerungsmodul mit verschiedenen Mitteln dar. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden die Eingabeparameter, geographische Informationen zum Standort, die zu betrachtenden Nutzenergieformen sowie die Lebensgewohnheiten der anzusiedelnden Bevölkerung verarbeitet. Des weiteren können exogen vorgegeben werden: Die verschiedenen Gebäude- und Industrietypen, die an dem Standort angesiedelt werden sollen und die Anzahl der Gebäude- bzw.

Industrietypen, die im Zeitverlauf bezogen auf die gesamte Stadt angesiedelt werden sollen sowie die Ausstattungs- und Wärmeschutzoptionen der Gebäude unter Berücksichtigung der Gebäudetechniken. Das bedeutet, dem Modell wird prinzipiell vorgegeben, in welchem Jahr welche Gebäude- bzw. Industrietypen
5 über die gesamte Stadt vorhanden sein müssen. In welchen Stadtteilen aber konkret diese Gebäude bzw. Industrietypen errichtet werden, kann – falls gewünscht – mit Hilfe des Modells identifiziert werden.

Das Modell ermittelt auf dieser Basis die kostenminimale Kombination aus Geräteausstattung je Gebäudetyp, zu bauenden Kraftwerken und zu installierenden Netzen, wobei zusätzlich die Emission von verschiedenen Schadstoffen und Treibhausgasen bilanziert werden. Das Modell wird als lineare bzw. linear/gemischt ganzzahlige Optimierung implementiert mit der Zielfunktion der Minimierung aller auf das Basisjahr diskontierten entscheidungsrelevanten Systemausgaben. Bei der Wahl der Zielfunktion und der Auswertung können verschiedene Sichtweisen vorgegeben werden. Treibende Größe des Modells sind die mit Hilfe der vorgegebenen Lebensgewohnheiten und geographischen Informationen berechneten Nutzflächennachfragen oder Nutzenergienachfragen, beispielsweise Kälte, Wärme oder Strom, in den verschiedenen Gebäudetypen.
10 Zur Nachbildung dieser Nachfrage wird der gesamte Planungshorizont, beispielsweise 10 – 30 Jahre, im Modell in einzelne Perioden, beispielsweise Stützjahr 2010, Stützjahr 2015 usw. unterteilt, wobei jede dieser Perioden wiederum in Zeitintervalle untergliedert ist. Die Zeitintervalle dienen der Nachbildung der Energienachfrage mit Hilfe von Lastkurven an charakteristischen Tagen. Die Struktur der Zeitintervalle ist zur Beginn des Projekts je nach Anforderungen zu spezifizieren, das heißt, es ist festzulegen, wie die Struktur der Zeitintervalle innerhalb eines Jahres festgelegt werden soll, Aufteilung des Jahres nach Monaten oder Jahreszeiten und Aufteilung innerhalb eines Tages.
15
20
25
30 Im Optimierungsmodell sind des Weiteren Gleichungen vorgesehen, die dafür sorgen, dass die berechneten Nutzenergiebedarfe jederzeit mit Hilfe des zu installierenden Energiesystems bereitgestellt werden können. Dazu vergleicht das Modell Investitionsmöglichkeiten in die Gebäudetechnik, wie beispielsweise

in effiziente Dämm-Maßnahmen bzw. in Wärme- bzw. Kältebereitstellungsmaßnahmen, mit energieangebotsseitigen Optionen, wie beispielsweise der Errichtung hocheffizienter zentraler Kraftwerke oder einer sehr stark dezentralen Strom- und Wärmebereitstellung.

5

Das Optimierungsmodell ermöglicht es demzufolge, regionale Besonderheiten innerhalb der Stadt zu berücksichtigen und gewährleistet somit einen Vergleich einer sehr stark dezentralen Versorgung mit einer zentral geprägten Versorgung. Aber nicht nur energienachfrageseitige und energieangebotseitige Optionen werden simultan optimiert, sondern es ist auch zu berücksichtigen, wann der optimale Zeitpunkt für Investitionen ist. Hier stellt sich das Optimierungsproblem, entweder zu einem relativ frühen Zeitpunkt in eine Energiebereitstellungsanlage zu investieren und dann einige Jahre während der Aufsiedlung Überkapazitäten vorzuhalten oder eher später in Bereitstellungsmaßnahmen zu investieren und in den vorangegangenen Jahren die benötigten Energien fremd zu beziehen. Ein besonderes Optimierungspotenzial liegt darin, dass mit Hilfe des Modells identifiziert werden kann, in welchen Teilen der Stadt wann aufgesiedelt werden sollte. Da diese Optimierungsfunktion aber nicht immer sinnvoll ist, kann sie jederzeit ausgeschaltet werden. Da speziell auf der Nachfrageseite nicht immer alle Akteure nach rein wirtschaftlichen Kriterien entscheiden, können in das Modell Restriktionen implementiert werden, die einzelne Teile der Entwicklung auf einen prognostizierten Verlauf zwingen. Ferner ist es möglich, das gesamte Modell auf eine Referenzentwicklung (Baseline) zu zwingen, um einen Vergleichsfall für andere Szenarien zu haben.

