



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2008 050 244 A1 2010.04.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2008 050 244.8

(22) Anmeldetag: 07.10.2008

(43) Offenlegungstag: 15.04.2010

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02C 6/16** (2006.01)  
*H02J 3/00* (2006.01)

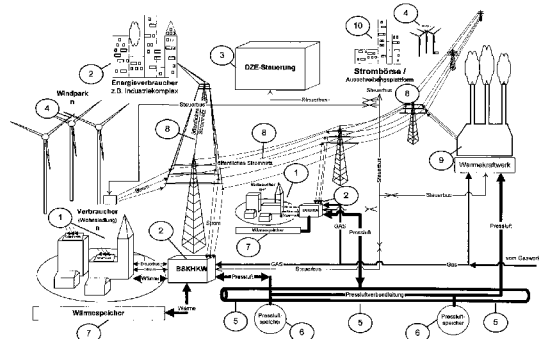
(71) Anmelder:  
**TronSOFT GmbH, 17493 Greifswald, DE**

(72) Erfinder:  
**Erfinder wird später genannt werden**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zur dezentralen Energieversorgung (DZE) mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion (BSKHKWF)**

(57) Hauptanspruch: Verfahren und Anordnung zur dezentralen Energieversorgung mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion (DZE), dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Werk BSKHKW sowohl über das öffentliche Stromnetz als auch über eine Pressluftverbundleitung mit einem Druckluftpumpspeicherwerk über eine Pressluftspeichervorrichtung verbunden ist, wobei das BSKHKW vorwiegend überschüssigen Strom aus dem Stromnetz und oder Gas verbraucht und Strom und Wärme/Kälte an einen Verbraucher (Wohnsiedlung), Pressluft in eine Druckluftverbundleitung und/oder Wärme in einen zugeordneten Wärmespeicher liefert während das Druckluftpumpspeicherwerk vorwiegend Strom als Regelenergie in das öffentliche Netz liefert und Druckluft entnimmt, und, wobei in der Betriebsart 1 bei Wärmeübertragung entsprechend Verbraucheranforderung direkt mit der Kompressionswärme der Druckluft geheizt wird und in der Betriebsart 2 bei Kälteübertragung entsprechend Verbraucheranforderung das BSKHKW mit Hilfe der Kompressionswärme der Pressluft nach dem Absorberprinzip gewonnene Kälte eine Abkühlung beim Verbraucher erreicht, wobei eine DZE-Steuerung sowohl die bedarfsgerechte Energieversorgung der Verbraucher und die Energiespeicherung in den Wärmespeicher und das Druckluftverbundsystem als auch die Regelenergieerzeugung im Druckluftpumpspeicherwerk...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine dezentrale Energieversorgung (DZE) mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion für die dezentrale Kraft-Wärme-Versorgung und Klimatisierung von Wohn- und Industrieanlagen und zur Bereitstellung von elektrischer Regelenergie für das öffentliche Stromversorgungsnetz.

**[0002]** Unter einer dezentralen Energieversorgungsanlage soll ein System zur Elektroenergie-Wärme- und Kälteversorgung bestehend aus bekannten Kraftwerken, alternativen Energieerzeugungsanlagen Netzen, Regeleinrichtungen zur optimierten bedarfsgerechten Versorgung von Verbrauchern und Regelenergieerzeugung verstanden werden, welches sich auch noch in einem größerem Systemverbund befinden kann.

**[0003]** Das zukünftige Energieversorgungssystem für Strom, Wärme und Kälte wird dadurch geprägt sein, das konventionelle Energieträger, wie Kohle, Gas, Öl, Holz aus Klimaschutzgründen und infolge ihrer Verknappung zunehmend stärker nur noch zur Regelenergiegewinnung eingesetzt werden können.

**[0004]** Es ist bekannt, dass mit Speicherkraftwerken, wie Pumpspeicherwerken und Druckluftspeicherkraftwerken (DSK) oder (CAES) „compressed air energy storage“, wie beispielsweise ausgeführt in DE 30 20 21 3 C2, DE 34 11 444 A1, DE 692 16 405 T2 Energie in Schwachlastzeiten gespeichert werden und dann in Hochlastzeiten wieder in Elektroenergie zurückverwandelt und den Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden kann. Hydraulische Pumpspeicherwerke stoßen an Leistungsgrenzen und herkömmliche Druckluftspeicherkraftwerke (DSK) erreichen lediglich einen Wirkungsgrad von etwa 42%.

