

Anlage und Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie, bei denen die elektrische Energie zur Herstellung von Ethin genutzt wird.

Der Einsatz erneuerbarer Energien, wie Windenergie und Solarenergie, gewinnt eine immer größere Bedeutung zur Stromerzeugung. Elektrische Energie wird typischerweise über langreichweitige, überregionale und länderübergreifend gekoppelte Stromversorgungsnetze, kurz als Stromnetze bezeichnet, an eine Vielzahl von Verbrauchern geliefert. Da elektrische Energie im Stromnetz selbst nicht in signifikantem Umfang speicherbar ist, muss die in das Stromnetz eingespeiste elektrische Leistung auf den verbraucherseitigen Leistungsbedarf, die sogenannte Last, abgestimmt werden. Die Last schwankt bekanntermaßen zeitabhängig, insbesondere je nach Tageszeit, Wochentag oder auch Jahreszeit. Für eine stabile und zuverlässige Stromversorgung ist ein kontinuierlicher Gleichlauf von Stromerzeugung und Stromabnahme notwendig. Eventuell auftretende kurzfristige Abweichungen werden durch sogenannte positive oder negative Regelenergie bzw. Regelleistung ausgeglichen. Bei regenerativen Stromerzeugungseinrichtungen tritt die Schwierigkeit auf, dass bei bestimmten Typen, wie Windenergie und Solarenergie, die Energieerzeugungsleistung nicht zu jedem Zeitpunkt vorhanden und in bestimmter Weise steuerbar ist, sondern tageszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen unterliegt, die nur bedingt vorhersagbar sind und in der Regel nicht mit dem jeweils aktuellen Energiebedarf übereinstimmen.

Die Differenz zwischen der Erzeugungsleistung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien und dem aktuellen

Verbrauch wird üblicherweise durch andere Kraftwerke bereitgestellt, wie beispielsweise Gas-, Kohle- und Kernkraftwerke. Mit zunehmendem Ausbau und Anteil der fluktuierenden erneuerbaren Energien an der Stromversorgung
5 müssen immer größere Schwankungen zwischen deren Leistung und dem aktuellen Verbrauch ausgeglichen werden. So werden bereits heute neben Gaskraftwerken zunehmend auch Steinkohlekraftwerke in Teillast gefahren oder ganz heruntergefahren, um die Schwankungen auszugleichen. Da
10 diese variable Fahrweise der Kraftwerke mit beträchtlichen Zusatzkosten verbunden ist, wird seit geraumer Zeit die Entwicklung alternativer Maßnahmen untersucht.

Ein Ansatz ist es, bei einem Überschuss an elektrischer Energie alternativ oder ergänzend zur Veränderung der
15 Leistung eines Kraftwerks überschüssige elektrische Energie zur elektrothermischen Herstellung von Ethin zu nutzen. Ein Beispiel dafür war die Ethin-Anlage der chemischen Werke Hüls, die 19 parallel angeordnete Lichtbogenreaktoren aufwies und bei der abhängig vom Angebot an elektrischer
20 Energie die Zahl der betriebenen Lichtbogenreaktoren variiert wurde. Während sich Lichtbogenreaktoren zur elektrothermischen Herstellung von Ethin schnell ein- und ausschalten lassen, ist für eine effiziente und wirtschaftliche Abtrennung von Ethin aus dem bei der
25 elektrothermischen Herstellung von Ethin erhaltenen Produktgasstrom ein möglichst konstanter Produktgasstrom erforderlich. Die Ethin-Anlage der chemischen Werke Hüls mit einer Ethinkapazität von 120.000 t/a Ethin umfasste dazu Pufferspeicher für den Produktgasstrom mit einem
30 Gesamtvolumen von 350.000 m³. Der Bau und Betrieb von solch großen Pufferspeichern ist allerdings technisch aufwendig und mit Sicherheitsrisiken verbunden.

Es besteht deshalb ein Bedarf für Anlagen und Verfahren, mit denen sich überschüssige elektrische Energie über die

Herstellung von Ethin nutzen lässt und die nicht die Nachteile des oben beschriebenen Verfahrens aufweisen.