25

Ein solches erfindungsgemäßes Programm hat weiterhin den Vorteil, dass es das einfache Einpflegen von entsprechenden Daten ermöglicht, aber nicht schon von vornherein sämtliche der benötigten Daten enthalten muss.

30 Das Programm funktioniert durch das Zusammenspiel von 3 Programmebenen, nämlich der Ebene Steuerung und Datenhaltung 17, der Ebene Modellgenerator 18 und der Ebene Solver 19. Das Zusammenspiel der einzelnen Programmebenen und die Schnittstellen zwischen ihnen sind schematisch in Fig. 3 darge-

stellt. Dabei kann jede Programmebene aus einem oder mehreren Programmen und / oder Datenbanken bestehen. Die Programmebene Steuerung und Datenhaltung 17 kontrolliert den gesamten Programmablauf. Sie enthält auch Datenbanken, in denen Eingangsdaten und Ergebnisse von Optimierungsläufen gespeichert werden. Diese Daten können über verschiedene Module eingegeben und manipuliert werden, wobei verschiedene Mittel zur Visualisierung und Aggregation von Eingangsdaten und Ergebnissen zur Verfügung stehen.

Die Programmebene Modellgenerator 18 generiert aus den übergebenen Modelldaten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linear/gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems.

Die Programmebene Solver 19 löst das übergebene Optimierungsproblem beispielsweise mit Hilfe des Simplex-Algorithmus. Die Lösung wird an die Ebene Modellgenerator 18 übergeben, dort aufbereitet und zur Speicherung an die Ebene Steuerung und Datenhaltung 17 übergeben.

Die Programmebene Steuerung und Datenhaltung 17 kontrolliert den gesamten Programmablauf. Sie enthält Datenbanken, in denen Eingangsdaten und Ergebnisse von Optimierungsläufen gespeichert werden. Ferner enthält sie die Module Gebäudetechnik 2', Stadtplanung 4', Erzeugung 6', Netze 8' sowie ein Modul zur Ermöglichung der Visualisierung von Eingangsdaten und Ergebnissen jeweils mit entsprechenden Oberflächen zur Dateneingabe.

Die Programmebene Steuerung und Datenhaltung 17 kann beispielsweise auf einer Programmierung in VBA oder „.NET“ basieren. Weiterhin können über geeignete Schnittstellen weitere Programme angesteuert werden und Ergebnisse von diesen übernommen werden. Das kann beispielsweise eine dynamische Gebäudesimulation zur Ermittlung von Nachfragelastkurven sein. Weitere Möglichkeiten sind ein Programm zur Netzauslegung oder ein geographisches Informationssystem (GIS) zur Darstellung und Verarbeitung von räumlichen Informationen, wie beispielsweise der Aufsiedlungscluster einer Stadtplanung.

Mit Hilfe des Moduls Gebäudetechnik 2' sollen verschiedene Typgebäude definiert werden. Es kann dem Optimierungsmodell eine Auswahl von verschiedenen Gebäudeklassen und Ausstattungsmerkmalen sowie eine Nachfrage nach Wohnraum je Gebäudeklasse vorgegeben werden. Ferner kann die Möglichkeit
5 von energetischen Sanierungen bestehender Gebäude berücksichtigt werden.

Für diese Typgebäude werden dann Heiz- und ggf. Kühllastkurven berechnet. Hierzu greift das Modul Gebäudetechnik 2' auf Daten von Vorprogrammen, beispielsweise dynamische Gebäudesimulation oder Auslegungsprogramme, zurück.
10

Auch im Bereich der elektrischen Haushaltsgeräte können Geräteklassen, beispielsweise Waschen, Kühlgeräte usw. definiert werden und innerhalb jeder Klasse Gerätevarianten, beispielsweise Standard. Niedrigenergie usw. als Prozesse beschrieben werden.
15

Das Modul Gebäudetechnik 2' generiert aus den Eingabedaten den entsprechenden Teil des Referenzenergiesystems, das heißt die entsprechenden Prozesse und Energieträger sowie deren Verknüpfung zur Übergabe an den Modellgenerator der Ebene Modellgenerator 18. Beispielsweise können die spezifischen Kosten, Effizienzen und Lastkurven der Prozesse vom Modul Gebäudetechnik 2' vorgegeben werden. Historische Bestände / Kapazitäten zum Modellbeginn und Treiber (Nachfrage nach Wohnfläche) werden zwischen den Modulen Gebäudetechnik 2' und Stadtentwicklung 4' abgeglichen. Hierzu sind mehrere Schritte nötig, ggf. kann die Entwicklung über ein Mittel zur Kalibrierung einem gemessenen historischen Bedarf und statistischen Daten zur Wohnraumentwicklung angepasst werden.
20
25