**[0005]** Ein kostengünstigeres dahin gehend verbessertes Druckluftspeicherkraftwerk (DSK) oder (CAES), dass dieses mit nur einem Wärmetauscher auskommt, wird in WO 96/01942 beschrieben.

**[0006]** In WO 03/078812 A1 wird eine DSK mit Warmhaltesystem mit Vergasungsbrenner beschrieben, das das Warmhalten der Kraftübertragung ermöglicht und damit eine verbesserte Temperatursteuerung bewirkt und somit Nachteile vermeidet, die mit einem Warmhaltesystem verbunden sind.

**[0007]** EP0589960B1 beschreibt CAES mit Wärmespeicher basierend auf heißem Wasser, einem Sättiger, der zwischen der unterirdischen Speicherkammer und der Brennkammer angeordnet ist, um Druckluft aus der unterirdischen Speicherkammer aufzunehmen und die Druckluft zu heizen und zu sättigen, bevor sie zur Brennkammer geleitet wird. Gegenüber älteren Systemen hat diese Lösung einen verbesser-

ten Wirkungsgrad.

**[0008]** EP 1 857 614 A2 beschreibt ein CAES mit Wärmespeicher zur Wiedererwärmung der Druckluft bei Entspannung. Aufgabe dieser Lösung ist es, einen Wärmespeicher anzugeben, der in der Lage ist, bei großem Gasdurchsatz und hohem Druck (bis ca. 65 bar) hohe Temperaturen (bis ca. 650°C) vom in den Druckspeicher gepumpten Gas aufzunehmen und auch wieder auf das aus dem unterirdischen Druckspeicher entnommene Gas rück zu übertragen. Dadurch, dass erst bei derartig hohen Temperaturen die Rückübertragung von Wärme sinnvoller wird, muss mehr Verdichtungsenergie aufgewendet werden, so dass damit die Erhöhung des Systemwirkungsgrades nur unvollkommen gelingt.

**[0009]** Im USP 45932102 wird ein Kombinationskraftwerk mit superkritischer nasser Verbrennung und CAES beschrieben.

**[0010]** Bei dieser effizienteren Kombination von Verbrennungskraftwerk mit Verbrennung unter Druck und CAES, haben die Kompressoren eine Überkapazität für die Verbrennungsluft, die während Energieüberschussperioden zur Beladung einer unterirdischen Speicherkaverne verwendet wird. Wenn Elektroenergiemangel besteht, wird Luft aus der Speicherkaverne entladen und als Verbrennungsluft verwendet. Die Turbinen erzeugen dann für die Generatoren zusätzliche mechanische Energie, die dann als Maximallastelektrizität zur Verfügung gestellt werden kann.

**[0011]** Es wird eingeschätzt, dass 20020 die Hälfte der Industrieenergie von derartigen CAES geliefert werden könnte.

**[0012]** Das CAES Huntorf, W. Deutschland wird mit 1000 Pfund pro Quadratzoll (psi) beladen, wohingegen das CAES in Illinois, gemäß veröffentlichten Berichten, mit 815 psi beladen werden sollte. Es ist zu erwarten, dass CAES mit der zukünftigen Erfahrung vielleicht 500 bis 1500 psi arbeiten werden.

**[0013]** USP 5491969 beschreibt ein CAES mit einem Sättigen

**[0014]** Auch diese Typen besitzen den Mangel, dass Kompressionswärmeenergie verloren geht.

**[0015]** Bekannt ist, dass Wärmekraftwerke als Kraft-Wärmekopplungsanlagen ausgebildet sein können, die zusätzlich zur Elektroenergieerzeugung im nahen Umkreis um das Kraftwerk eine Fernwärmeversorgung und damit einen höheren Systemwirkungsgrad mit verbesserter Brennstoffausnutzung realisieren. In EP 1489270A1 wird eine Anlage zur Erzeugung von Regelenergie beschrieben, die aus einer Kraftwärmekopplungsanlage, mit Fernwärme

versorgten Wärmebedarfsträgern und einer Wärmepumpe besteht. Durch das Abschalten zumindest einer Wärmepumpe wird die, in einem Generator der Wärme-Kraft-Kopplungsanlage aus dem Heizstrom erzeugte Energie als Regelenergie in ein Elt-Netz einspeist.