Gegenstand der Erfindung ist eine Anlage zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie, umfassend:

- 5 eine erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs, die einen ersten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt,
- 10 eine zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin, die einen zweiten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt, und
- eine Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin aus einem Gasstrom, der sowohl der erste als auch der zweite Produktgasstrom zugeführt wird.
- 15 Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie, bei dem in einer erfindungsgemäßen Anlage die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin mit überschüssiger elektrischer Energie betrieben wird.
- 20 Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Bereitstellung von Regelenergie für ein Stromnetz, bei dem in einer erfindungsgemäßen Anlage sowohl die erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs als auch die
- 25 zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin in Teillast betrieben werden, zur Bereitstellung von Regelenergie die Leistung der zweiten Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin verändert wird und mit einer Steuervorrichtung die Leistung der ersten
- 30 Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs so angepasst wird, dass die Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin in einem vorgegebenen Bereich gehalten wird.

Die erfindungsgemäße Anlage umfasst eine erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs, die einen ersten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt. Die erste Vorrichtung
5 kann dabei einen oder mehrere Apparate umfassen, in denen Ethin durch partielle Oxidation erzeugt wird. Wenn die erste Vorrichtung mehrere Apparate zur Erzeugung von Ethin umfasst, sind diese vorzugsweise parallel angeordnet und können unabhängig voneinander betrieben werden. Die
10 Verwendung von mehreren parallel angeordneten Apparaten ermöglicht durch An- und Abschalten einzelner Apparate eine stufenweise Veränderung der Erzeugung von Ethin bei Einhaltung der optimalen Betriebsbedingungen in den einzelnen Apparaten und vermeidet Wirkungsgradverluste
15 durch einen Teillastbetrieb.

Als erste Vorrichtung der erfindungsgemäßen Anlage können alle aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation eingesetzt werden, beispielsweise die aus Ullmann's Encyclopedia of
20 Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1, Seiten 107-110 und 113-114 bekannten Vorrichtungen des Sachsse-Bartholomé-Verfahrens und des Tauchflammenverfahrens der BASF oder die aus GB 1,000,480 bekannte Vorrichtung des Montecatini-Verfahrens. Vorzugsweise umfasst die erste Vorrichtung zur
25 Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens einen Brenner, dem eine Mischung aus mindestens einem Kohlenwasserstoff und Sauerstoff zugeführt wird.

Die erfindungsgemäße Anlage umfasst neben der ersten Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle
30 Oxidation noch eine zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin, die einen zweiten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt. Die zweite Vorrichtung kann dabei einen oder mehrere Apparate umfassen, in denen Ethin elektrothermisch erzeugt wird.
35 Wenn die zweite Vorrichtung mehrere Apparate zur Erzeugung

von Ethin umfasst, sind diese vorzugsweise parallel angeordnet und können unabhängig voneinander betrieben werden. Die Verwendung von mehreren parallel angeordneten Apparaten ermöglicht durch An- und Abschalten einzelner Apparate eine stufenweise Veränderung der Erzeugung von Ethin bei Einhaltung der optimalen Betriebsbedingungen in den einzelnen Apparaten und vermeidet Wirkungsgradverluste durch einen Teillastbetrieb.

Bei einer elektrothermischen Herstellung von Ethin wird Ethin in einer endothermen Reaktion aus Kohlenwasserstoffen oder Kohle hergestellt und die zur Durchführung der Reaktion erforderliche Wärme wird durch elektrischen Strom erzeugt. Vorzugsweise werden gasförmige oder verdampfte Kohlenwasserstoffe eingesetzt, besonders bevorzugt aliphatische Kohlenwasserstoffe. Besonders geeignet sind Methan, Ethan, Propan und Butane, insbesondere Methan. Geeignete Vorrichtungen zur elektrothermischen Herstellung von Ethin sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1, Seiten 115-122, aus DE 1 900 644 A1 und aus EP 0 133 982 A2.

