



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 240 T2** 2008.07.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 053 394 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 240.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/23946**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 955 004.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/030518**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.12.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **16.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.11.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.10.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.07.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F02G 5/00** (2006.01)

G06D 5/00 (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

C10J 1/20 (2006.01)

C07C 4/02 (2006.01)

B63H 11/12 (2006.01)

C06D 5/00 (2006.01)

F02G 1/00 (2006.01)

C01B 31/30 (2006.01)

C21C 7/10 (2006.01)

F02C 3/00 (2006.01)

F02K 9/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

771875 **23.12.1996** **US**

(73) Patentinhaber:

EGT Developments, LLC, Cedar Grove, N.J., US

(74) Vertreter:

Klingseisen & Partner, 80331 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**ENNIS, Bernard P., Cedar Grove, NJ 07009, US;
CIRRITO, Anthony, Barnstable, MA 02630, US**

(54) Bezeichnung: **METHODE ZUR UMWANDLUNG VON BRENNSTOFF IN ENERGIE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft die konservative Transformation von kohlenstoffhaltigem Material in Brennstoffe und Petrochemikalien für Energie und andere Zwecke.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Es gab viele Versuche, den Wirkungsgrad von Energieerzeugungssystemen zu verbessern, um das Verhältnis von Brennstoffverbrauch/erzeugter Energie zu verringern und um Umweltverschmutzung durch Verbrennungsprodukte zu verringern. Einige dieser Versuche umfassen Gasturbinenschaufelkühlen, kombinierte Kreislaufwärmerückgewinnung und den Humid Air Turbine-(HAT-)Kreislauf bzw. Feuchtluft- oder Verdunstungs-Gasturbinenprozess. Zum Beispiel offenbart US-A-4 829 763 einen zwischengekühlten regenerierbaren Kreislauf mit einem Saturator, der beträchtlich Feuchtigkeit zu der Kompressorausstoßluft hinzufügt, so dass die Einlassströmung in den Verbrenner 20 bis 40% Wasserdampf enthält. Der Wasserdampf kommt zu dem Turbinenausstoß hinzu, während das Zwischenkühlen den Arbeitsbedarf des Kompressors verringert, was in höherer spezifischer Energie resultiert. Die komprimierte Luft, die für die Verbrennung des Brennstoffs verwendet wird, um die Turbine anzutreiben, wird gekühlt, dann vor der Verbrennung in einem mehrstufigen Gegenstromsaturator mit dem vorstehend erwähnten Wasserdampf befeuchtet. Niedrige Wärmepegel werden aus der komprimierten Luft während der Zwischenkühlung und vor der Befeuchtung ausgesondert. Der HAT-Kreislauf ist eine Verbesserung des thermischen Wirkungsgrads im Vergleich zu dem kombinierten Kreislauf, dem Dampfeinspritzkreislauf, dem zwischengekühlten regenerierbaren Kreislauf und anderen befeuchtungs-basierten Prozessen. Der HAT-Kreislauf erfordert sehr hohe Luftdrücke von bis zu 30 Atmosphären und höhere Turbineneinlasstemperaturen von bis zu 2800 F, um die thermischen Wirkungsgrade über eine ganze Anlage zu verbessern.

[0003] Ein anderes System wird als eine Erweiterung des HAT-Kreislaufs betrachtet und wird als integrierte Vergasungsfeuchtluftturbine (IGHAT) bezeichnet, die von Day und Rao als ein Verfahren zur kohlevergasungsbasierten Energieerzeugung beschrieben wurde, das einen hohen Wirkungsgrad und niedrige Emissionen zumindest vergleichbar einem integrierten Vergasungskombinationskreislauf (IGCC), aber ohne den Nachteil hoher Kapitalkosten, der gewöhnlich mit IGCC-Systemen verbunden ist, bereitstellen könnte. Viel der Kosteneinsparungen durch IGHAT stammt von der Tatsache, dass der HAT-Kreislauf niedrige Wärmepegel aus dem Vergasungsabschreckwasser in einer effizienten Weise über den Saturator nutzen kann, während man in einem IGCC soviel Wärme wie möglich aus dem unverarbeiteten Kohlegas in der Form von Hochtemperatur- und Hochdruckdampf unter Verwendung von relativ teuren Abwärmeboilern rückführen muss. Zusätzliche Kosteneinsparungen finden statt, weil der Kreislauf keinen Dampfturbinenkondensator benötigt. Ferner wird erwartet, dass die große Menge an mit Verbrennungsluft vermischem Wasserdampf die NO_x-Emissionen auf sehr niedrige Pegel reduziert, wobei angenommen wird dass bei verringerten Flammentemperaturen eine zweckmäßige Verbrennung erreicht werden kann.

[0004] Harvey et al. beschreiben ein Verfahren zur Verringerung der Verbrennungsirreversibilität durch Abgasrückführung. Das Verfahren hat keinen Bottoming Cycle bzw. Nachschaltprozess, der ähnlich einer Gasturbine mit Zwischenkühlen, Wiederaufheizen und einem Regenerator ist. Der Regenerator wirkt als ein Reformier, wobei der Brennstoff durch Wärme von den rückgeführten Turbinenabgasen gecrackt und teilweise oxidiert wird. Die Abgase enthalten Sauerstoff und werden folglich aus Sauerstoffträger verwendet. Vor jeder Turbinenstufe wird Luft in den Gasstrom eingespritzt, der den reformierten Brennstoff und die rückgeführten Abgase enthält, die dadurch nacheinander gezündet werden. Der Wasserdampf in den Abgasen wird in der Reihe wassergekühlter Kondensatoren nach jeder Stufe teilweise verflüssigt, die Zwischenkühlung wird durch die Einspitzung des Wassers erreicht. Die Analyse von Harvey et al. zeigt die Reformierung für die Brennstoffumwandlung, aber die vorgestellten Gewinne waren durch die Pinch-Point-Temperatur in dem Reformier begrenzt. Harvey et al. planen weitere Studien der Wirkung ihrer vorgeschlagenen Anordnung auf den Wirkungsgrad bei Turbineneinlasstemperaturen unter 2300 F, was in der Analyse die ungefähre Obergrenze ohne Turbinenschaufelkühlung ist.

[0005] Um die Turbineneinlasstemperatur innerhalb annehmbarer metallurgischer (nun 2600–2800 F) zu steuern, haben Gasturbinenkonstrukteure sich verlegt auf: überschüssige Verbrennungsluft, Verdünnungen, wie etwa Dampf, wie bei der HAT oder der einfachen Dampfeinspritzung, Wassereinspritzung oder Kompress-

sorzwischenkühlung. Gegenwärtig arbeiten Metallurgen daran, keramische Komponenten oder Beschichtungen zu entwickeln, die sogar höhere Temperaturen aushalten. Diese Erfindung erreicht die Turbineneinlass-temperatursteuerung mittels Turbinenabgasrückführung mit daraus folgenden hohen Systemkreislaufwirkungsgraden. Das Kapital wird durch die Kompaktheit des Raketenmaschinenreaktors und die Beseitigung der kombinierten Kreislaufausrüstung und ihrer zugehörigen wirkungsgradverringernenden Systeminfrastruktur reduziert. Durch die Behandlung des Abgases von Dampfturbinen nutzt diese Erfindung viel der latenten Wärme in dem Abgas mit der daraus folgenden Verringerung der Kühlwasserlast, die andernfalls erforderlich wäre, um Dampf für das Boilerzuführungswasser zu kondensieren.

[0006] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Erzeugung von Energie aus Brennstoff mit einem gegenüber früheren Verfahren verbesserten Wirkungsgrad bereitzustellen, wobei herkömmliche Turbineneinlasstemperaturen ohne Verdünnungseinspritzung oder Zwischenkühlung verwendet werden. Eine andere Aufgabe ist es, eine Vorrichtung zur Erzeugung von Energie aus Brennstoff in einer flexibleren, wirkungsvolleren und weniger verschmutzenden Weise als Verfahren des Stands der Technik zu verringerten Kapitalkosten zur Verfügung zu stellen.

[0007] Diese Erfindung kann auch als ein Pyrolysereaktionssystem verwendet werden, um entweder eine herkömmliche Pyrolyse bei moderaten Temperaturen oder eine vollständige Hochtemperaturpyrolyse auszuführen. Die US-Patente 4 724 272 (Raniere et al.), 5 300 216 (Hertzberg et al.) lehren, dass Heizen und Abschrecken bei einer transsonischen Strömung mit präzisen Einwirkzeiten in Bezug auf die Stoßart und den Stoßort durchgeführt werden müssen. Sowohl Kohlenwasserstoff als auch Dampf werden erhitzt und vor der Pyrolyse durch getrennte supersonische Düsen geleitet. Hertzberg et al. lehren ferner, dass die gecrackten Gase nach dem Abschrecken zur Energierückführung und weiteren Abkühlung durch eine Turbine geleitet werden können.

[0008] Mit dieser Erfindung sind auch kombinierte Brennstoffumwandlungstransformationen und Pyrolyse möglich. Die US-Patente 4 136 015 und 4 134 824 von Kamm et al. lehren ein Verfahren zum thermischen Cracken von Kohlenwasserstoffen und ein integriertes Verfahren für die teilweise Oxidation und das thermische Cracken von Rohölausgangsbrennstoff. Wasserstoff, der aus der teilweisen Oxidation von Schweröl zur Verfügung steht, fördert die Gewinnselektivität. Crackbedingungen mit moderater Zeit und Temperatur werden ausgewählt, was zu wesentlichen Flüssigprodukt- und Teerausbeuten führt, die mit Schwierigkeiten in ihrem Prozess und stromabwärtigen Prozessen gehandhabt werden müssen.

[0009] Es ist daher eine Aufgabe dieser Erfindung, ein Pyrolyse- und Hydropyrolyseverfahren von kohlenstoffhaltigem Material entweder allein oder in Kombination mit Brennstoffumwandlungstransformationen bei moderaten oder hohen Temperaturen und Drücken zur Verfügung zu stellen, wobei eine nahezu totale Umwandlung des Ausgangsbrennstoffs in einer nahezu totalen Energieerhaltungsumgebung erreicht wird. Eine andere Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine Vorrichtung für die Pyrolyse und Hydropyrolyse von kohlenstoffhaltigem Material entweder allein oder in Kombination mit Brennstoffumwandlungstransformationen bei moderaten oder hohen Temperaturen und Drücken zur Verfügung zu stellen, wobei eine nahezu totale Umwandlung des Ausgangsbrennstoffs in einer nahezu totalen Energieerhaltungsumgebung erreicht wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Diese Aufgaben und andere, die aus der folgenden Offenbarung deutlich werden, werden mit der vorliegenden Erfindung, die in einem Aspekt ein Verfahren, wie in Patentanspruch 1 definiert, umfasst, gelöst.

[0011] Ein anderer Aspekt umfasst eine Vorrichtung zur Erzeugung von Energie aus Brennstoff, umfassend:
 eine Turbine mit einem Verbrenner;
 eine Raketenmaschine mit einer Düse und einer Kompressoreinrichtung;
 eine Einrichtung zum Zusetzen von kohlenstoffhaltigem Material und Wasser und/oder Dampf in die Raketenmaschinendüse;
 eine Einrichtung zum Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die Raketenmaschine und die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung;
 eine Einrichtung zum Verarbeiten des Ausstoßes der Raketenmaschinendüse in Brennstoff für den Turbinenbrenner;
 eine Einrichtung zum Einleiten des Brennstoffs und Oxidationsmittels für die Turbine in den Turbinenbrenner, um Kohlendioxid- und Wasserverbrennungsprodukte zu erzeugen;
 eine Einrichtung, um einen wesentlichen Anteil des heißen Abgases aus der Turbine in die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung rückzuführen;

eine Einrichtung zum weiteren Rückführen des heißen Abgases von der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung an die Raketenmaschinendüse; optional in einen oder mehr sekundäre Öffnungen stromabwärtig von der Düse; und optional als eine verdichtete Strömung für andere Verwendungen; und Steuern der Einlasstemperatur in die Turbine.