**[0016]** In der jüngeren Gebrauchsmusterschrift DE 20 2005 003 611 U1 wird deshalb zur Wirkungsgraderhöhung von vorwiegend auf Kohle orientierenden Wärmekraftwerken mit Druckluftspeichereinrichtungen vorgeschlagen, die Kompressionswärme bei der Beladung des Druckluftspeichers für die Arbeit leistende Entladung des Druckluftspeichers der Entspannungsturbine und zur Vorwärmung des Speisewassers des Wärmekraftwerkes zu nutzen.

**[0017]** Die Nachteile der bekannten Lösungen sind, dass

- a) bei großen Wärmekraftwerken in schwach besiedelten Gebieten ist deren Ausbildung als Kraft-Wärmekopplungsanlagen wenig sinnvoll ist, weil eine Fernwärmeversorgung nur in einem näheren Umkreis von wenigen Kilometern um das Kraftwerk effektiv möglich ist. Damit verschlechtert sich der Systemgesamtwirkungsgrad derartiger Anlagen erheblich,
- b) die Kompressionswärme von Druckluftspeicherkraftwerken entweder verloren geht
- c) oder schlecht genutzt wird DE 20 2005 003 611 U1, weil die Temperaturdifferenzen klein sind.

**[0018]** Aufgabe der Erfindung ist, diese Nachteile zu reduzieren.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Lösung enthält zumindest ein Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Werk (2) BSKHKW, eine Wohnsiedlung (1), eine Pressluftspeichervorrichtung (6), eine Pressluftverbundleitung (5), eine DZE-Steuerung (3) und ist verbunden mit dem öffentlichen Stromnetz (8).

**[0020]** Das Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die Druckluftbeladung der Druckluftspeicher (6) im wesentlichen durch die BSKHKW (2) über die erfindungsgemäße Pressluftverbundleitung (5) erfolgt und die Entladung der Speicher im wesentlichen durch das Wärmekraftwerk (9).

**[0021]** Durch ihre Speicherfunktion können BSKHKW den Nachteil der wetterbedingten Stromerzeugung von Windparks im Verbund ausgleichen. BSKHKW ermöglichen zudem die Bereitstellung von kostengünstiger Regelenergie. Dabei ist es ein erfindungsgemäßer Vorteil, dass BSKHKW mit höherem Wirkungsgrad und, wie auch herkömmliche Pumpspeicherwerke, auch als Systemlast zur Ausregelung von Frequenzsteigerungen in Übertragungsnetzen genutzt werden können.

**[0022]** Haupteigenschaften des BSHKW sind, dass sie Strom, Wärme/Kälte für Wohnsiedlungen und geführt durch die BSKHKW-Steuerung Strom in das öffentliche Netz und Pressluft in eine Verbundleitung sowohl aufnehmen als auch liefern können.

**[0023]** BSHKW ersetzen damit insbesondere Energieversorgungssysteme mit herkömmlichen Speicherwerken und Dieselmotoren für die bedarfsgerechte Energieversorgung der Verbraucher.

**[0024]** Der erfindungsgemäß höhere Systemgesamtwirkungsgrad durch BSKHKW im Verbund resultiert insbesondere daraus, dass sie sowohl Wärme als auch Kalte zur Klimatisierung von Wohnsiedlungen aus der adiabatischen Erwärmung und Abkühlung von Pressluft erzeugen können.

**[0025]** In BSKHKW entsteht Kompressionswärme wenn diese Pressluft erzeugen und in die Pressluftverbundleitung einspeisen. BSKHKW kühlen adiabatisch, wenn diese Strom aus Pressluft erzeugen und diesen in das öffentliche Stromnetz einspeisen.