Die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin umfasst vorzugsweise einen Lichtbogenreaktor. Die elektrothermische Herstellung von Ethin kann dabei in einem einstufigen Prozess erfolgen, bei dem mindestens ein Kohlenwasserstoff mit einem Gasstrom durch den Lichtbogen geführt wird. Alternativ kann die elektrothermische Herstellung von Ethin in einem zweistufigen Prozess erfolgen, bei dem Wasserstoff durch den Lichtbogen geführt wird und mindestens ein Kohlenwasserstoff hinter dem Lichtbogen in das im Lichtbogen erzeugte Wasserstoffplasma eingespeist wird. Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin mehrere parallel angeordnete Lichtbogenreaktoren, die unabhängig voneinander betrieben werden können.

Die erfindungsgemäße Anlage umfasst außerdem eine Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin aus einem Gasstrom, wobei der Trennvorrichtung sowohl der erste Produktgasstrom aus der ersten Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs als auch der zweite Produktgasstrom aus der zweiten Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin zugeführt wird. Vorzugsweise umfasst die Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin einen Verdichter, eine unter Druck betriebene Absorptionskolonne und eine unter einem geringeren Druck als die Absorptionskolonne betriebene Desorptionskolonne. Zur selektiven Absorption von Ethin können Wasser oder geeignete Lösungsmittel, wie zum Beispiel N-Methylpyrrolidon, Dimethylformamid oder Methanol verwendet werden. Geeignete Trennvorrichtungen zur Abtrennung von Ethin sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1, Seiten 110-112.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Anlage zusätzlich eine Steuervorrichtung, die die Erzeugung von Ethin in der ersten Vorrichtung und der zweiten Vorrichtung so aufeinander abstimmt, dass die Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin in einem vorgegebenen Bereich gehalten wird. Vorzugsweise wird die Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin im Wesentlichen konstant gehalten. Die Steuervorrichtung umfasst dazu vorzugsweise Messvorrichtungen zur Bestimmung des Massenstroms oder Volumenstroms des ersten und des zweiten Produktgasstroms, Analysenvorrichtungen zur Bestimmung des Gehalts an Ethin im ersten und zweiten Produktgasstrom, sowie Vorrichtungen zur Veränderung der Leistung der ersten Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation und der zweiten Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin.

Vorzugsweise umfassen die erste und die zweite Vorrichtung zur Herstellung von Ethin jeweils eine Vorrichtung zum raschen Abkühlen (Quenchen) von Produktgasstrom. Die nach diesen getrennten Vorrichtungen zum raschen Abkühlen erhaltenen Gasströme werden der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin zugeführt. Die Produktgasströme werden dabei vorzugsweise auf Temperaturen von weniger als 250 °C abgekühlt. Zum raschen Abkühlen kann ein direktes Quenchverfahren wie zum Beispiel die Einspeisung von Kohlenwasserstoffen und/oder Wasser oder ein indirektes Quenchverfahren, wie zum Beispiel die rasche Abkühlung in einem Wärmetauscher mit Dampfgewinnung eingesetzt werden. Direktes Quenchen und indirektes Quenchen können auch miteinander kombiniert werden. In einer ersten Ausführungsform wird die aus der Reaktionszone austretende Gasmischung nur mit Wasser gequenchet. Diese Ausführungsform zeichnet sich durch relativ geringe Investitionskosten aus. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die aus der Reaktionszone austretende Gasmischung mit einem kohlenwasserstoffhaltigen Gas oder einer kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeit gemischt, wobei zumindest ein Teil der Kohlenwasserstoffe endotherm gespalten wird. Je nach Prozessführung wird dabei ein mehr oder minder breites Produktspektrum erzeugt, z. B. neben Ethin, Wasserstoff und gegebenenfalls Kohlenmonoxid auch Anteile an Ethan, Propan, Ethen und anderen niederen Kohlenwasserstoffen. Hierdurch kann die entstehende Wärme in einem wesentlich höheren Umfang einer weiteren Verwendung wie der endothermen Spaltung der Kohlenwasserstoffe zugeführt werden. Geeignete Vorrichtungen zum Quenchen des Produktgasstroms sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1, Seiten 108-110 und 116-118.