[0012] Ein anderer Aspekt der Erfindung ist ein alternatives Verfahren für die Erzeugung von Energie, umfassend:

Bereitstellen einer Dampfturbine, die geeignet ist, Wellenarbeit zu erzeugen; und eine Raketenmaschine mit einer Düse und einer Raketenmaschinenkompressoreinrichtung;
 Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die Raketenmaschine;
 Zuführen von kohlenstoffhaltigem Material und/oder Dampf an die Raketenmaschinendüse;
 Verarbeiten des Ausstoßes der Raketenmaschinendüse in Brennstoff für einen Boiler und Brennstoff für eine zweite Raketenmaschine;
 Sieden von Wasser in dem Boiler, um Wasserdampf zu erzeugen;
 Nutzen des entstehenden Wasserdampfs, um die Dampfturbine mit Energie zu versorgen;
 Abschrecken des Turbinenauslassdampfs mit Wasser; Rückführen der gekühlten Dampf- und Wassermischung an die Raketenmaschinendüse; und
 Transformieren des Ausstoßes der zweiten Raketenmaschine in ein Brennstoffprodukt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm einer Raketenmaschinen-Leistungsquelle, die aus einer Raketenmaschine, einer Raketenmaschinenkompressoreinrichtung, einem Konservationsenergiereaktor und einer Verteilungseinrichtung zusammengesetzt ist.

[0014] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm einer Raketenmaschinen-Leistungsquelle, die in eine Expansionsturbine mündet, deren Abgas von einem Primärbeweger bzw. einer Kraftmaschine wiederverdichtet wird, so dass das meiste des Kompressoraustritts von einem Konservationsenergiereaktor effektiv wieder verwendet wird.

[0015] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm einer Raketenmaschinen-Leistungsquelle, die in eine Expansionsturbine mündet, die Teil einer existierenden Gasturbine mit der produktiven Verwendung ihres angeschlossenen Kompressors ist;

[0016] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das eine Raketenmaschinen-Leistungsquelle darstellt, die hintereinander in drei Expansionsturbinen mündet, welche mit getrennten Verbrennern mit von der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung unabhängigen Oxidationsmittelversorgungen verteilt sind.

[0017] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das eine Raketenmaschinen-Leistungsquelle in Kombination mit einer Brennstoffzelle und einen zweiten Konservationsenergiereaktor und eine Expansionsturbine zur Optimierung der Grundlast- und/oder Spitzenlast für die Energielieferung darstellt.

[0018] [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, das eine Raketenmaschinen-Leistungsquelle darstellt, die mit einem Boiler integriert ist und zweistufige Brennstofftransformationen verwendet.

[0019] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, das eine Raketenmaschinen-Leistungsquelle und einen Boiler mit einer heißen Gasströmungserweiterung darstellt, um den Systemwirkungsgrad weiter zu erhöhen.

[0020] [Fig. 8](#) ist ein Diagramm, das zwei Raketenmaschinen-Leistungsquellen in einem kombinierten Verfahren zur Pyrolyse und Brennstofftransformation darstellt, um Ethylen und Synthesegas zu erzeugen.

[0021] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm, das die Aufteilung und Verteilung der wiederverdichteten Abgase der Leistungsturbine darstellt, um die Wärmeausnutzung in dem System zu optimieren.

[0022] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm, das eine Anordnung mit nahezu totaler Energieumwandlung für die Herstellung von Ethylen und anderen Chemikalien darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung und der bevorzugten Ausführungsformen

[0023] Das Verfahren zur Energieerzeugung umfasst:

Bereitstellen einer Turbine, die geeignet ist, Wellenarbeit zu erzeugen, wobei die Turbine einen Verbrenner hat;

und eine Raketenmaschine mit einer Düse und einer Kompressoreinrichtung;
 Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die Raketenmaschine;
 Zuführen von kohlenstoffhaltigem Material und Wasser und/oder Dampf an die Raketenmaschinendüse;
 Verarbeiten des Ausstoßes der Raketenmaschine in Brennstoff für den Turbinenbrenner;
 Einleiten des Brennstoffs für die Turbine in den Turbinenbrenner;
 Durchlaufen von Verbrennungsprodukten durch eine Turbine; und
 Rückführen eines wesentlichen Teils des heißen Abgases von der Turbine an die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung;
 ferner Rückführen des Abgases von der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung an die Raketenmaschinendüse; optional eine oder mehrere sekundäre Öffnungen stromabwärtig von der Düse; und optional einer verdichteten Strömung für andere Verwendungen; und
 Steuern der Einlasstemperatur in die Turbine.

[0024] Geeignete Gasturbinen, die daran angepasst sind, Wellenarbeit zu erzeugen, umfassen gewöhnliche und hochentwickelte allgemein erhältliche Gasturbinen, die von GE, ABB, Solar, Siemens und anderen hergestellt werden.

[0025] Geeignete Gasturbinenbrenner umfassen Verbrenner, die mit den Gasturbinen bereitgestellt werden, oder solche, die speziell für den Hochdampfbetrieb konstruiert sind.

[0026] Geeignete Raketenmaschinen umfassen Strömungsmaschinen, die von GE, Pratt & Whitney, Rolls Royce und anderen hergestellt werden, und Verbrenner, die von T-Thermal, John Zink und anderen hergestellt werden; und Strömungs- und Raketenmaschinen, die von Herstellern für Antriebssysteme für magnetohydrodynamische Generatoren von bis zu 5000 F Stagnationstemperaturen, wie etwa bei TRW, gefertigt werden.

[0027] Geeignete Düsen für Raketenmaschinen umfassen de-Laval-Kontraktions-/Expansionsdüsen.

[0028] Geeignete Brennstoffe für die Raketenmaschine umfassen Methan, natürliches Gas und Petroleumdestillate.

[0029] Geeignete Oxidationsmittel für den Raketenmaschinenreaktor umfassen Luft und Sauerstoff.

[0030] Die zweckmäßige Verarbeitung des Ausstoßes der Raketenmaschinendüse in Brennstoff für den Turbinenbrenner umfasst einen oder mehrere nahezu adiabatische Tunnel und Düsen, die dimensioniert sind, um eine oder mehr Schockwellen zu erzeugen und Strahlantriebe herzustellen, um die Strömungsenergie zu verstärken.

[0031] Geeignete Temperaturen für das Einleiten von Brennstoff für die Turbine an den Turbinenbrenner sind so, dass die Turbineneinlasstemperatur innerhalb den existierenden Materialbegrenzungen gesteuert wird, d. h. bis zu 2800 F für neue Gasturbinen.

[0032] Geeignete Einrichtungen zum Rückführen von heißem Abgas von der Turbine an den Raketenmaschinenkompressor umfassen Gasturbinen, Abgasturbolader, Dieselmotoren und andere Innenverbrennungsmaschinen.

[0033] Vorzugsweise werden der Ausstoß von der Raketenmaschinendüse und das rückgeführte heiße Abgas von der Turbine in einer nahezu adiabatischen Atmosphäre in den Brennstoff für die Turbine transformiert. Mit nahezu adiabatischer Atmosphäre ist gemeint, dass der Wärmegehalt von Brennstoffgas, Oxidationsmittel, kohlenstoffhaltigem Material und Wasser, die zugeführt werden, bis auf unvermeidliche Strahlungs- oder andere Verluste an die Umgebung, erhalten bleibt.

[0034] In gewissen Ausführungsformen wird kohlenstoffhaltiges Material in den Ausstoß der Raketenmaschine stromabwärtig von der Düse mit Geschwindigkeiten eingeleitet, die ausreichen, um das kohlenstoffhaltige Material in den Brennstoff für die Turbine zu transformieren. Zweckmäßige Geschwindigkeiten für eine derartige Transformation umfassen subsonische und supersonische Strömungen bis zu Mach 2 und höher, um Reaktionen abzuschließen und die Strömung mit dem Turbineneinlassdruck zu liefern.

[0035] Das kohlenstoffhaltige Material ist bevorzugt Methan, kann aber alternativ natürliches Gas und seine Komponenten, Petroleumkokos, Rückstände oder Destillate, Biobrennstoff, Kohle, Holzkohle oder andere Chemikalien, die für die Pyrolyse oder Verbrennung geeignet sind, sein. Bevorzugt ist der Brennstoff auch Me-

than.

[0036] In einigen Ausführungsformen wird ein Anteil des Wasserstoffs in eine oder mehrere stromabwärtige Verwendungen, zum Beispiel Brennstoffzellen, Eisenoxidreduktionsreaktoren oder chemische Prozesse, wie etwa Petroleumdestillat-Hydrodesulfurierung, Hydrierung ungesättigter Kohlenwasserstoffe, Ammoniak- und Alkoholherstellung, etc., abgezweigt. In einigen Ausführungsformen wird ein Anteil des Wasserstoffs oder anderen Brennstoffs durch eine geeignete Einrichtung zurückgeführt, um die Raketenmaschine und stromabwärtige Strahlantriebe zu zünden.

[0037] Wenn die Transformation in einer Gruppe von Transformationsreaktoren stattfindet, wird bevorzugt, dass der Druck in dem Ausstoß der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung durch zweckmäßige Einrichtungen dem Druck in jedem Transformationsreaktor entspricht.

[0038] In gewissen Ausführungsformen wird ein Anteil des heißen Abgases von dem Turbinenbrenner in einem Zwischenkompressor verdichtet und direkt an eine kurz geschaltete Verteilungseinrichtung rückgeführt und als Wärme- und Massenzusätze mit zumindest Anpassungs- oder Vorverdichtungsdruck strahlartig an geeigneten Verbindungsstellen geliefert, wobei das heiße Abgas zunimmt.

[0039] Im Allgemeinen tritt der Ausstoß der Raketenmaschinendüse aus der Düse mit transsonischen Geschwindigkeiten aus. Mit transsonischen Geschwindigkeiten ist nahezu sonisch und supersonisch bis Mach 2 und höher gemeint, was für die Verfahrensreaktionen und das Halten des konzipierten Strömungsenergiepegels zweckmäßig ist.

[0040] Wenn die Reaktionsschärfe oder Selektivität in dem Transformationsreaktor oder der Reihe von Reaktoren erhöht werden muss oder wenn sanftere Betriebsbedingungen erwünscht sind, wird ein Katalysator für die Transformation in den Ausstoß der Raketenmaschinendüse eingeleitet. Geeignete Katalysatoren umfassen Manganoxid und Zinktitanat.

[0041] Die Wellenarbeit der Turbine kann nur für die Elektrizitätserzeugung sein oder kann auch Arbeit umfassen, um einen oder mehrere Kompressoren oder Pumpen zu betreiben.

[0042] Ein oder mehrere Turbinen, ein oder mehrere Verbrenner und eine und mehrere Elektrizitätserzeugungseinrichtungen sind möglich.

[0043] In gewissen Ausführungsformen wird zusätzliches oder Zwischenstufen-Oxidationsmittel an den/die Turbinenbrenner zugesetzt. Das Oxidationsmittel kann in den/die Turbinenbrenner eingeleitet werden, um die Turbineneinlasstemperatur wirksam zu steuern. Geeignete Temperaturen für Turbinenschaufeln und Komponenten sind etwa 1700 F für ältere Gasturbinen und bis zu etwa 2800 F für Konstruktionen des aktuellen Stands der Technik. Turbineneinlasstemperaturen können konsistent mit Verbesserungen in der Materialtechnologie für Betriebe mit höherer Temperatur und höherem Wirkungsgrad erhöht werden.