Im Modul Stadtplanung 4' wird die Entwicklung der so genannten „Treiber“ der Entwicklung festgelegt. Dies sind beispielsweise die Entwicklung der Nutzflächen je Gebäudeklassen oder Einwohnerzahlen nach Stadtvierteln oder auf Siedlungsklustern im zeitlichen Verlauf. Im Fall bestehender Städte werden
30

auch historische Kapazitäten zu Modellbeginn in Zusammenspiel mit dem Modul Gebäudetechnik 2' festgelegt.

5 Das Modul Energieerzeugung 6' dient der Eingabe der Daten von Erzeugungseinheiten sowie deren Verknüpfung im Referenzenergiesystem. Es wird die Erzeugung von (Fern-) Wärme, Kälte und Strom betrachtet. Das Modul stellt eine Oberfläche bereit zur Eingabe der technischen und ökonomischen Parameter von zentralen und dezentralen Erzeugungsanlagen sowie deren Verknüpfung mit den Netzen und Nachfrageknoten. Das Modul Versorgungsnetze 8' dient
10 entsprechend der Eingabe von technischen und ökonomischen Parametern der Netze.

Die Visualisierung von Eingangsdaten und Ergebnissen ist ein wesentlicher Teil für die praxisrelevante Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine
15 gute Visualisierung unterstützt den Anwender bei der richtigen und konsistenten Dateneingabe, einer guten und konsistenten Interpretation der Ergebnisse und der anschaulichen Vermittlung der Ergebnisse an die Entscheidungsträger, so dass geeignete Maßnahmen zur Umsetzung eingeleitet werden können oder automatisch ausgeführt werden.

20 Das Modul Visualisierung 20 soll im Endausbau folgende Mittel zur Darstellung enthalten: Ein Mittel zur Aggregation und Filterung von Eingangsdaten und Ergebnissen 24, ein Mittel zur Darstellung des Referenzenergiesystems 25 sowie ein Mittel zur geographischen Darstellung 26.

25 Die Ergebnisse können in verschiedener Weise aggregiert und verknüpft werden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen können als Grafiken und Tabellen dargestellt werden. So kann es sinnvoll sein, bei der Analyse der Ergebnisse eines Szenarios beispielsweise zunächst die Entwicklung der Stromnachfrage
30 der gesamten Stadt zu betrachten, danach aber im Detail die Nachfrage des Industriesektors in einem bestimmten Stadtviertel. Auch eine Verknüpfung mit den Eingangsdaten kann sinnvoll sein, wie beispielsweise eine Filterung nach Techniken, die bestimmten Kriterien genügen.

Durch die Vorhaltung der Daten in SQL-fähigen Datenbanken wird eine solche Auswertung unterstützt.

5 Bei komplexen Problemen ist eine Visualisierung der Verknüpfung von Prozessen und Energieträgern sinnvoll. Die programmtechnische Umsetzung kann dabei beispielsweise auf Zeichungsobjekte in Microsoft Excel zurückgreifen.

10 Das Modul Szenarien 21 dient der Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt. Im Allgemeinen werden sich in verschiedenen Szenarien vor allem die Randbedingungen, wie Bevölkerungsentwicklung, Energiepreisentwicklung oder dem System aufgezwungene Emissionseinsparungen, ändern. Es ist aber auch grundsätzlich möglich, dass sich gegenüber den Grundszenarien die spezifischen Kosten beispielsweise für eine ganze Reihe von Technologien ändern. Solche Manipulationen auch größerer Datenmengen sollen über das Modul
15 Szenarien 21 möglich sein. Insbesondere können dabei die Unterschiede der Eingabedaten zwischen 2 verschiedenen Szenarien im Nachhinein überprüft werden.

20 Mit dem Modul Baseline 22 ergeben sich weitere Vorteile: Es ermöglicht, mit denselben Grundannahmen sowohl eine prognostizierte Referenzentwicklung zu rechnen als auch eine Optimierung. Hierzu ist es möglich, dem Modell eine Referenzentwicklung vorzugeben, bei der alle oder viele Parameter festgeschrieben sind. Dabei handelt es sich dann eher um eine Simulation. Ein Mittel zur Unterstützung dieses Moduls kann beispielsweise folgende Funktionen erfüllen:
25 Eine Vorgabe aller Parameter, wie beispielsweise die zeitliche und räumliche Entwicklung der Gebäudeklassen und der Ausstattungsmerkmale, die Möglichkeiten zur gleichzeitigen Manipulation einer Vielzahl von Grunddaten, wie beispielsweise die Multiplikation aller Wirkungsgrade einer gefilterten Gruppe von Prozessen sowie die Variation der Bedingungen und ein Vergleich der
30 Ergebnisse.