**[0026]** Die erfindungsgemäßen Vorteile werden weiter verstärkt, wenn zusätzlich ein Wärmekraftwerk (9) in diesem Verbund enthalten ist, das sich in einer dünn besiedelten entfernten Region (9) befindet, so dass dessen Ausbildung als eine Kraftwärmekopplungsanlage unwirtschaftlich wird, weil Fernwärmeversorgung durch die großen Entfernungen ihren Sinn verliert, und, dass deshalb als Druckluftpumpspeicherwerk mit vorwiegend Pressluftverbrauch (9) ausgebildet ist, wobei dessen mindestens ein Turbinensatz neben Gas oder Heißdampf zusätzlich mit Pressluft aus der erfindungsgemäßen Pressluftverbundleitung (6) angetrieben werden kann. Durch die zusätzliche Einspeisung von Pressluft kann der Wirkungsgrad des Wärmekraftwerkes erheblich gesteigert und die in die Umwelt abgegebene Abwärme gesenkt werden. Da Pressluftverbundleitungen ohne große Energieverluste länger als Fernwärmeleitungen ausgebildet werden können, kann insbesondere mit der Energie großer Wärmekraftwerk eine Fernwärmeversorgung in vergrößertem Umkreis um das Wärmekraftwerk erfolgen, als bei herkömmlichen Kraftwärmekopplungsanlagen.

**[0027]** Durch den Anschluss des Wärmekraftwerkes an den Steuerbus und entsprechender Steuerung kann die Regelbarkeit des Gesamtsystems verbessert werden.

**[0028]** Die erfindungsgemäße dezentrale Energieversorgung (DZE) mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion hat gegenüber herkömmlichen Thermalen Energiespeichersystemen mit Windkraftanlagen US 2007/0234749 A1, die Druckluft-Energie und/oder abgekühltes Wasser aus Seewasser erzeugen und Gebäude kühlen können,

wieder Strom aus Pressluft erzeugen, einen höheren Gesamtwirkungsgrad. DZE können nämlich, vorteilhaft gegenüber US 2007/0234749 A1, mit der Kompressionswärme für die Druckluft sowohl Wohnsiedlungen heizen und diese Wärme auch in Wärmespeichern zwischenspeichern und dann, wenn BSKHKW der DZE Druckluft zur Stromerzeugung entspannen, die gespeicherte Wärme für die erforderliche Druckluftherwärmung bei der Druckluftentspannung verwenden.

7	Wärmespeicher
8	öffentlichen Stromnetz
9	Wärmeleistungwerk, Druckluftpumpepeicherwerk
10	Strombörse, Ausschreibungsplattform

**[0029]** BSKHKW werden durch ihre interne Steuerung so geführt, dass sie für die Strom und Wärmeversorgung des angeschlossenen Wohngebietes (1) unter Berücksichtigung des zeitlichen und witterungsbedingten Energieverbrauches des Wohngebietes und durch die Vorgaben der zentralen DZE-Steuerung (3), durch die entsprechende Auswahl von öffentlichen Netzstrom aus (8), Gas, Pressluft aus (6), Wärmespeicher (7) die Versorgung der Wohnsiedlung (1) sicherstellen und Regelenergie liefern, so dass ein Kostenoptimum erreicht wird.

**[0030]** Die Leistungsreserven der BSKHKW werden geführt durch die erfindungsgemäße BSKHKW-Steuerung zur Bereitstellung von kostengünstiger Regelenergie für das öffentliche Stromnetz benutzt. Das geschieht über den Steuerbus, der alle BSKHKW mit dieser verbindet.

**[0031]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

**[0032]** Fig. 1 Dezentrale Energieversorgung (DZE) mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion durch das erfindungsgemäße Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Werk (2).

**[0033]** Die in der Fig. 1 dargestellte dezentrale Energieversorgung (DZE) ist für die dezentrale Kraft-Wärme-Versorgung und Klimatisierung von Wohn- (1) und Industrieanlagen (2) und Energiespeicherung bestimmt. Insbesondere soll die billigere überschüssige Energie aus dem öffentlichen Stromnetz (8) und/oder aus der zum gehörigen insbesondere von Windkraftanlagen (4) und Solarkraftanlagen oder anderen alternativen Energiequellen zwischengespeichert werden, damit sie später in das öffentliche Stromnetz (8) wieder eingespeist werden kann.