[0044] Im Allgemeinen ist ein Produkt der Transformation Wasserstoff. Andere Produkte können zum Beispiel Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Wasserdampf sein.

[0045] Eine andere Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren zur Erzeugung von Energie, umfassend: Bereitstellen einer Dampfturbine, die geeignet ist, Wellenarbeit bereitzustellen; und einer Raketenmaschine mit einer Düse und einer Kompressoreinrichtung;
Zuführen von kohlenstoffhaltigem Material und Dampf an die Raketenmaschinendüsen;
Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die Raketenmaschine;
Verarbeiten des Ausstoßes der Raketenmaschinendüse in Brennstoff für einen Boiler und Brennstoff für eine zweite Raketenmaschine;
Sieden von Wasser in dem Boiler, um Wasserdampf zu erzeugen;
Nutzen des entstehenden Wasserdampfs, um die Dampfturbine mit Energie zu versorgen;
Abschrecken des Turbinenauslassdampfs mit Wasser; und Rückführen der gekühlten Dampf- und Wassermischung an die Raketenmaschinendüse; und
Transformieren des Ausstoßes der zweiten Raketenmaschine in ein Brennstoffprodukt. Das Brennstoffprodukt umfasst im allgemeinen Wasserstoff.

[0046] In einigen Ausführungsformen wird sauberes Wasser in den Transformationsreaktor oder die Gruppe von Transformationsreaktoren eingeleitet, wodurch es in dem Reaktor oder den Reaktoren mit dem Ausstoß

der Raketenmaschine reagiert. Bevorzugt wird das saubere Wasser in einem ungefähr gleichen oder größeren Gewichtsverhältnis mit dem Dampfturbinenabgas eingeleitet.

[0047] Bevorzugte Ausführungsformen dieses Aspekts der Erfindung umfassen: Bereitstellen eines Wärmetauschers; einer dritten Raketenmaschine mit einer Düse; einer Gasturbine mit einem Verbrenner; Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die dritte Raketenmaschine; Richten des Ausstoßes der dritten Raketenmaschinendüse in den Wärmetauscher, um den Ausstoß zu kühlen und Dampf aus dem Boiler zu überheizen; und Überführen des entstehenden überheizten Dampfs an die Turbine.

[0048] Eine erfindungsgemäße geeignete Vorrichtung zum Erzeugen von Energie aus Brennstoff umfasst: eine Gasturbine mit einem Verbrenner, einen Raketenmaschinenreaktor mit einer Düse und einem Kompressor; eine Einrichtung zum Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel an die Raketenmaschine; eine Einrichtung zum Verarbeiten des Ausstoßes des Raketenmaschinenreaktors in Brennstoff für den Turbinenbrenner; eine Einrichtung zum Einleiten des Brennstoffs für die Turbine in den Turbinenbrenner; eine Einrichtung zum Rückführen des heißen Abgases von der Turbine an die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung; eine Einrichtung zum weiteren Rückführen des Abgases von der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung an die Raketenmaschinendüse; optional die sekundären Öffnungen stromabwärtig der Düse; und optional als eine verdichtete Strömung für andere Verwendungen; und zum Steuern der Einlasstemperatur in die Gasturbine.

[0049] Die Hochdruck-Hochtemperatur-Gasturbinen, die entwickelt werden, können mit kostenwirksamen Korrekturen gemäß dieser Erfindung nachgerüstet werden, um ihre thermischen Wirkungsgrade zu erhöhen. Vielleicht werden die größten Nachrüstungs Gewinne bei den vielen stationären Schwerlastgasturbinen mit niedrigem Wirkungsgrad erreicht, die bereits installiert sind und in einem niedrigeren Temperaturbereich arbeiten. Abgesehen von der Wärmerückgewinnung über die konservierte Rückführungswiederverdichtung kann die Implementierung des unabhängig mit Energie versorgten Kompressors die Kompressionsarbeit von der Ausgangsleistungs-Expansionsturbine ganz eliminieren, wodurch ihre Nettoausgangsarbeit und mechanischer Wirkungsgrad erhöht werden. Der gleiche Gewinn wird folglich mit einer neuen Installation erzielt.

[0050] Diese Erfindung erreicht die Turbineneinlasstemperatursteuerung durch die Turbinenabgasrückführung mit daraus folgenden hohen Systemkreislaufwirkungsgraden. Das Kapital wird durch die Kompaktheit des Raketenmaschinenreaktors und die Beseitigung der kombinierten Kreislaufausrüstung und ihrer zugehörigen wirkungsgradverringernenden Systeminfrastruktur verringert. Stickstoffoxide, die normalerweise mit der Wasserstoffherstellung verbunden sind, werden aufgrund des großen Dampfs, der wenigen Luft oder stickstofffreien Reaktionsbedingungen und erhöhten thermischen Kreislaufwirkungsgrads reduziert.

[0051] Wie erwähnt, umfasst die Erfindung die Rückführung eines wesentlichen Teils der Abgase von einer Expansionsleistungsturbine; Anreichern derselben mit Brennstoffzusätzen und den Verbrennungsprodukten der Brennstoffzusätze, um sie zu verdichten; Wiederverdichten derselben in einem unabhängigen wärmeerhaltenden abgestuften Strahlkomprimierungsverfahren und Rückführen derselben an die Expansionsleistungsturbine; Reagieren der Gase in einer Vorschaltkomprimierungsstufe mit einer Raketenmaschinen-angetriebenen Wassergas-Shift-Kohlenwasserstofftransformation und/oder einem Wassergas-Shift-Reaktor (worauf hier nachstehend als ein Konservationsenergiereaktor Bezug genommen wird) für eine verstärkte thermochemische Umwandlung, die in einem wiederverwendbaren Brennstoff und zusätzlichem Brennstoff für andere Zwecke außerhalb des Expansionsenergiekreislaufs resultiert; und Anpassen der Turbineneinlasstemperatur durch gesteuertes Rückführen der angereicherten Turbinenabgasströmungen. Die vorliegende Erfindung erweitert die Technik durch Verbesserung des Wirkungsgrads, Verringerung des Kapitals für die Vergasung und die Minimierung der Umweltverschmutzung; und fügt Fähigkeiten über den Stand der Technik hinaus hinzu, indem sie die Shift- und andere Transformationsreaktionen in einem weiteren Konservationsenergiereaktor ausführt.

[0052] Die Shift-Reaktion wandelt Kohlenmonoxid in Kohlendioxid und zusätzlichen Wasserstoff um. Nachfolgende Konservationsenergiereaktorkonstruktionen werden das Kapital weiter verringern und die Wirtschaftlichkeit von verfahrenstechnischen Anlagen und der Energieerzeugung verbessern.

[0053] Nun Bezug nehmend auf die Zeichnungen, zeigt [Fig. 1](#) kohlenstoffhaltiges Material **100** und Wasser **99** als Zuführungen an sekundäre Öffnungen der Raketenmaschinendüse **120**. Eine Raketenmaschine **102** wird durch die Leitung **101**, vorzugsweise mit Methan, angetrieben. Das Oxidationsmittel, vorzugsweise Luft, wird mit dem Kopfdruck von der Oxidationsmittelquelle über die Leitung **103** an die Raketenmaschine **102** ge-

liefert. Das Oxidationsmittel wird optional auf der Leitung **104** an den Gasturbinenbrenner **105** verzweigt. Der Verbrenner **105** wird auch mit Brennstoff **105** gezündet, um die Turbineneinlasstemperatur in Kombination mit Wasser **107** zu steuern.

[0054] Heiße Abgase aus dem Verbrenner **105** expandieren durch die Gasturbine **108**. Das Abgas aus der Turbine in Leitung **109** kann als **110** in eine oder mehrere der sekundären Öffnungen über zugehörige Leitungen **111**, **112** und **113** zu stromabwärtigen Düsen geleitet werden; oder ein Anteil oder alles kann als **114** abgezweigt werden, um vereinigt zu werden und zu wiedergewinnbaren Wärmefluiden zu werden, die in Leitung **115** befördert werden. Als eine Alternative zu der Strömung in **114** liefert die Strömung **116** in den Kompressor **117** die Strömung als **118** mit dem Systemdruck, um dem Wärme- und Massengleichgewicht für den Kreislauf zu entsprechen. Ein weiterer Zweig **119** kann in die sekundäre Öffnung der Düse **120** geleitet werden. Transformationsreaktoren **121**, **122** und **123** stellen jeweils Wassergas-, Shift- und erweiterte Einwirkzeitonen dar, wo die Transformation des Raketenmaschinenabgases stattfindet. Diese Zonen können optional als sequentielle transsonische Stoßzonen oder einfach als zwei oder mehr Einwirkzeitonen programmiert werden. Stromabwärtige Schubkräfte können durch Nachstrahlverbrennung programmiert werden, indem Oxidationsmittel durch die Leitungen **124**, **125** und **126** eingeleitet wird, um mit unreaktiertem kohlenstoffhaltigem Material zu zünden.

[0055] Ungenutzte Leitungen unter **111**, **112**, **113**, **124**, **125** und **126** können programmiert werden, um anderes reaktives Material einzuleiten. Das Ausmaß der Verwendungen hängt von der Reaktivität der vorhandenen Zusammensetzungen ab. Ein sauberer Reaktant für die Umwandlung, zum Beispiel Methan, in eine Nebenöffnung der Düse **120** kann nicht mehr als zwei Reaktionszonen erfordern. Ein vorgereinigter Kohle- oder Petroleumkoks könnte eine zusätzliche Zone erfordern. Feste Ausgangsbrennstoffe erfordern zusätzlich die Trennung von Partikeln aus der Strömung, die in dem Teilchenabscheider **127** stattfinden könnte. Eine andere Verwendung für den Abscheider **127** kann sein, Partikel, die untergeordnet mitgezogen werden, für eine der folgenden Funktionen rückzuführen, durch Abgeben von:

1. Katalysatorpartikeln
2. Gettermaterialien für den Alkalimetalleinfang in Biobrennstoffverfahren;
3. Schwefeleinfangkeime wie Manganoxid oder Zinktitanat für Kohle, Koks und Restöle;
4. Eisenpartikel für Dampf-Eisen-Reaktionen, um Eisenschwamm herzustellen, Wasserstoff für Brennstoffzellen und andere Verwendungen herzustellen und Eisenoxide wieder zu verwenden und zu reduzieren;
5. Andere Metallpartikel, wie Zinn und Zink für thermochemische Reaktionen; und
6. Neutrale Partikel für die Wärmetragung an leichtere schneller strömende Partikel, Gase und Dämpfe.

[0056] Jedes einzelne oder mehrere der Vorstehenden können durch Mitziehen in einem Fluid, das chemisch mit dem Verfahren vereinbar ist, eingeleitet werden. Einige Verfahren können zumindest einen oder mehrere Abscheider **127** erfordern, die in einer Kaskadenreihe verzweigt sein können, so dass das Produktgas ganz in die Düse **128** strömt, was als ein Gegendruck für das folgende Verfahren dienen kann, das natürliches Gas, gereinigtes oder vorgereinigtes kohlenstoffhaltiges Material verwendet, welche für die direkte Verbrennung für die Turbinenexpansion oder ein integriertes Brennstoffzellen/Turbinenverfahren umgewandelt wird. Eine Fähigkeit des Raketenmaschinen-angetriebenen Reaktorzugs ist, ein Brennstoffgas zu erzeugen, das, wie in späteren Ausführungsformen, direkt in der Verbrennung verwendet werden kann. Eine andere Fähigkeit des Raketenmaschinen-angetriebenen Reaktorzugs ist, die Reaktion durch programmierte, dosierte und gesteuerte Reaktantenzuführungen zur Vervollständigung in Richtung der niedrigsten Reaktionsendtemperatur zu zwingen. Dies ist nützlich, wenn für die nachfolgende chemische Verwendung die maximale Wasserstoffherstellung erwünscht ist. Die meisten Umwandlungsreaktoren schrecken die Reaktion in der Praxis ab, um ihre abschließende chemische Zusammensetzung zu konservieren. Im Gegensatz dazu zündet diese Erfindung das Produktgas, wenn es zweckmäßig ist, am Ende der Reaktion für die stöchiometrisch vorgeschriebene Reaktionsendtemperatur, die an der Station **129** der Verteilungseinrichtung des Konservationsenergiereaktors endet.