Bei bestehenden Städten kann der gesamte Energiebedarf, wie beispielsweise des Gebäudebestandes, mit gemessenen historischen Entwicklungen abgegli-

chen werden. Dabei handelt es sich um einen iterativen Prozess zwischen den Annahmen zu den Mustergebäuden und dem resultierenden Energiebedarf. Dazu kann zur Unterstützung ein Mittel verwendet werden, welches auf dem oben beschriebenen Mittel zur Festschreibung von Referenzentwicklungen 25 basieren kann.

Ein Modul Technologiedatenbank 23 kann beispielsweise in einer späteren Phase nachgerüstet werden und stellt eine Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen dar, welche im Laufe der Zeit weiter aufgefüllt wird. So 10 können Erfahrungen aus früheren Projekten weiterverwendet werden. Einzelne Prozesse, aber auch komplette Teile eines Referenzenergiesystems, sollen dann in neue Projekte übernommen werden.

Die Programmebene Modellgenerator 18 generiert aus den übergebenen Mo- 15 delldaten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linearen/gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems. Mögliche Stadtentwicklungen können aus verschiedenen Sichtweisen bewertet werden. Bei der Entwicklung einer Stadtplanung sind viele verschiedene Akteure mit unterschiedlichen Interessen beteiligt. Dabei kann die Bewertung der Gesamtkonzeption der 20 Energieversorgungsinfrastruktur aus 4 Perspektiven erfolgen: Im Hinblick auf die volkswirtschaftliche Gesamtsicht, aus der Perspektive des Investors in die Energieinfrastruktur, des Immobilienbesitzers oder aus der Umweltsicht, wobei methodisch jeweils ein gesamtwirtschaftlicher Kostenvergleich, eine Cashflow-Analyse, eine Amortisationsberechnung bzw. der Primärenergieverbrauch oder 25 die Emissionen zu Grunde gelegt werden. Diese verschiedenen Sichtweisen können auf zwei Arten in dem Programm berücksichtigt werden: Einerseits die volkswirtschaftliche Optimierung und Auswertung für alle der genannten Sichtweisen und andererseits eine Optimierung mit konkurrierenden Zielfunktionen.

30 Der Programmebene Solver 19 stehen zur Lösung linear/gemischt ganzzahliger Optimierungsprobleme verschiedene praxiserprobte kommerzielle Solver zur Verfügung.

Bezugszeichenliste:

5	1	Eingaben
	2, 2'	Modul Gebäudetechnik
	3	erstes Zwischenergebnis
	4, 4'	Modul Stadtplanung oder Stadtentwicklung
	5	zweites Zwischenergebnis
10	6, 6'	Modul Energieerzeugung
	7	drittes Zwischenergebnis
	8, 8'	Modul Versorgungsnetze
	9	Ergebnis
	10	Vorgabe - Erzeugungsstrategie
15	11	Vorgabe - Redundanzstrategie
	12	Vorgabe - Optimierungskriterien
	13	Vorgabe oder Variation – Optimierungskriterien
	14	Korrektur - Gebäudeausstattung
	15	Korrektur - Erzeugungsstrategie
20	16	Korrektur - Redundanzstrategie
	17	Programmebene Steuerung und Datenhaltung
	18	Programmebene Modellgenerator
	19	Programmebene Solver
	20	Modul Visualisierung
25	21	Modul Szenarien
	22	Modul Baseline
	23	Modul Technologiedatenbank
	24	Mittel Aggregation oder Filterung
	25	Mittel Referenzenergiesystem, zur Festschreibung von Referenz-
30		entwicklungen
	26	Mittel GIS-Darstellung, für geographische Darstellungen

Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie Stadtplanung besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter Einbeziehung von
- 10 te Optimierungsziele in Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau umgesetzt werden, wobei
- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben werden:
- 15
- ein Modul Gebäudetechnik (2), mindestens umfassend Daten betreffend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,
- 20
- ein Modul Versorgungsnetze (8), mindestens umfassend Daten betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen Rahmenbedingungen sowie
- 25
- ein Modul Energieerzeugung (6), mindestens umfassend Daten betreffend Energieerzeugungstechnologien und -komponenten sowie und
- 30
- die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbarkeit der Elemente untereinander beinhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten weiterhin durch ein Modul Stadtplanung (4), mindestens umfassend Daten betreffend die räumliche Aufsiedlung und zeitliche Aufsiedlung oder die Entwicklung der Flächen-
5 nutzung, wiedergegeben werden.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein weiteres Modul für die Visualisierung der Eingangsdaten und Ergebnisse, ein Modul zur Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt, ein
10 Modul Baseline zur Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalibrierung auf eine historische Entwicklung des betrachteten Planungsgebietes und/oder ein Modul einer übergeordneten Technologiedatenbank für die Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen verwendet werden.
- 15 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe des Rechenmodells aus den von den Modulen übergebenen Modelldaten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linearen oder gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems generiert werden und anschließend das übergebene Optimierungsproblem mit Hilfe eines Algo-
20 rithmus zur iterativen Berechnung der besten Kombination der Elemente der Module gelöst wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das übergebene Optimierungsproblem mit Hilfe des Simplex-Algorithmus
25 gelöst wird.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Hilfe des Moduls für die Visualisierung Eingangsdaten und Ergebnisse aggregiert und gefiltert, ein Referenzenergiesystem dargestellt und geographi-
30 sche Darstellungen produziert werden.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Optimierungsziele gegenüber einer Referenzentwicklung die Redukti-

on des Primärenergieverbrauchs und/oder die Reduktion der CO₂-Emissionen und/oder die gesamtwirtschaftlichen Kosten betreffen.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,
5 dass die Ergebnisse der Optimierung durch ein Modul zur detaillierten Ausarbeitung von Geschäftsmodellen für Teilbereiche des Systems weiterverwendet werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das **Ver-**
10 **fahren** durch die Zusammenarbeit von drei Programmebenen, Steuerung und Datenhaltung (17), Modellgenerator (18) und Solver (19), **in einem Computer ausgeführt wird**, wobei jede Programmebene aus einem oder mehreren Programmen und/oder Datenbanken besteht.
- 15 10. Verfahren nach den Ansprüchen 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Programmebene zur Steuerung und Datenhaltung (17) den gesamten
20 Programmablauf kontrolliert, Datenbanken mit darin gespeicherten Eingangsdaten und Ergebnissen von Optimierungsläufen enthält und mindestens die Module Gebäudetechnik (2'), Energieerzeugung (6'), Versorgungsnetze (8'), Stadtplanung (4') sowie ein Modul zur Visualisierung (20) von Eingangsdaten und Ergebnissen umfasst,
 - 25 - die Programmebene Modellgenerator (18) aus den übergebenen Modell-
daten formalisierte Gleichungen zur mathematischen Beschreibung eines linearen oder gemischt ganzzahligen Optimierungsproblems bildet und
 - die Programmebene Solver (19) das übergebene Optimierungsproblem
30 mit Hilfe eines Algorithmus löst.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Programmebene zur Steuerung und Datenhaltung (17) weiterhin ein

Modul (21) zur Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt, ein Modul
Baseline (22) zur Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalib-
rierung auf eine historische Entwicklung eines bestehenden Systems und/oder
ein Modul einer übergeordneten Technologiendatenbank (23) für die Sammlung
5 und Dokumentation von Technologiebausteinen enthält.

12. Vorrichtung zur systematischen Optimierung, Planung und/oder Entwick-
lungskontrolle eines Systems, welches mindestens aus Elementen der Bereiche
Gebäude und Gebäudetechnik, Energieerzeugung, Versorgungsnetze sowie
10 Stadtplanung besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die genannte Vorrich-
tung ein oder mehrere Mittel zur Umsetzung festgelegter Optimierungsziele in
Bezug auf das System mit Hilfe eines Rechenmodells mit modularem Aufbau
unter Einbeziehung von systemspezifischen Umweltbedingungen und von Op-
timisierungskriterien enthält, wobei

15

- die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten
durch mindestens folgende Module des Rechenmodells wiedergegeben
werden:

20

- ein Modul Gebäudetechnik (2), mindestens umfassend Daten betref-
fend technische Gebäudeausrüstungen, Baustandards und Kosten,

- ein Modul Versorgungsnetze (8), mindestens umfassend Daten
betreffend Technologien und Kosten in Abhängigkeit von lokalen
25 Rahmenbedingungen sowie

- ein Modul Energieerzeugung (6), mindestens umfassend Daten
betreffend Energieerzeugungstechnologien und -komponenten und