Besonders bevorzugt umfassen die erste und die zweite Vorrichtung zur Herstellung von Ethin jeweils eine

Vorrichtung zum raschen Abkühlen von Produktgasstrom und eine dazu nachgeschaltete Vorrichtung zur Abtrennung von Ruß. Die nach den Vorrichtungen zur Abtrennung von Ruß erhaltenen Gasströme werden der Trennvorrichtung zur

5 Abtrennung von Ethin zugeführt. Zur Abtrennung von Ruß können alle zu diesem Zweck in bekannten Verfahren zur Herstellung von Ethin eingesetzten Vorrichtungen eingesetzt werden, beispielsweise Zyklone, Wäscher oder Elektrofilter. Geeignete Vorrichtungen sind beispielsweise aus Ullmann's

10 Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1, Seiten 108-110 und 118 bekannt. Durch die Verwendung getrennter Vorrichtungen zur Abtrennung von Ruß für die erste und die zweite Vorrichtung zur Herstellung von Ethin kann der im Verfahren anfallende Ruß besser genutzt werden,

15 beispielsweise der in der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin erhaltene Ruß als Pigmentruß und der in der Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation erhaltene Ruß als Brennstoff.

20 Die erfindungsgemäße Anlage umfasst vorzugsweise zwischen der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin und der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin zusätzlich einen Pufferspeicher für einen Produktgasstrom der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von

25 Ethin. Alternativ oder zusätzlich kann die erfindungsgemäße Anlage auch zwischen der Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation und der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin zusätzlich einen Pufferspeicher für einen Produktgasstrom der Vorrichtung zur Herstellung

30 von Ethin durch partielle Oxidation umfassen. Als Pufferspeicher eignen sich insbesondere Gasometer. Ein Pufferspeicher ermöglicht einen Betrieb der erfindungsgemäßen Anlage, bei dem bei einer Änderung der Leistung der zweiten Vorrichtung die Änderung der Erzeugung

35 von Ethin in der ersten Vorrichtung zeitlich versetzt oder unterschiedlich schnell erfolgt und eine so verursachte

größere oder kleinere Erzeugung von Produktgas durch eine Einspeisung von Produktgas in den Pufferspeicher oder eine Entnahme von Produktgas aus dem Pufferspeicher ausgeglichen wird.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie wird in einer erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt und die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin wird mit überschüssiger elektrischer Energie betrieben. Die
- 10 überschüssige elektrische Energie kann von einem neben der erfindungsgemäßen Anlage befindlichen Stromerzeuger stammen, beispielsweise von einem benachbarten Kraftwerk, einem benachbarten Windgenerator oder einer benachbarten Photovoltaikanlage. Vorzugsweise wird die überschüssige
- 15 elektrische Energie einem Stromnetz entnommen. Besonders bevorzugt wird überschüssige elektrische Energie einem Stromnetz als negative Regelenergie entnommen, um einen Überschuss der Stromeinspeisung in das Netz gegenüber der aktuellen Stromentnahme auszugleichen. Für das
- 20 erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise überschüssige elektrische Energie eingesetzt, die aus Windenergie oder Solarenergie erzeugt wird.

- Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie wird die
- 25 Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin vorzugsweise in Abhängigkeit vom Angebot an überschüssiger elektrischer Energie betrieben. Die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin kann dazu wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden, beispielsweise
- 30 abhängig vom aktuellen Strompreis an einer Strombörse. Alternativ kann die erste Vorrichtung auch mit variabler Last so betrieben werden, dass ihr Stromverbrauch einem aktuellen Überschuss an elektrischer Energie entspricht.