[0057] Wenn die Reaktionsendtemperatur andererseits nicht noch niedrigeren Temperaturen entspricht, die von der stromabwärtigen Verarbeitung benötigt werden, muss die Reaktion abgeschreckt werden. Im Gegensatz dazu kann ein Verfahren, wie etwa die Pyrolyse, das Abschrecken erfordern, um eine Reaktionsabfolge zu unterbrechen und gewünschte chemische Zwischenproduktarten einzufrieren. Beispiele würden das Cracken von Methan, um Acetylen und Ethylen herzustellen; das Cracken von Ethan, um Ethylen herzustellen; und das Cracken von Propan, Butan und Petroleumdestillaten, um als Nebenprodukte Wasserstoff Ethylen, Propylen, Butylen, Butadien und andere Diolefine und aromatische Zusammensetzungen herzustellen, umfassen.

[0058] Wenn Sauerstoff das Oxidationsmittel der Wahl ist und seine Quelle über die Begrenzung mit dem Druck für das Verfahren verfügbar ist, wird die Notwendigkeit einer getrennten Sauerstoffkompressoreinrichtung beseitigt. Andernfalls kann eine Kompressoreinrichtung dazu dienen, den Druck des Sauerstoffs zu erhöhen.

[0059] Die Leitung **130**, die von der Oxidationsmittelquelle abzweigend gezeigt ist, dient dazu, Sauerstoff oder Luft an eine beliebige oder mehrere der sekundären Öffnungen an die Düsenstationen **120**, **131**, **132** und **128** bereitzustellen, um den Schub in der Strömung durch Nachstrahlverbrennung zu erhöhen. Eine Zündquelle wird bereitgestellt, wenn die Strömung bei Kontakt unter der Selbstzündungs- oder Reaktionstemperatur ist. Zündleitungen sind nicht gezeigt, sind aber ähnlich der Leitung **133**. Die Funktion der Nachstrahlverbrennung ist das Mitziehen zu steigern, Stöße zu erzeugen und/oder Reibungsdruckabfall auszugleichen, um den Druck an der Station **129** aufrechtzuerhalten.

[0060] Der Kompressor **134** wird als von dem Verbrenner **105** und der Turbine **108** mit Energie versorgt gezeigt. Der Kompressor **134** kann jedoch von jeder Kraftmaschine, zum Beispiel einem Dieselmotor, mit Energie versorgt werden, wobei vorzugsweise dafür gesorgt wird, dass dessen Brennstoffzusammensetzung mit der Strömung in dem Konservationsenergiereaktor kompatibel ist; andernfalls muss das Abgas für Rückführungsverwendungen abgeführt werden.

[0061] Standardgleichgewichtsdiagramme werden als Richtlinien zum Starten und Betreiben des Umwandlungsverfahrens verwendet, um die Bildung von festem Kohlenstoff oder Koks zu vermeiden.

[0062] Dieses Verfahren hat die Fähigkeit, zusätzliche Produkte zu erzeugen, zum Beispiel können Synthesegase für Ammoniak oder Alkohole, Pyrolyse- ge crackte Gase für Ethylen und Petrochemikalien hergestellt werden.

Typische Basisreaktionen für den Konservationsenergiereaktor

[0063] Die folgenden sind die Hauptgleichungen, die sich selektiv auf jede Ausführungsform beziehen, die den unter Bezug auf [Fig. 1](#) beschriebenen Konservationsenergiereaktor umfasst. Die Grundgleichungen sind wie folgt:



$\Delta H = +28$ kcal Wasser Gas



$\Delta H = -9,8$ kcal Shift



$\Delta H = +49,3$ kcal



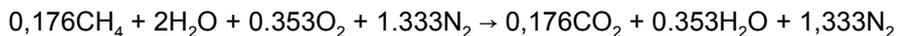
$\Delta H = +39,5$ kcal

[0064] [Fig. 1](#) zeigt auch, wie neben der Erhöhung des Wirkungsgrads des Energiekreislaufs zusätzlicher Brennstoff hergestellt werden kann. Sie zeigt den Reaktorausstoß $\text{H}_2 + \text{N}_2$ als Synthesegase für das Ammoniakverfahren und zusätzlichen Brennstoff als $\text{H}_2 + 0,333\text{N}_2$, was für mehr Dampf oder zum Antreiben der Raketmaschine für die Abführung innerhalb der Anlage verwendet werden kann.

[0065] Die folgenden zwei Gleichungen stellen die grundlegenden autothermischen Reaktionen dar, die in dem Reaktor stattfinden, um diese Gase herzustellen



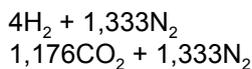
$\Delta H = +39,5$ kcal; und



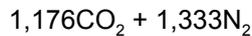
Gleichung (5)

$$\Delta H = -33,6 \text{ kcal}$$

[0066] Die Summe der Reaktionen (4) und (5) ergibt das Folgende:



Ammoniaksynthesegase
Überschüssiger Brennstoff für erhöhte Dampfströmung
und/oder Reaktorrückführung



Auch für Abführung aus der Anlage

[0067] Dies ist ein weiteres besonderes Merkmal dieses Verfahrens, d. h. die Bereitstellung der Herstellung zusätzlicher Produkte. Die Synthesegase für Ammoniak können auch in späteren Ausführungsformen, die Gasturbinen verwenden, hergestellt werden. Die Wassergas-Shift-Gleichungen (1) bis (4) können abhängig von dem kohlenstoffhaltigen Material, das umgewandelt werden soll, auf alle Ausführungsformen dieser Erfindung angewendet werden. Methan oder natürliches Gas bezieht sich auf Gleichungen (3) und (4), während Kohle, Petroleumkoks und Biobrennstoff und Restöle mittel der Wassergas-Shift-Gleichungen (1) bis (2) verarbeitet werden können. Die Wassergasreaktion ergibt im allgemeinen $\text{H}_2 + \text{CO}$ aus dem ersten Reaktor und als Leitungen **141** und **142** gezeigt, abhängig von der letztendlichen Verwendung als Verfahrensbrennstoffgas oder Synthesegas. Die Bedeutung des Gleichgewichts in dieser Erfindung wird zum Beispiel unter Bezug auf Gleichung 4 erklärt, die vier Mole Wasserstoff und ein Mol Kohlendioxid erzeugt. Für praktische Zwecke gilt in dem positiven \log_{10} K-Maßstab von fünf bis null, der jeweils den Temperaturen von 1600 K bis 880 K (Wagman et al.) oder von ungefähr 2400 F bis 1100 F entspricht, eine nahezu geradlinige Beziehung. Höhere Temperaturen begünstigen das Gleichgewicht natürlich (Gleichgewichtskonstanten von Wagman et al.).

[0068] Um die besondere Bedeutung des Gleichgewichts bei dieser Erfindung zu verstehen, ist es notwendig, sich einen Strahl mit sehr hoher Temperatur, sagen wir 4000 F, mit viel Dampf vorzustellen, der das Gleichgewicht stufenweise Partikel für Partikel des interagierenden kohlenstoffhaltigen Materials vervollständigt, während diese sich fortschreitend entlang der abnehmenden \log_{10} K-Funktion zu den entsprechenden Temperaturen von hinunter bis 1100 F und niedriger bewegen, da es mit Druck möglich ist, dies in einem kleineren Ausmaß in dem negativen \log_{10} K-Bereich zu tun. Das Steuern auf eine niedrige Temperatur ist günstig, wenn das Brennstoffgas entschweifelt werden muss. Es ist manchmal auch nützlich, das Kohlendioxid von dem Wasserstoff zu trennen, wie mit den Leitungen **143** und **144** gezeigt. Ein weiterer Vorteil beim Steuern einer stöchiometrisch spezifizierten Reaktion zur Vervollständigung bei einer niedrigen Temperatur ist, dass weniger kohlenstoffhaltiges Material oder Brennstoff und weniger Sauerstoff für die endotherme Wärme benötigt werden, was in weniger Kohlendioxid in den Abgasen resultiert.

[0069] Wenn andererseits eine vorgereinigte Kohle der Reaktant ist, kann es nützlich sein, die Reaktion für die Verwendung in dem Turbinenbrenner **129** auf eine höhere Endtemperatur zu steuern, wobei die Reaktion durch Zünden durch die Leitung **133** eingestellt wird. Ein vorgereinigtes kohleerzeugtes Brennstoffgas muss jedoch seinen Flugstaub in dem Abscheider **127** über die Leitung **145** entfernen lassen, bevor es in dem Brenner **129** gezündet wird.

Flexibilität für die Pyrolyse

[0070] Diese Erfindung kann, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, auch als ein Pyrolysereaktionssystem verwendet werden, um entweder herkömmliche Pyrolyse bei moderater Temperatur oder eine Hochtemperatur-Totalpyrolyse durchzuführen. Bei moderaten Temperaturen, können Ethan, Propan, Butan und Petroleumdestillate gecrackt werden, um Ethylen und Acetylen und andere Olefine und Diolefine, wie etwa Propylen, Butylen, Butadien und aromatische Kohlenwasserstofflöslichkeiten herzustellen. Bei hohen Temperaturen kann Methan gecrackt werden, um hauptsächlich Wasserstoff, Ethylen und Acetylen herzustellen. Das Cracken von anderen Kohlenwasserstoffen als Methan ergibt so gut wie keine Totalumwandlung, um eine Produktverteilung zu ergeben, die weitgehend frei von normalerweise erzeugten cyclischen Komponenten, aromatischen und schweren aromatischen Ölen und Teeren ist.

[0071] Die US-Patente 4 724 272 von Raniere et al. und 5 300 216 von Hertzberg et al. lehren, dass Heizen und Abschrecken in der transsonischen Strömung mit präzisen Einwirkungszeiten in Bezug auf die Stoßart und den Stoßort durchgeführt werden müssen. Fachleute der Technik wissen, dass schnelles Abschrecken auf eine Temperatur von etwa 1100–1300 F wichtig ist, um die Ausbeuten gewünschter Produkte zu erhalten und die Koksbildung zu minimieren.

[0072] Die Raketenmaschine **102** und der Düsenabschnitt **120** dieser Erfindung, die mit bereits beschriebenen Reaktoren **121**, **122** und **123** gekoppelt sind, stellen eine Einrichtung mit einer flexiblen Reaktorlänge, der Fähigkeit zur Erzeugung verschiedener Stoßcharakteristiken entlang des Reaktionswegs und zum Abschrecken durch Öffnungen **111**, **112**, **125** und **126** mit verschiedenen Reaktionszeit-Temperatur-Crackschärfen dar. Viele Freiheitsgrade sind verfügbar, da jeder oder mehrere der Orte, einschließlich des Düsenabschnitts **120** vor den ausgewählten Abschreckstellen, optional für transsonische Masseneingaben und Wärmezusätze zu der Hauptströmung verwendet werden können. Das Abschrecken kann total oder partiell und direkt oder indirekt oder eine Kombination sein. Direkte Abschreckmedien können Wasser, Dampf, Kohlenwasserstoffe und träge Gase sein. Das indirekte Abschrecken wird anstelle des gezeigten Abscheiders in einem (nicht gezeigten) Wärmetauscher an oder nahe der Stelle **127** durchgeführt. Die abgeschreckten gecrackten Produkte werden durch den Düsenabschnitt **28** ausgestoßen und über die Leitung **146** verteilt, um durch geeignete Einrichtungen weiter verarbeitet zu werden.