30 - die Module in der Form von Datenbanken Informationen zu erprobten
Komponenten, Systemen und Konzepten sowie insbesondere technische
Parameter, Kosten, Preise, Hersteller und die technische Kombinierbar-
keit der Elemente untereinander beinhalten.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente des Systems sowie deren gegenseitige Abhängigkeiten weiterhin durch ein Modul Stadtplanung (4), mindestens umfassend Daten betreffend räumliche Aufsiedlung und zeitliche Aufsiedlung oder Entwicklung der Flächennutzung, 5 wiedergegeben werden.
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung weiterhin ein Modul für die Visualisierung, ein Modul zur Verwaltung verschiedener Szenarien in einem Projekt, ein Modul Baseline zur 10 Festschreibung von Referenzentwicklungen sowie zur Kalibrierung auf eine historische Entwicklung des betrachteten Planungsgebietes und/oder ein Modul einer übergeordneten Technologiedatenbank für die Sammlung und Dokumentation von Technologiebausteinen enthält.
15. 15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Modul für die Visualisierung ein Mittel für die Aggregation und Filterung von Eingangsdaten und Ergebnissen, ein Mittel für die Darstellung eines Referenzenergiesystems und ein Mittel für geographische Darstellungen enthält. 20
16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Energieerzeugung mit fossilen Rohstoffen betriebene Kraftwerke, Solarenergieanlagen, Brennstoffzellen, Wasserkraftanlagen, Windkraftanlagen, Biomasseanlagen, Wärmepumpen, geothermische Anlagen, Meeres- 25 energiekraftwerke, Wellenkraftwerke und/oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind.
17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung ein Modul zur Weiterverarbeitung der Ergebnisse der Optimierung für die detaillierte Ausarbeitung von Geschäftsmodellen für Teilbereiche des Systems enthält. 30

18. Computerprogramm mit Programmcode zur Durchführung aller Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird.
- 5 19. Computerprogramm mit Programmcode gemäß Anspruch 18, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, wenn das Programm in einem Computer ausgeführt wird.
- 10 20. Verwendung der Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 17 zur Optimierung, Planung und/oder Entwicklungskontrolle eines bestehenden oder geplanten urbanen Versorgungssystems in Bezug auf den Energiebedarf oder die Wasserver- und Entsorgung oder die Abfallentsorgung.