- In einer bevorzugten Ausführungsform wird das
- 35 erfindungsgemäße Verfahren zur effizienten Nutzung von

überschüssiger elektrischer Energie in einer
erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt, die einen
Pufferspeicher für einen Produktgasstrom umfasst und die
Steuervorrichtung wird so betrieben, dass bei einer
5 Änderung der Erzeugung von Ethin in der zweiten Vorrichtung
in Abhängigkeit vom Angebot an überschüssiger elektrischer
Energie die Erzeugung von Ethin in der ersten Vorrichtung
langsamer geändert wird als die Erzeugung von Ethin in der
zweiten Vorrichtung und die dadurch bewirkte vorübergehend
10 größere oder kleinere Gesamterzeugung von Produktgas durch
eine Einspeisung von Produktgas in den Pufferspeicher oder
eine Entnahme von Produktgas aus dem Pufferspeicher
ausgeglichen wird. Der Pufferspeicher kann dabei wahlweise
der ersten Vorrichtung oder der zweiten Vorrichtung
15 nachgeschaltet sein. Ebenso kann auch beiden Vorrichtungen
ein Pufferspeicher nachgeschaltet sein. Bei dieser
Ausführungsform kann die Erzeugung von Ethin in der zweiten
Vorrichtung schneller in Abhängigkeit vom Angebot an
überschüssiger elektrischer Energie verändert werden und es
20 lassen sich Beschränkungen hinsichtlich der Geschwindigkeit
von Lastveränderungen überwinden, die Vorrichtungen zur
Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation
verfahrensbedingt aufweisen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird ein
25 Gasstrom, der in der Trennvorrichtung zur Abtrennung von
Ethin von Ethin abgereichert wurde, mit dem zweiten Ethin
enthaltenden Produktgasstrom in die Trennvorrichtung
zurückgeführt. Die Menge des zurückgeführten Gasstroms wird
dabei so eingestellt, dass der Anteil an Ethin bezogen auf
30 die Gesamtmenge an Gasströmen, die der Trennvorrichtung
zugeführt werden, im Wesentlichen konstant bleibt.
Besonders bevorzugt wird der zurückgeführte Gasstrom
zusammen mit dem ersten und zweiten Produktgasstrom der
Trennvorrichtung zugeführt. Verfahrensbedingt weist der
35 erste Produktgasstrom aus der Vorrichtung zur Herstellung
von Ethin durch partielle Oxidation einen signifikanten

Anteil an Kohlenmonoxid auf. Außerdem weist er in der Regel einen wesentlich geringeren Gehalt an Ethin auf als der zweite Produktgasstrom aus der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin. Durch das
5 Zurückführen eines an Ethin abgereicherten Gasstroms lässt sich der Unterschied im Ethingehalt der beiden Produktgasströme ausgleichen und vermeiden, dass sich ein Wechsel in der Lastverteilung zwischen der ersten und der zweiten Vorrichtung zur Erzeugung von Ethin wegen des
10 Unterschieds in der Zusammensetzung der Produktgasströme aus den beiden Vorrichtungen nachteilig auf die Funktion der Trennvorrichtung auswirkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bereitstellung von Regelenergie für ein Stromnetz wird in einer
15 erfindungsgemäßen Anlage durchgeführt, die eine Steuervorrichtung umfasst, die die Erzeugung von Ethin in der ersten Vorrichtung und der zweiten Vorrichtung so aufeinander abstimmt, dass die Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin in einem vorgegebenen
20 Bereich gehalten wird. Bei diesem Verfahren wird sowohl die erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs als auch die zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin in Teillast betrieben. Zur Bereitstellung von
25 Regelenergie wird die Leistung der zweiten Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin verändert und mit der Steuervorrichtung die Leistung der ersten Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs so angepasst, dass die
30 Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin in einem vorgegebenen Bereich gehalten wird.

Wird in das Stromnetz, aus dem Strom zum Betrieb der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin entnommen wird, weniger elektrische Energie eingespeist als
35 aktuell verbraucht wird, kann mit diesem Verfahren positive

Regelenergie bereitgestellt werden, indem die Leistung der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin entsprechend dem Bedarf an Regelenergie verringert wird und über die Steuervorrichtung die Leistung der Vorrichtung zur

5 Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs dementsprechend erhöht wird. Wird in das Stromnetz dagegen mehr elektrische Energie eingespeist als aktuell verbraucht wird, kann mit diesem Verfahren negative Regelenergie bereitgestellt werden,

10 indem die Leistung der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin entsprechend dem Bedarf an Regelenergie erhöht wird und über die Steuervorrichtung die Leistung der Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs

15 dementsprechend verringert wird.