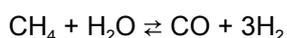
Flexibilität für die kombinierte Herstellung von Synthesegas und Crackprodukten

[0073] Die US-Patente 4 136 015 und 4 134 824 von Kamm et al. lehren ein Verfahren zum thermischen Cracken von Kohlenwasserstoffen und ein integriertes Verfahren für die partielle Oxidation und thermisches Cracken von Rohölausgangsbrennstoffen. Crackbedingungen mit moderater Temperatur werden ausgewählt, was in wesentlichen Flüssigprodukt- und Teerausbeuten resultiert, die mit Schwierigkeiten in ihrem Verfahren und stromabwärtigen Verfahren gehandhabt werden müssen.

[0074] Mit dieser Erfindung sind auch kombinierte Brennstoffumwandlungs- und Pyrolyse-Transformationen möglich. Der Hochtemperaturbetrieb wird bevorzugt, so dass der vollständige Zusammenbruch und die Umwandlung normalerweise flüssiger oder fester Kohlenwasserstoffprodukte erreicht werden. In dem kombinierten Modus werden, wie bereits beschrieben, zuerst Synthesegase in einem oder mehreren Konservationsenergiereaktoren hergestellt. Dann werden Pyrolyse-Produkte in einem stromabwärtigen Konservationsenergiereaktor in den hohen Dampf und die hohen Wasserstoffsynthesegase eingeleitet, die aus dem ersten Konservationsenergiereaktor strömen, und die totale Pyrolyse, wie bereits beschrieben, wird ausgeführt. Das Vorhandensein von Wasserstoff in relativ großen Mengen während der Pyrolyse trägt zu der Gewinnselektivität in Richtung erwünschter Produkte bei. Das Vorhandensein von Dampf in relativ großen Mengen während der Pyrolyse verringert die Neigung zu Ruß- oder Koksbildung.

[0075] Um die Reaktivität weiter zu erhöhen, die Heizgeschwindigkeiten weiter zu beschleunigen und die Selektivität in Richtung erwünschter Crackprodukte weiter zu verbessern, kann zusätzliches Oxidationsmittel durch die verfügbaren sekundären Öffnungen hinzugefügt werden. Bei dem kombinierten Brennstofftransformations-Pyrolysemodus wird die direkte Abschreckung mit Wasser bevorzugt, da der auf diese Weise in situ erzeugte Dampf nützlich für die Erzeugung von Turbinenleistung ist. Crackprodukte werden für die weitere Abkühlung durch isentrope Auskopplung von Arbeit und die Strömung zu anderen herkömmlichen Trennverfahren durch eine Turbine geleitet. Abhängig von dem Ausgangsbrennstoff, den erwünschten Endprodukten und wirtschaftlichen Faktoren kann entweder eine Pyrolyse mit hoher Temperatur oder moderater Temperatur betrieben werden. Die direkte oder indirekte Kombinationsreaktionsabschreckung kann abhängig von dem Ausgangsbrennstoff, den erwünschten Endprodukten und wirtschaftlichen Faktoren betrieben werden.

[0076] [Fig. 8](#) ist ein Diagramm eines Pyrolyse- und Brennstofftransformationsverfahrens für Ethylen und Synthesegase. Das zu beschreibende Verfahren ist im Allgemeinen repräsentativ für die Herstellung anderer Kohlenwasserstoffe. Methan wird durch den Kompressor **134** zugeführt und wird verteilt, um einem hohen Druck in der Leitung **800** in den Verbrenner **102**, die Leitung **801**, den Düsenabschnitt **120** und die Leitung **802** als eine Option für die Nachstrahlverbrennung zu entsprechen. Ein Bruchteil des Methans wird mit Sauerstoff in dem Verbrenner **102** gezündet wegen der endothermen Anforderung der darauf folgende Transformationsreaktion in der Form von:



Gleichung(1)

$$\Delta H = +49.3 \text{ kcal}$$

[0077] Das restliche Methan in dem Verbrenner **102** dient zur Steigerung der Masse des Strahls. Die in dem Konservationsenergiereaktor erzeugten Synthesegase werden verteilt, um drei verschiedenen Zwecken zu entsprechen:

1. Ein Bruchteil wird rückgeführt, um den Verbrenner **105** der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung anzutreiben. Das entstehende Abgas aus der Turbine **108** wird von dem Kompressor **117** wiederverdichtet

und wird, wie gezeigt, entlang dem Reaktor verteilt;

2. Ein Bruchteil ist Synthesegasprodukt; und

3. Der restliche Bruchteil wird unter Druck an einen Zweitstufen-Raketenmaschinenbrenner zugeführt und mit Sauerstoff gezündet, um den Pyrolysestrahl in der Form und dem Bereich von $\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ zu $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

zu bilden, um Ethan für die Herstellung von Ethylen, wie bereits beschrieben, zu cracken.

[0078] Wie bereits beschrieben, kann der Verbrenner der Raketenmaschine bei Stagnationstemperaturen von bis zu 5000 F und relativ unbegrenzten Stagnationsdrücken arbeiten. Die Flexibilität des Konservationsenergiereaktors bezüglich des Stoßorts und zusätzlicher stromabwärtiger Stöße wurde auch beschrieben. Als eine weitere Anmerkung können Methan, kohlenstoffhaltiges Material, wie etwa Kohle und Restöl, verarbeitet werden, die dann Synthesegas in der Form und dem Bereich von

$\text{CO} + 2\text{H}_2$ zu $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$

erzeugen.

[0079] Schließlich ist ein Abschrecken auf 1300–1000 F mit Wasser, Dampf, einem Kohlenwasserstoff oder trägen Gas an dem Punkt der optimalen Crackschärfe erforderlich, um die erwünschten Zwischenreaktionsprodukte einzufrieren. Jeglicher Flugstaub wird in dem Abscheider an der Stelle **127** entfernt.

[0080] Viele andere erfindungsgemäße Transformationsreaktionen finden bei nahezu sonischen und supersonischen Bedingungen mit hohen relativen Gleitgeschwindigkeiten zwischen Reaktanten statt, die in Stoßzonen mit darauf folgenden Strömungen brechen. Dadurch ist eine starke Reaktivität mit primären Strahltemperaturen von bis zu 5000 F (umgesetzt in magnetohydrodynamischen Strömungen) und für praktische Zwecke unbegrenzten Drücken erzielbar.

[0081] Uns nun dem Druck zuwendend, ist erhöhter Druck dafür bekannt, dass er viele chemische Reaktionen begünstigt. Wie früher bemerkt, sind niedrige Drücke für die Biobrennstoffvergasung zweckmäßig. Es ist auch wohlbekannt, dass Biobrennstoff viel einfacher zu vergasen ist als Kohle, mit Reaktionen, die bei niedrigeren Temperaturen und nahezu atmosphärischem Druck stattfinden. Kohle wird optimalerweise bei höheren Drücken verarbeitet.

[0082] Diese Erfindung umfasst geeignete Alternativen zum Verändern des Reaktordrucks für die Umwandlung und konserviert durch die Rückführungsfunktion gleichzeitig die Energie der Raketenmaschinen-Leistungsquelle für die Umwandlung.

[0083] Die Druckverteilung ist wie bereits unter Bezug auf [Fig. 1](#) beschrieben, wobei die Strömung der rückführbaren Wärme fluide aus dem Kompressor **134** zu der Leitung **136** abgezweigt wird, um den Verbrenner **105** zu versorgen. Die restliche Strömung wird in eine Zweigleitung **137**, die den Raketenmaschinenbrenner **102** versorgt, und eine Zweigleitung **138** geteilt, um eine oder mehrere Hilfsöffnungen stromabwärtig von dem Energiedüsenstrahl **120** zu versorgen.

[0084] Die Strömungen in **137** und **138** sind nicht notwendigerweise festgelegt. Die Vergrößerung der Strömung in **137** bewirkt eine entsprechende Abnahme in **138**. Wenn man in der Lage ist, diesen Austausch zu steuern, ermöglicht dies mehr oder weniger Temperatur in dem Verbrenner **102** für die ganze oder partielle Oxidation, welche die gegenteilige Wirkung von der Oxidationsmittelströmung durch den Zweig **138** haben kann, und dies kann mit mehr oder weniger kohlenstoffhaltiger Zuführung und Wasser durch die Leitungen **100** und **99** aufgewogen werden.

[0085] Ein ähnlicher Verzweigungsaustausch wird von der Abgasleitung **109** von der Turbine **108** bewirkt. Dies wurde früher als eine hydraulische Routinewegführung erklärt. Diese hier berichtete Austauschbedeutung betrifft die Rückführung von Abgaswärme und Masse. Bei Betrieben mit relativ niedrigem Druck kann alles oder das meiste der Strömung durch die Leitung **109** durch die Leitung **110** weiter verlaufen und selektiv entlang und stromabwärtig in den Reaktor verteilt werden. Aus Verfahrensgründen oder für einen stärkeren Mitzieheffekt kann die gleiche Strömung durch die Leitung **119** umgeleitet werden, wo der Verbrennungsstrahl den höchsten Mitzieheffekt hat, wobei dieser Effekt durch Erhöhen der Temperatur in dem Verbrenner **102** weiter verstärkt werden kann.

[0086] Die Notwendigkeit, die Abgasströmung durch die Leitung **116** zu leiten, um mechanisch mit der Oxidationsmittelströmung in der Leitung **139** durch den Kompressor **134** verdichtet zu werden, ist hier aufgrund der Niederdruckcharakteristik des Verfahrens geringer. Jedoch treten in späteren Expansionsturbinenausfüh-

rungsformen, die an der Station **129** mit bis zu 30 Atmosphären arbeiten, ähnliche Funktion auf. Die Station **129** dient dann als der Hochdruck-Hochtemperaturverbrenner der Turbine. In diesem Fall werden Leitungen **115** mit wiedergewinnbarem Fluid durch einen großen Anteil des Abgases ersetzt, das zusammen mit der Strömung in Leitung **116** wiederverdichtet wird. Dann ist die Versorgung der wiedergewinnbaren Wärmefluiden an alle Verbrenner von einer anderen Quelle, die später für die jeweiligen Ausführungsformen beschrieben werden soll. In jedem Fall muss jedoch die von der Raketenmaschine und ihrer Kompressoreinrichtung entwickelte Energie im stationären Zustand eine Rückführungsströmung mit konsistenter chemischer Zusammensetzung in einem nahezu adiabatischen Kreislauf halten, während ein wesentlicher Anteil der Abgasenergie für die effizientere Versorgung einer Expansionsturbine, die mechanische Energie oder Elektrizität liefert, konserviert wird.

[0087] Um einen wesentlichen Anteil der Abgaswärme und Masse zurück zu gewinnen, dient in diesem Fall die von den vorstehend beschriebenen Verzweigungsaustauschoptionen von der Leitung **109** ermöglichte Flexibilität dazu, das Rückführungssystem zu optimieren, um eine konstante und konsistente Massenströmung an den Verbrenner **129**, der hier die Expansionsturbineneinrichtung mit Energie versorgt, zu liefern. Das meiste der durch das System zurückkehrenden Wärme wird kohlenstoffhaltiges Material in Brennstoffgas für den Verbrenner an der Station **129** umwandeln. Jegliche zusätzliche wahrnehmbare Wärme in der Strömung zu der Station **129** wird konserviert, um durch die Gasturbine **140** zu strömen. Um eine Ansammlung in der Rückführung zu verhindern, wird die notwendige Abführung von Kohlendioxid, Stickstoff und minimalem Wasserdampf dazu dienen, Brennstoff, wiedergewinnbare Wärmefluiden vorzuheizen, und für andere Anlagenverwendungen. Diese werden in ihren jeweiligen Ausführungsformen weiter beschrieben.