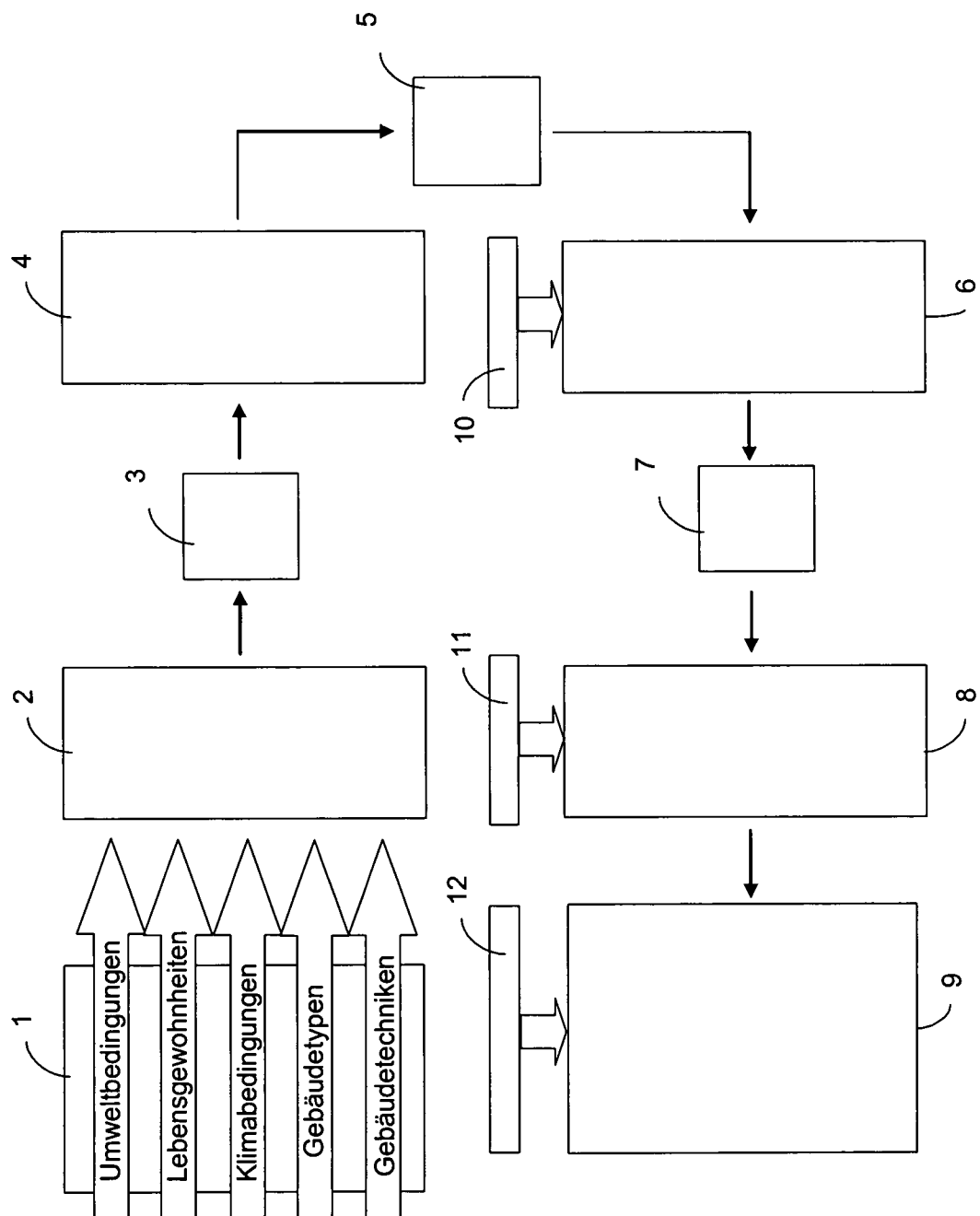


Fig. 1

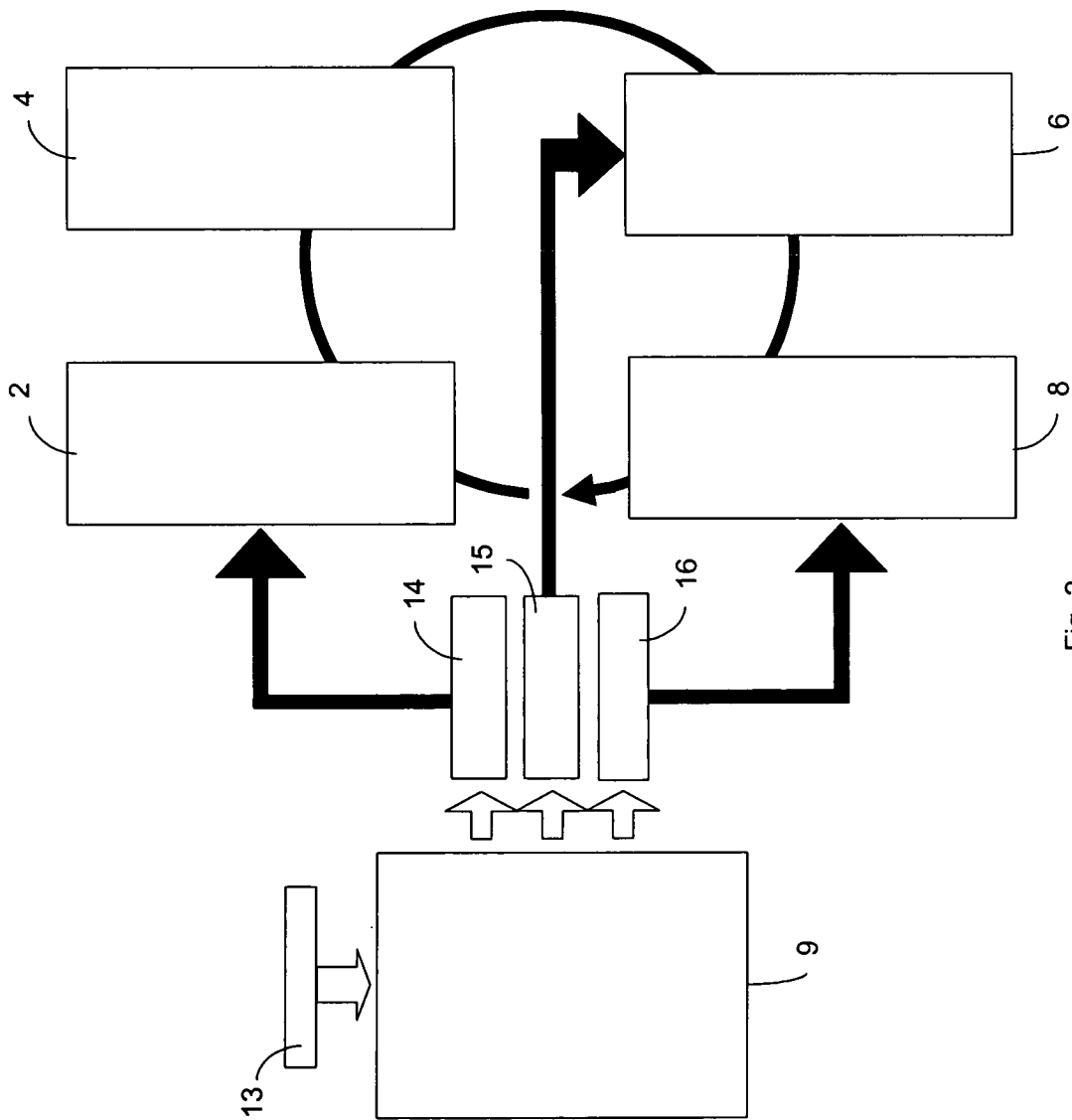


Fig. 2

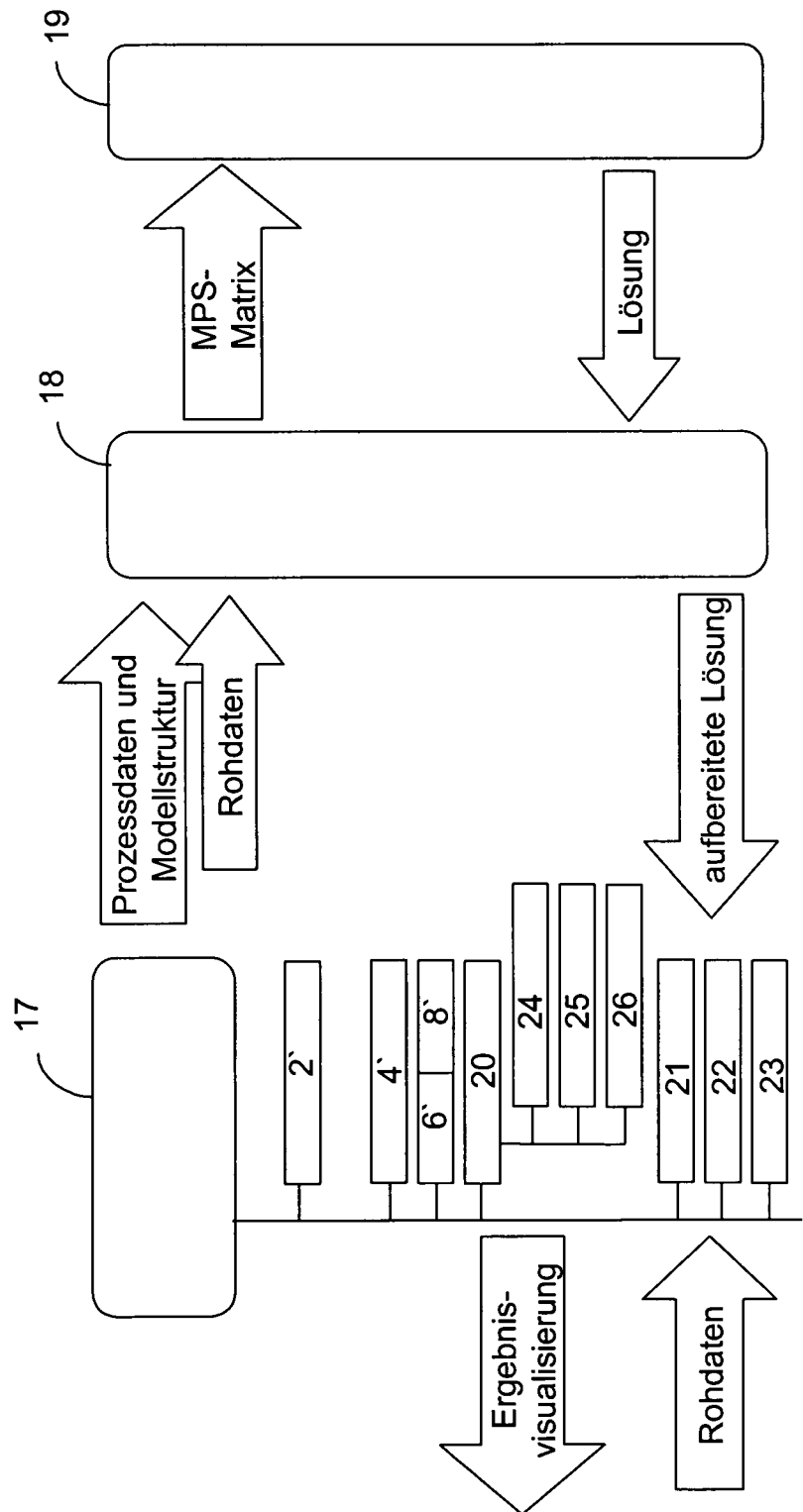


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/001907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06Q50/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
L	<p>The technical aspects identified in the present application (Art. 15 PCT) are considered part of common general knowledge. Due to their notoriety no documentary evidence is found to be required. For further details see the accompanying Opinion and the reference below.</p> <p>XP002456414</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-20

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 Juni 2008

Date of mailing of the international search report

11/06/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bassanini, Anna

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/001907

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G06Q50/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G06Q

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
L	Die in der Anmeldung (Art 15 PCT) definierten technischen Aspekte werden als allgemein bekannt angesehen. Wegen ihrer Bekanntheit wird kein schriftlicher Nachweis für notwendig erachtet. Weitere Einzelheiten finden sich in der beiliegenden Stellungnahme und in der unterhalb angegebenen Referenz. XP002456414	1-20

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Juni 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/06/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bassanini, Anna