#### Bezugszeichenliste

1	Wohnsiedlung
2	Blockspeicher-Heiz-Werk BSKHKW
3	DZE-Steuerung
4	Windkraftanlagen
5	Pressluftverbundleitung
6	Pressluftspeicher

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 3020213 C2 [0004]
- DE 3411444 A1 [0004]
- DE 69216405 T2 [0004]
- WO 96/01942 [0005]
- WO 03/078812 A1 [0006]
- EP 05899601 B [0007]
- EP 1857614 A2 [0008]
- US 45932102 [0009]
- US 5491969 [0013]
- EP 1489270 A1 [0015]
- DE 202005003611 U1 [0016, 0017]
- US 2007/0234749 A1 [0028, 0028]

### Patentansprüche

1. Verfahren und Anordnung zur dezentralen Energieversorgung mit Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Funktion (DZE), **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Block-Speicher-Kraft-Heiz-Kühl-Werk BSKHKW sowohl über das öffentliche Stromnetz als auch über eine Pressluftverbundleitung mit einem Druckluftpumpspeicherwerk über eine Pressluftspeichervorrichtung verbunden ist, wobei das BSKHKW vorwiegend überschüssigen Strom aus dem Stromnetz und oder Gas verbraucht und Strom und Wärme/Kälte an einen Verbraucher (Wohnsiedlung), Pressluft in eine Druckluftverbundleitung und/oder Wärme in einen zugeordneten Wärmespeicher liefert während das Druckluftpumpspeicherwerk vorwiegend Strom als Regelenergie in das öffentliche Netz liefert und Druckluft entnimmt, und, wobei in der Betriebsart 1 bei Wärmeführung entsprechend Verbraucheranforderung direkt mit der Kompressionswärme der Druckluft geheizt wird und in der Betriebsart 2 bei Kälteführung entsprechend Verbraucheranforderung das BSKHKW mit Hilfe der Kompressionswärme der Pressluft nach dem Absorberprinzip gewonnene Kälte eine Abkühlung beim Verbraucher erreicht, wobei eine DZE-Steuerung sowohl die bedarfsgerechte Energieversorgung der Verbraucher und die Energiespeicherung in den Wärmespeicher und das Druckluftverbundsystem als auch die Regelenergieerzeugung im Druckluftpumpspeicherwerk nach Vertrag mit einer durch eine Strombörse/Ausschreibungsplattform und Anforderung für das öffentliche Netz entsprechend vertrags- und anforderungsgerechter Betriebsart, Messwerten und gespeicherten erlernten, optimierten Strategien steuert.

2. Verfahren und Anordnung, nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass in der Betriebsart 2 zur Abkühlung keine Druckluft erzeugt, sondern Druckluft aus der Verbundleitung entnommen und die Entspannungskälte der Druckluft für die Kälte geführte Abkühlung beim Verbraucher benutzt wird und die mechanische Entspannungsenergie der Druckluft in Strom verwandelt wird, der entweder in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder vom zugeordneten Verbraucher verwendet wird.

3. Anordnung, nach Anspruch 1 und/oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass das/die BSKHKWs der DZE mit dem Stromnetz zur Stromversorgung des Verbrauchers und zur Regelenergieeinspeisung verbunden sind, mit dem Gasnetz, mit einem Wärmespeicher und einer Druckluftverbundleitung jeweils zur Entnahme und Einspeisung verbunden sind und mit einem zur DZE-Steuerung gerichtetem, die Regelenergieerzeugung entsprechend Vertrag mit der Strombörse durch die DZE-Steuerung gesteuerten Bus verbunden sind, und zum Verbraucher gerichtet mit einer Wärmeleitung, einer Stromleitung

und einem Steuerbus für Mess- und Steuerinformationen zur Verbraucherversorgung verbunden sind.

4. Verfahren, nach Anspruch 1 und/oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Verträge zur Lieferung von Regelenergie auf der Basis aktueller Messwerte der BSKHKW und mit Hilfe von Säsong typischen Prognosen der DZE-Steuerung abgeschlossen werden, so dass sowohl die Regelenergieanforderung der Strombörse vertragsgemäß erfüllt als auch die Wärme oder Kalte geführte Klimatisierung der Verbraucher und deren Stromversorgung sichergestellt werden kann.