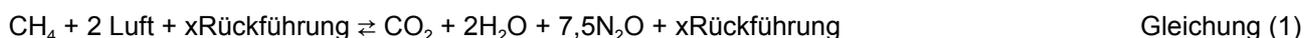
[0088] Die Erfindung kann Expansionsturbinen, Turbinen mit parasitärer Wellenarbeit und mehrere Turbinenanordnungen umfassen.

Fall 1 – Raketenmaschinen-Leistungsquelle für ein- und mehrstufige Turbinen

[0089] In [Fig. 2](#) liefert der Verbrenner **129** für die Expansionsturbineneinrichtung **200** Energie an den Generator **201**. Jede mechanisch übertragene Energielast kann verwendet werden. Die Turbineneinrichtung kann eine einzige Turbine, eine direkte mehrstufige Turbine oder eine mehrstufige Turbine mit Zwischenstufenheizung sein. Bevorzugt ist die Quelle der Temperatur und des Drucks, die in dem Verbrenner **129** entwickelt werden, die Raketenmaschinen-Leistungsquelle, die vorher unter Bezug auf [Fig. 1](#) beschrieben wurde. Die Raketenmaschinen-Leistungsquelle umfasst auch den Konservationsenergiereaktor oder Transformator. Seine Funktion ist nicht nur, durch die Leitung **124** eingeleitetes kohlenstoffhaltiges Material in ein verwendbares Produktbrennstoffgas in den Verbrenner **129** umzuwandeln, sondern alles oder das meiste der in der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung, der Raketenmaschine und dem Konservationsenergiereaktor gemeinsam für das Verdichten und Heizen aufgewendeten Energie in Produktbrennstoffgas (und seine wahrnehmbare Wärme), das in den Verbrenner **129** strömt, umzuwandeln.

[0090] Die Funktion, die diese Ausführungsform umfasst, ist, einen wesentlichen Anteil des Abgasteils von der letzten Turbine der Expansionseinrichtung, abgesehen von dem, was aus dem Kreislauf (zumindest für die direkte Wärme- und Massenüberführung) abgeführt werden muss, um die Ansammlung in dem Verfahren zu verhindern, rückzuführen. Folglich zweigt das Abgas **202** bei **203** ab und geht als **204**, nachdem der Druck durch den Kompressor **205** erhöht wurde, weiter zu der Zwischenstufenheizung in der Turbineneinrichtung **200**. Der Kompressor **205**, der von der Turbine **108** mit Energie versorgt werden soll, kann von einer geeigneten Einrichtung unabhängig drehzahleregelt werden.

[0091] Es ist wesentlich, dass die Masse und die Chemie des größeren oder Gesamtkreislaufs in einem stationären Zustand bleiben; so muss die abgeführte Masse **206** der Kontinuität halber durch eine äquivalente Masse mit einer angepassten Aggregatchemie ersetzt werden. Wenn zum Beispiel CH_4 der Brennstoff der Wahl ist, gliedert sich die Reaktion in dem Verbrenner **129** wie folgt:



wobei Rückführung = $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,5\text{N}_2\text{O}$ und wobei x umso höher ist, je niedriger die Turbineneinlasstemperatur ist, wobei $x(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,5\text{N}_2\text{O})$ in der üblichen Praxis jegliche überschüssige Luftzündung ersetzen kann. Die Gleichung (1) wird wie folgt umgeschrieben, wenn Sauerstoff das bevorzugte Oxidationsmittel ist:



wobei die Rückführung = $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, wobei $x(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O})$ der Ersatz für die überschüssige Luft ist. Der x -Term kann jede Zahl oder eine uneinheitliche Zahl sein. Die bei **206** abgeführte Strömung muss $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ gleichkommen, kann aber für das Kreislaufgleichgewicht geringfügig größer sein, solange ihr äquivalentes chemisches Aggregat für die Massenstromkontinuität wieder eintritt.

[0092] Nun zurückkehrend zu dem Kompressor **134**, wobei die Brennstoffe für die Raketenmaschine **102** und den Verbrenner **102** Methanfraktionen mit dem Auslegungswärmewert sind, der als die Summe der an dem Verbrenner **129** ankommenden Wärme einschließlich der Nachstrahlverbrennungszusätze betrachtet wird. Der Kompressor **134** nimmt die Strömung **207**, die in **208**, **209** und **210** verzweigt wird, auf und stößt sie aus. Die Leitung **208** geht in den Verbrenner **105**, und ihre anteilige Hauptfunktion ist, die Einlasstemperatur der Verbrennerströmung **209** in die Turbine **108** über einen geeigneten Bereich für das Rückführungsgleichgewicht zu bestimmen, wobei der Strömungsanteil **210**, der zu **211** wird, optional per Saldo von null Strömung bis zu einem Maximum gleich dem von **210** ist. Wenn **210** per Saldo etwas größer als null ist, folgt dann, dass es für den Anlauf auf null gehalten wird. Die Kompatibilität der Raketenmaschine oder in Kombination mit stromabwärtigen Nachstrahlverbrennungsantrieben hängt von der Differenz zwischen dem Kopfdruck in dem Verbrenner und dem Auslegungsdruck für den Verbrenner **129** ab. Die Verbrenner **102** und **129** bilden mehr als nur am Rande die folgenden Druckabfälle:

1. Raketenmaschinendüse
2. Reibung
3. Antriebsmitziehen
4. Raketenmaschinenkompressoreinrichtungs-Abgasverteilung

[0093] In der Tat wandeln sich diese Verluste in situ zwischen den Verbrennern **102** und **129** in Wärme um, und wandeln sich daher endotherm in nützlichen Brennstoff um mit etwas Anstieg der wahrnehmbaren Wärme in den zu dem Verbrenner **129** strömenden Produkten.

[0094] Zumindest in absehbarer Zukunft werden weiterentwickelte Gasturbinen für Temperaturen von bis zu 2800 F mit Schaufelkühlung und einem Verbrennerdruck von bis zu 30 Atmosphären konstruiert. Diese Erfindung hat keine praktische Obergrenze für den Stagnationsdruck in dem Verbrenner **102**, selbst wenn weiterentwickelte Gasturbinen für weit höhere Drücke als 30 Atmosphären geplant werden oder Wasserstoffverwendungen mit höherem Verfahrensdruck verfügbar sind.

[0095] Angesichts dieser Randbedingungen muss die Stagnationsdruckdifferenz zwischen den Verbrennern **102** und **129** auch mit dem endothermen Wärmebedarf für die Transformation und dem wahrnehmbaren Wärmegehalt oder dem Produktbrennstoffgas und der aerotherm-chemischen Antriebskonstruktion in Einklang gebracht werden. Diese Wärmenutzung muss in erster Linie den Anteil der Abgaswärme von der Turbine und die Kompressionswärme berücksichtigen, die sie an die Raketenmaschinen-Konservationsenergiereaktor-Abfolge liefert. Zum Beispiel ist es in Anwendungen, in denen es eine große Druckdifferenz zwischen den Verbrennern **102** und **129** gibt, für die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung exergoner, die Abgase an den Mitführungszug in Richtung des unteren Endes der Druckkaskade, aber immer noch über dem Auslegungsdruck bei **129** abzugeben

[0096] Wenn der Druck bei **129** andererseits gut unterhalb des Hochdruck des fortgeschrittenen Stands der Technik (d. h. 30 Atmosphären) für Gasturbinen, wie etwa 20–25 Atmosphären ist, dann ist die bevorzugte Betriebsart, die Strömung **212** durch den Kompressor **213** auf dem Maximum (d. h. gleich **210**) zu betreiben. Dies entspricht null Strömung bei **211** und vereinfacht das Kreislaufgleichgewicht in Bezug auf konsistentes chemisches Aggregat in der Massenströmung.

[0097] Neben der Betrachtung, wie die vorangehende Strömung den Auslegungsdruck an dem Verbrenner **129** beeinflusst, wird das Hauptkriterium schließlich das Auswählen eines Kreislaufgleichgewichts, das die höchste Nettoausgangsarbeit aus der Turbineneinrichtung mit der höchsten Rückgewinnung durch die Rückführung eines zugehörigen Optimums von Abgasen erreicht. Dieses Kriterium erfordert das Iterieren des Auslegungsdrucks auf einen Wert von weniger als 30 Atmosphären wie für Anwendungen bei niedrigeren Drücken zum Nachrüsten vorhandener Gasturbinen, die bei bis zu 25 Atmosphären arbeiten. Dies wird in der nächsten Ausführungsform weiter abgedeckt.

[0098] Zu der Raketenmaschinenkompressoreinrichtung zurückkehrend wird der Brennstoffanteil, Leitung **316**, dimensioniert, um die ausgewählte Massenströmung durch den Kompressor **134** zu verdichten. Da nach dem zweiten Gesetz interne irreversible Wärme adiabatisch erhalten bleibt, können ideale isentrope Beziehungen zumindest als eine erste Näherung verwendet werden, um die Nettoarbeit von der Turbinenexpansion zu

bestimmen. Um die Turbineneinlasstemperatursteuerung und die Rückführungsfunktionen dieser Erfindung darzustellen, folgt die einfachere Betriebsart, bei der CH_4 ohne Transformation gezündet wird: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 4,5[\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}] \rightarrow \{\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4,5[\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}]\}$ $\Delta H = -191,7$ kcal bei 2515 F

[0099] Der Einfachheit halber und als eine Analyse auf der sicheren Seite für die voranstehende Turbinenarbeit nehmen wir uns die Freiheit, Gastabellen von Keenan und Kaye für 200% theoretische Luft zu verwenden. Dies stellt ein Pfundmol eines beliebigen Gases bei 2515 F und 25 Atmosphären dar, das auf eine Atmosphäre und 943 F expandiert wird.

25 Atmosphären	2515 F	$h_1 = 23753$ Btu/Pfundmol an Produkten
1 Atmosphäre	943 F	$h_2 = 10275$
		$h_3 = 13478$

h_3 stellt die ideale Expansionsarbeit der Turbine dar.

[0100] 200% theoretische Luft bezieht sich auf ein mittleres Verbrennungsprodukt-Molekulargewicht von 28,9, während das Mittel für $5,5[\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}]$ 26,7 ist. Der Wert auf der sicheren Seite für die Bestimmung des Btu/Pfund des Produkts ist 28,9. Der untere Wert dafür folgt:

$$h_3' = 13478/28,9 = 466 \text{ Btu/Pfund an Produkten}$$

$$\text{Totale Produktwärme} = 440 \text{ Pfund} \times 466 \text{ Btu/Pfund} = 205040 \text{ Btu}$$

Wirkungsgrad der Turbinenarbeit = Produktwärme/Wärmegehalt von 1 Mol an

$$\text{CH}_4 = [205040/344160] \times 100 = 59,6\%$$

oder 60% in Bezug auf ein Mol Methan.

[0101] Das theoretische Minimum für die Rückführung erfordert, dass die Brennstoffeingabe im stationären Zustand in der Wärme der Expansionsarbeit entspricht. Dies ist für dieses Beispiel 60% und bezieht sich auf 13478 Btu/Pfundmol an Produkten, die durch die Turbineneinrichtung, auf die hier nachstehend einfach als Turbine Bezug genommen wird, expandieren.

[0102] Das Ziel ist, einen Stagnationsdruck in dem Strahlbrenner zu entwickeln, der gut oberhalb des Turbineneinlassdrucks liegt, der hier als 25 Atmosphären genommen wird. Ein weiteres Ziel ist es, vorzugsweise einzurichten, dass ein wesentlicher Teil der Rückführungsströmung durch den Strahlantrieb in dem nahezu adiabatischen Weg, der hier nachstehend als der Tunnel bezeichnet wird, aus dem Strahlbrenner zu dem Turbineneinlass verdichtet wird.