Patentansprüche:

1. Anlage zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie, umfassend
 - a) eine erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs, die einen ersten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt,
 - b) eine zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin, die einen zweiten Ethin enthaltenden Produktgasstrom erzeugt, und
 - c) eine Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin aus einem Gasstrom, der sowohl der erste als auch der zweite Produktgasstrom zugeführt wird.
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich eine Steuervorrichtung umfasst, die die Erzeugung von Ethin in der ersten Vorrichtung und der zweiten Vorrichtung so aufeinander abstimmt, dass die Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem Ethin in einem vorgegebenen Bereich gehalten wird.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation mindestens einen Brenner umfasst, dem eine Mischung aus mindestens einem Kohlenwasserstoff und Sauerstoff zugeführt wird.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin mindestens einen Lichtbogenreaktor umfasst.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Vorrichtung zur Herstellung von Ethin jeweils eine

Vorrichtung zum raschen Abkühlen von Produktgasstrom umfassen und die nach diesen Vorrichtungen zum raschen Abkühlen erhaltenen Gasströme der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin zugeführt werden.

- 5 6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Vorrichtung zur Herstellung von Ethin jeweils eine Vorrichtung zum raschen Abkühlen von Produktgasstrom und eine dazu nachgeschaltete Vorrichtung zur Abtrennung von
10 Ruß umfassen und die nach den Vorrichtungen zur Abtrennung von Ruß erhaltenen Gasströme der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin zugeführt werden.
- 15 7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich zwischen der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin und der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin einen Pufferspeicher für einen Produktgasstrom der Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin umfasst.
- 20 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich zwischen der Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation und der Trennvorrichtung zur Abtrennung von Ethin einen Pufferspeicher für einen Produktgasstrom der
25 Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle Oxidation umfasst.
- 30 9. Verfahren zur effizienten Nutzung von überschüssiger elektrischer Energie, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8 die Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin mit überschüssiger elektrischer Energie betrieben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
dass die überschüssige elektrische Energie einem
Stromnetz entnommen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die überschüssige elektrische
Energie aus Windenergie oder Solarenergie erzeugt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur
elektrothermischen Herstellung von Ethin in Abhängigkeit
10 vom Angebot an überschüssiger elektrischer Energie
betrieben wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch
gekennzeichnet, dass ein in der Trennvorrichtung zur
Abtrennung von Ethin von Ethin abgereicherter Gasstrom
15 mit dem zweiten Ethin enthaltenden Produktgasstrom in
die Trennvorrichtung zurückgeführt wird und die Menge
des zurückgeführten Gasstroms so eingestellt wird, dass
der Anteil an Ethin bezogen auf die Gesamtmenge an
Gasströmen, die der Trennvorrichtung zugeführt werden,
20 im Wesentlichen konstant bleibt.
14. Verfahren zur Bereitstellung von Regelenergie für ein
Stromnetz, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Anlage
nach einem der Ansprüche 2 bis 8 sowohl die erste
Vorrichtung zur Herstellung von Ethin durch partielle
25 Oxidation mindestens eines Kohlenwasserstoffs als auch
die zweite Vorrichtung zur elektrothermischen
Herstellung von Ethin in Teillast betrieben werden, zur
Bereitstellung von Regelenergie die Leistung der zweiten
Vorrichtung zur elektrothermischen Herstellung von Ethin
30 verändert wird und mit der Steuervorrichtung die
Leistung der ersten Vorrichtung zur Herstellung von
Ethin durch partielle Oxidation mindestens eines
Kohlenwasserstoffs so angepasst wird, dass die

Gesamtmenge an in der Trennvorrichtung abgetrenntem
Ethin in einem vorgegebenen Bereich gehalten wird.