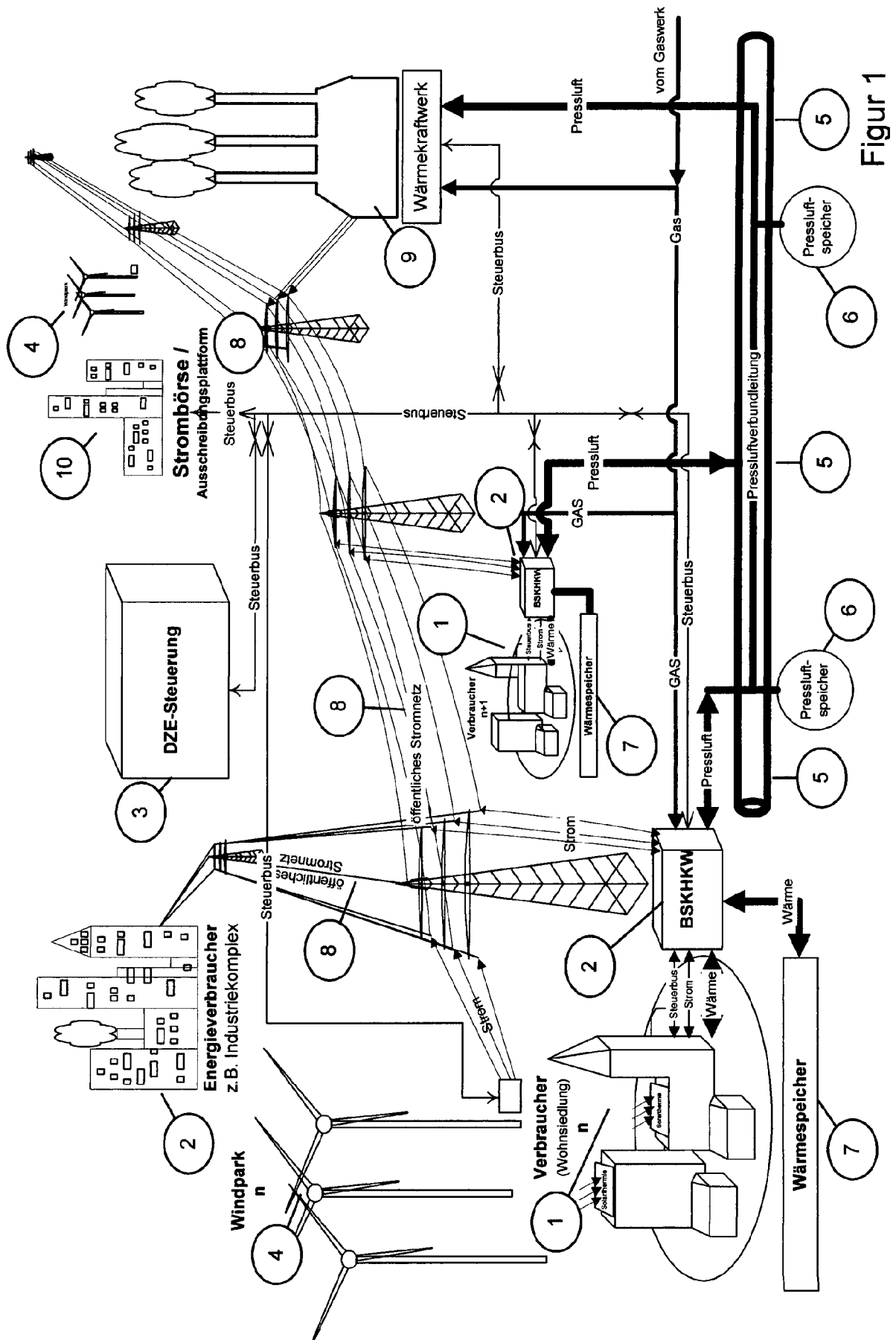
5. Anordnung nach Anspruch 1 und 2 mit Pressluftwärmekraftwerk mit Presslufteingang, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmekraftwerk vorwiegend zur Pressluftentnahme aus der Verbundleitung und Presslufteinspeisung in die Kraftwerksturbinen dient und über den Steuerbus mit der zentralen DZE-Steuerung verbunden ist und dass das Wärmekraftwerk eine entsprechende kompatible Steuerung besitzt.

6. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pressluftverbundleitung der DZE mit einem oder mehreren Pressluftspeichern, einem oder mehreren BSKHKWs verbunden sind.

7. Verfahren und Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale DZE-Steuerung (3) über eine Steuerbus mit einem oder mehreren BSKHKW (2) verbunden ist und diese veranlasst entsprechend Vertrag Regelenergie zu liefern bzw. in Energieüberschusszeiten zu vertraglich vereinbarten vergünstigten Preisen elektrische Energie aus dem Stromnetz zu entnehmen und damit Druckluft und Wärme für die Verbraucher zu erzeugen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1