[0103] Dies dient dazu, das thermodynamische Potential von 5000 F auszunutzen, das mit rotierenden Kompressoren nicht machbar ist. Der geringere Wirkungsgrad der Impulsübertragung wird ausgeglichen, da der Anstieg der wahrnehmbaren Wärme für die Expansion enthalten ist, solange der Stagnationsdruck, der den Strahl antreibt, nach oben angepasst ist, und dazu dienen kann, die ausgelegte Turbineneinlasstemperatur liefern.

[0104] Der vorangehende Betrieb erfordert anstelle des gezeigten Kompressors **134** zwei parallele Kompressoren, wobei ein Kompressor einen kleineren Teil der Rückführungsströmung mit einem Druck gut über dem Turbineneinlassdruck in den Strahlbrenner **102** liefert, um die Verbrennungsprodukte zu steigern und dadurch die Massenmitziefkraft des Strahls zu erhöhen. Der andere Kompressor liefert den größeren Teil der Rückführungsströmung in eine oder mehrere sekundäre Öffnungen des Tunnels mit Drücken, die etwas niedriger als der Turbineneinlassdruck sind, um von der Strahlmasse mitgezogen und druckverstärkt zu werden, und wie es ferner stromabwärtig durch den Nachstrahlantrieb erforderlich ist.

[0105] In einer einfacheren Betriebsart wird die Strömung von dem Kompressor **134** geteilt, so dass die geringere Strömung an den Strahlbrenner geleitet wird und die größere Strömung mit dem gleichen Druck direkt stromabwärtig von dem Strahl in eine oder mehrere sekundäre Öffnungen des Düsenabschnitts **121** geleitet oder für die Strömung in die Öffnungen **111**, **112** und **113** entlang des Tunnels weiter unterteilt werden kann. In dieser Betriebsart wird die Strahlenergie nach Bedarf erhöht, indem die Stagnationstemperatur des Strahlbrenners erhöht wird.

[0106] Eine andere Alternative führt etwas von einer oder beiden Funktionen der vorangehenden Betriebsarten mit dem klaren Unterschied aus, dass der Tunneleintrittsdruck der Rückführungsströmungen etwas geringer als der Turbineneinlassdruck ist und dass der Strahlbrenner durch Brennstoff und Sauerstoff mit einer beliebigen zweckmäßigen Temperatur und Druck innerhalb der Konstruktionsgrenzen der Raketenmaschine un-

abhängig mit Energie versorgt wird, wobei ihr Druck unabhängig von einem der parallelen Kompressoren (früher beschrieben und nicht gezeigt) ist, und entsprechend würde der Druck der Rückführungsströmung von dem anderen parallelen Kompressor unabhängig entwickelt.

[0107] Die vorangehenden Betriebsarten stellen den weiten Bereich an Betrieben dar, die durch Computeralyse und die Tunnelkonstruktion auf der Basis fortgeschrittener Gasdynamik für den Strahlantrieb selektiv bestimmt und optimiert werden sollen. Das Ziel ist, den für die Wiederverdichterverteilung benötigten Brennstoff aufzuteilen unter Bezug auf:

1. Die Zwischenkompressoreinrichtung
2. Die Raketenmaschinen-Stagnationstemperatur und den Druck
3. Tunnelstrahlantriebe

alle unter Berücksichtigung des Anteils an Abgas, der in dem Kreislauf rückgeführt und wiederverdichtet werden soll.

[0108] Das folgende setzt das frühere Beispiel für den Fall fort, in dem alle Wiederverdichtungen auf 25 Atmosphären in der Zwischenkompressoreinrichtung stattfinden und 50% des Abgases für die Rückführung und Wärmewiedergewinnung ausgewählt wird.

1. 50% als 2,75 [CO₂ + 2H₂O] rückführen und dieses in zwei Strömungen mit 1,375 [CO₂ + 2H₂O] trennen

Masse	Zugehöriges
(Pfund)	CH ₄ (Mol)

2. Gesamte Abgasmasse 5,5 [CO ₂ + 2H ₂ O]	440	1,0
3. ½ Abgasmasse 2.75 [CO ₂ + 2H ₂ O]	220	0,5
4. ¼ Abgasmasse 10375 [CO ₂ + 2H ₂ O]	110	0,25
5. Strömung (3) wird von dem Kompressor 134 isentrop verdichtet	220	0,5
6. Strömung (5) wird gleichmäßig verteilt, 1,375 wird bei 2515 F Turbineneinlass-temperatur geliefert	110	0,25
7. Die andere Hälfte 1,375 wird an den Verbrenner 108 für die Turbineneinlasstemperatursteuerung geliefert, d.h.	1.375 [CO ₂ + 2H ₂ O]	110
Zus. mit Brennstoffprodukt (5)	<u>0.500</u> [CO ₂ + 2H ₂ O]	<u>80</u>
8. Zusammen gleich	1.875 [CO ₂ + 2H ₂ O]	190
9. Abgas (8) wird durch zusätzlichen Brennstoff wiederverdichtet, strömt folgend in den Verbrenner 108 mit 190/440 = 0,43	190	0,43
10. 0,43 [CO ₂ + 2H ₂ O] wird jedoch zusätzlich in situ als 34,5 Pfund wiederverdichtet	34,5	0,08
11. Gesamtmasse und Brennstoff, der für die Wiederverdichtungen verwendet wird:		
	(5)	220 0,50
	(9)	190 0,43
	(10)	<u>34,5</u> <u>0,08</u>
		444,5 1,01
		1.01 x 440 = 444,4

[0109] Bemerkung: Wenngleich die vorangehenden Wiederverdichtungen als ohne Raketenmaschinen-Wiederverdichtung stattfindend gezeigt werden, setzt die Analyse den Gesamtbrennstoff, der benötigt wird, gleich – gleichgültig, wie die Wiederverdichtungen (für dieses Beispiel) zwischen der Raketenmaschine, der Zwischen-Wiederverdichtungseinrichtung und stromabwärtigen Strahlantrieben aufgeteilt sind.

[0110] Wenngleich Sauerstoffenergie bevorzugt wird, ist Luft nicht ausgeschlossen. Ein paralleles Beispiel in Bezug auf ein Mol Methan ergibt: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 + 7,5\text{N}_2 + [\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,5\text{N}_2] \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,5\text{N}_2 + [\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,5\text{N}_2]$

[0111] Dies stellt eine Massenströmung von 580 Pfund durch die Turbine dar. Wieder unter Verwendung der Arbeitsausgangsleistung: $h_3 = 13478 \text{ Btu/Pfundmol}/28,9 = 466 \text{ Btu/Pfund}$.

Gesamtwärmeströmung 580 Pfund × 466,4 = 270512 Btu

Turbinenarbeit = $(270517/344160) \times 100 = 78,6\%$ in Bezug auf ein Mol Methan.

[0112] Das Rückführungsverfahren mit Luft ist ähnlich dem für Sauerstoff beschriebenen. Wenn jedoch die Hälfte der Abgaswärme und die zugehörige Masse konserviert werden, d. h. $21,4\%/2 = 10,7\%$, dann wird der Arbeitsausgang $78,8 + 10,7 = 89\%$ des Wärmegehalts eines Mols Methan.

[0113] Der Grund dafür, dass die Luftbetriebsart in diesen Vergleichen effizienter als die Sauerstoffbetriebsart ist, liegt darin, dass die Massenströmung verhältnismäßig größer ist. Die Massenströmung wurde in jedem Fall auf der Basis der gleichen Turbineneinlasstemperatur von 2515 F und 25 Atmosphären berechnet, wobei die Wärmekapazität von 440 Pfund der [CO₂ + 2H₂O]-Funktion erheblich größer als der [CO₂ + 2H₂O + 7,5N₂]-Funktion ist. Dies weist auf einen anderen großen Vorteil der Sauerstoffbetriebsart hin, d. h. durch Erhöhen der Massenströmung der Sauerstoffbetriebsart auf die der Luftbetriebsart würde sich die gleiche Ar-

beitsausgangsleistung von 78,6% mit der gleichen Wärmerückgewinnung mit insgesamt etwa 89%, aber einer entsprechend niedrigeren Turbineneinlasstemperatur für die gleiche Leistung und daher günstiger in der Turbinenkonstruktion entwickeln.

[0114] Das Folgende kann aus der vorangehenden Analyse abgeleitet werden:

1. Wenn sich für eine kontinuierliche Massenströmung (wie 440 Pfund in dem Beispiel) ein thermischer Wirkungsgrad etwas geringer als 100% zeigt, dann müssen der erhöhte Brennstoff und die Kompressionswärme, die 100% darstellen, zu einer erhöhten Turbineneinlasstemperatur führen. Wenn die ausgelegte Turbineneinlasstemperatur so an der metallurgischen Grenze ist, dann müssen die Rückführung und die Wiederverdichtung umgestaltet werden, um dem zu entsprechen. Andernfalls führt die erhöhte Temperatur bei Lasten im stationären Zustand zu mehr Turbinenausgangsarbeit.
2. Andererseits wird durch Rückführen von mehr Abgas als beispielhaft dargestellt die Massenströmung von den Wiederverdichtungsströmungszusätzen als eine Folge von Schritt 1 über die 440 Pfund steigen und die erforderliche Kontinuität für die Rückführung im stationären Zustand zerstören. In diesem Fall kann der Überschuss, der Überschusswärme darstellt, in Brennstoff transformiert werden und umgeleitet werden, um zu dem Brennstoffbedarf für eine oder mehrere der Raketenmaschinen über die Zwischenkompressoreinrichtung und Strahlantriebsbetriebe beizutragen.
3. Wenn die Transformation von kohlenstoffhaltigem Material (das Methan sein kann) in Schritt 1 oder 2 einbezogen wird, ist das Ergebnis, dass mehr Brennstoff und/oder mehr Wärme berücksichtigt werden muss.
4. Abgesehen von dem Abgasanteil, der nicht rückgeführt wird und dessen Wärmegehalt unabhängig verwendet werden kann, werden der Rückführungsanteil und all seine Wiederverdichtungswärme und Brennstoffzusätze adiabatisch aufgenommen und müssen in dem Wärme- und Brennstoffgleichgewicht für die Turbinenströmungskontinuität mit überschüssiger Wärme und Masse, die als umgewandelter Brennstoff umgeleitet wird, um eine entsprechende Menge in der Basisanalyse zu ersetzen, berücksichtigt werden. Die Umleitung ist notwendig, um die Kontinuität der Turbinenströmung zu bewahren.

[0115] Die vorangehende Analyse zeigt, dass Methan oder jeder saubere Brennstoff gemäß dieser Erfindung ohne Transformation durch Rückführung eines wesentlichen Teils des Turbinenabgases verarbeitet werden kann, wobei seine Wärmerückführung für die Turbineneinlasstemperatursteuerung und die Kontinuität eingestellt wird. Ferner sorgt diese Erfindung für Wärme und Druck für die Turbinenexpansion oder transformiert die Wärme und den Druck in Brennstoff für die Expansion durch einen Stufenmaschinenbetrieb, aus dem praktisch keine Wellenausgangsarbeit geliefert wird, der aber alle Wellenarbeit in situ direkt oder indirekt in Wärme und Druck für die Expansion umwandelt, indem er kohlenstoffhaltiges Material in einem nahezu adiabatischen Steuervolumen Brennstoff transformiert. Mit anderen Worten ist dies ein nahezu total energiekontrolliertes Volumen, wodurch alle eintretenden Energiequellen zu einer Strömung führen, bei der Wärme und Druck für die Turbinenexpansion geliefert werden oder für die Turbinenexpansion zünden.

[0116] Diese Erfindung ist nicht darauf beschränkt, wie die Rückführung der abgeführten Masse und Wärme erreicht wird. Eine außerordentliche Rückführung kann durch Kurschließen eines Bruchteils des Turbinenabgases durch Umleiten der Massenströmung **203** durch den Kompressor **205** erledigt werden, was eine heißere Strömung zu **203** wird. Diese Strömung wird verhältnismäßig derart verteilt, dass die Wärmerückführung zwischen einer oder mehreren Stufen, vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise gleich der Strömung zwischen Stufen der Turbineneinrichtung **200** wird.

[0117] Ferner fügt die ausgewählte Massenströmung **203** nicht nur Wärme an ausgewählten Zwischenstufenorten hinzu, sondern vermischt sich noch wesentlicher, erhöht den Druck selektiv und steigert den Hauptstrom **214**, der verteilt durch die Stufen der Turbineneinrichtung **200** hindurch läuft. Um die Kontinuität aufrechtzuerhalten, verzweigt die konstante Masse **203** zu der gesteigerten Strömung **202**, so dass **202** dann die Strömung **204** wird, die anschließend die Restabgasströmung **207** wird, nachdem die Strömung **206** für die Wärmerückführung indirekt in dem Kreislauf umgeleitet oder für die Anlagennutzung abgeführt wird. Ein besonderer Vorteil des Kurzschlusskreislaufs ist, die Arbeitsausgangsleistung zu erhöhen, ohne die Massenströmungskontinuität, die in dem Hauptkreislauf wesentlich ist, zu stören.

Fall 2 – Raketenmaschinen-Leistungsquelle für Turbinen mit parasitärer Wellenarbeit

[0118] **Fig. 3** zeigt diese Ausführungsform, wobei die Raketenmaschinen-Leistungsquelle auf vorhandene Gasturbinen angewendet wird und die Strömung aus dem Konservationsenergiereaktor zur Reinigung bei niedrigen Drücken geleitet wird. Der Fall 1 wurde für Transformationen vorgestellt, wobei das über die Leitung **124** in die Düse **120** strömende kohlenstoffhaltige Material entweder vorgereinigt ist oder am Anfang gereinigt wird. In diesem Fall wird die Reinigung als notwendig angenommen, und diese erfordert, dass die Strömung

aus dem Konservationsenergiereaktor bei dem Druck und der Temperatur ausgestoßen wird, die notwendig sein mögen, um jedem von mehreren kommerziell erhältlichen Verfahren zu entsprechen.

[0119] Heiße Gasreinigungen, die bei etwa 1000 F arbeiten, werden bevorzugt, da das gereinigte Gas bei dieser Temperatur dann in die Gasturbine strömen kann, wobei es zumindest diesen Wärmepegel behält. Andererseits kann die fortgeschrittene kinetische Aktivität, die für diese Erfindung bereits beschrieben wurde, Transformationsreaktionen bei sehr niedrigen Temperaturen ohne eine Wärmeherabsetzung durch das Abschrecken vollenden. Ein weiterer Vorteil ist zum Beispiel, dass der Kohlendioxidanteil in dem Brennstoffgas bei niedrigeren Temperaturen und Drücken extrahiert werden kann.

[0120] In diesen Fällen kann der Umwandlungswirkungsgrad unter Verwendung des von der Raketenmaschine mit Energie versorgten Konservationsenergiereaktors besser als 90% sein. Dies verringert im Vergleich zur gegenwärtigen Praxis Brennstoffkosten. Wenn ferner als Ersatz für natürliches Gas ein kostengünstiges Restöl oder Petroleumkoks verwendet werden kann, können die Brennstoffkosten abhängig von den Marktpreisen um weitere 50 bis 250% oder mehr verringert werden.

[0121] Es ist für diesen Fall auch angebracht, die Vorteile der Wartung eines Nachrüstungsbetriebs mit einem sauberen oder vorgereinigten Brennstoff zu betrachten. Dies bringt viel von dem in Fall 1 beschriebenen Verfahren ins Spiel.

[0122] **Fig. 3** stellt ein Verfahren dar, in dem alles oder das meiste der Last des Standardkompressors **300** abgebaut wird, so dass die Standardgasturbine **200** tatsächlich in eine freie Leistungsturbine transformiert wird, wobei die frühere Last der Turbine **200** nun zusätzliche Leistungsausgabe bei **201** wird.

[0123] Folglich kann der Kompressor **300** praktischerweise für Niederdruck-Oxidationsmittelströme in den Konservationsenergiereaktor durch die Leitung **301** verwendet werden.

Fall 3 – Mehrere Turbinenanordnungen

[0124] **Fig. 4** zeigt eine Ausführungsform mit mehreren Turbinen, wobei die Rückführung für die Turbineneinlasstemperatursteuerung optimiert ist. Die Verwendung von Sauerstoff ist ebenfalls effektiv, wenn er durch diese Erfindung auf mehrstufige Turbinen angewendet wird.

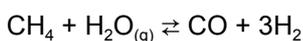
[0125] Mehrere Verfahrensbetriebsarten werden beschrieben:

A. Betrachten wir zuerst die partielle Oxidation von Methan durch thermochemische Transformation für den direkten Austausch mit Rückführungsturbinenabgasen. Etwas Methan wird durch die Leitung **401** in dem Verbrenner **102** gezündet; der Rest wird durch die Leitung **124** gezündet. Die rückgeführten Abgase werden bei **134** verdichtet und zuerst angepasst, so dass die kompatible Strömung **208** für die Turbineneinlasstemperatur der Turbine **108** dimensioniert ist. Folglich wird das kompatible Abgas **210** weitgehend in **215** verdichtet und mit hohem Druck entlang des Konservationsenergiereaktors geliefert. Die restlichen geringeren Strömungen **402** und **403** können optional angewendet oder abgestellt werden.

Der restliche große Teil des Kompressorausstoßes **404** wird dann geteilt, um zu der Temperatur- und Druckwechselwirkung zwischen dem Verbrenner **102** und der Strahlmitnahmedüse **120** zu passen. Die Reaktionszonen können nach Bedarf angewendet werden. Der Abscheider **405** wird weggelassen. Die Düse **406** stellt den Gegendruck für die Strömung weiter zu dem obersten Verbrenner **407** bereit. Das partiell oxidierte Gas geht weiter durch die Verbrenner **408** und **409**, um in vollständiger Verbrennung von der unteren Turbine **410** in Leitung **202** auszuströmen. Sauerstoff wird durch die Leitung **411** zugeführt und nach dem Strömungsinhalt und Druck (nicht gezeigt) in die Leitungen **412**, **413** und **414** gesteuert. Die Steuerung dient zur Aufrechterhaltung vorzugsweise gleicher Temperaturen an jeder Zwischenstufe, um der Temperatur in dem Verbrenner **407** zu entsprechen.

B. Methan kann bei einem Mangel an Sauerstoff ebenfalls gezündet werden, was in einer Gasströmung resultiert, die partiell oxidiert ist und wie in A vorstehend erklärt behandelt wird.

C. Die thermodynamische Aktivität zwischen Methan und Dampf kann sich abhängig von der Temperatur und dem Druck ändern. Eine der folgenden Reaktionen kann über einen weiten Temperaturbereich erreicht werden.



Gleichung (1)



[0126] Die Reaktivität mit Kohle/Kohlenstoff kann jedoch auf das Verfahren angewendet werden:



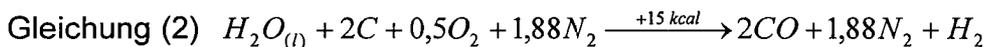
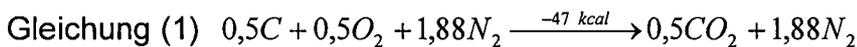
[0127] Alle die vorangehenden Reaktionen sind endotherm und arbeiten mit dem Wärme- und Reaktanteninhalt des Rückführungsteils. Auf diese Weise ergibt der Kreislauf zuerst die endotherme Wärme und den Reaktantendampf für die Transformation und gewinnt sie dann zurück, wenn das Produktbrennstoffgas stromabwärtig gezündet wird. Das Reaktionsgleichgewicht wird von dem reichlichen Wasserdampfgehalt des Rückführungsteils gut bedient.

[0128] [Fig. 5](#) zeigt eine Ausführungsform, wobei die Herstellung von Wasserstoff vorzugsweise über Dampf-Eisenreaktionen erreicht wird. Jede der folgenden drei Arten wird bezüglich ihrer verschiedenen physikalischen Effekte im Reaktionsgleichgewicht und der Kinetik in Bezug darauf, wie das Eisenprodukt später gespeichert und verwendet werden kann, beschrieben.

- A. Reduktion von Fe_3O_4 zu FeO für Wasserstoff
- B. Reduktion von Fe_3O_4 zu Fe (Eisenschwamm) für Wasserstoff
- C. Karburierung von Fe zu Fe_3C (Eisenkarbid)

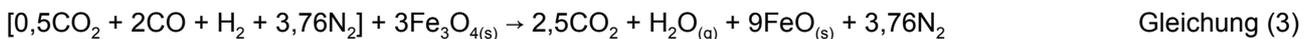
A – Reduktion von Fe_3O_4 zu FeO für Wasserstoff

Wärmequelle für und Herstellung des reduzierenden Gases



$$\Delta H = -32 \text{ kcal}$$

Reduktion



Oxidation



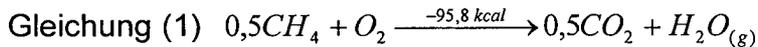
$$\Delta G = -93 \text{ kcal}$$

[0129] FeO-Partikel, die aus ziemlich großen Fe_3O_4 -Partikeln (wohl aus einer Granulatquelle) abgeleitet werden, bieten eine einzigartige Charakteristik, wobei die Partikel durch Zugkräfte, die durch die hohe Geschwindigkeit erzeugt werden, vorwärts rumpeln können, wobei reagierender Dampf Gleitgeschwindigkeiten bis zu transsonischen Geschwindigkeiten ausübt. Als ein Rückführungsverfahren muss nur der Produktwasserstoff am Ende der Reaktionszone abgeführt werden. Es spielt keine Rolle, ob Feststoffrückführungen eine Mischung aus Fe- und FeO-Partikeln sind, solange geeignete Einrichtungen bereitgestellt werden, um eine Anhäufung in der Rückführung auszuschließen. Die Ausrichtung des Reaktors kann durch diese Erfindung jeden Winkel mit einer Horizontalen annehmen, welche die Festpartikel im Flug fortsetzt.

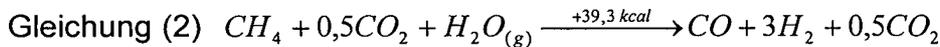
[0130] Eine alternative Betriebsart betrifft ein sehr dünnes Fe-Partikel in dem 50 bis 200 Mikrometerbereich. An dem unteren Ende mit nahezu Staubgröße müssen sie von einem neutralen Gas, zum Beispiel Stickstoff, in einer abgedichteten Rohrleitung befördert werden, um eine spontane Verbrennung zu verhindern. Aufgrund dieser Charakteristik kann von ihnen erwartet werden, dass sie durch einfaches Mischen mit Dampf sehr hohe Reaktionsgeschwindigkeiten entwickeln. Weitere Kommentare folgen nach der Untersuchung der folgenden Reaktionen zur Herstellung von Wasserstoff aus Eisenschwamm, Fe:

B. Reduktion von Fe_3O_4 zu Fe (Eisenschwamm) für Wasserstoff

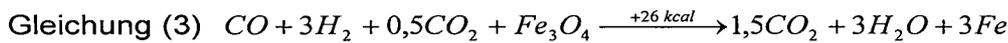
Wärmequelle



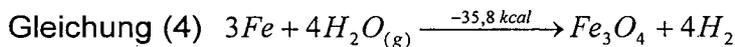
Reformierung

Netto ΔH für (1) und (2) = $-56,5 \text{ kcal}$

Reduktion



Oxidation



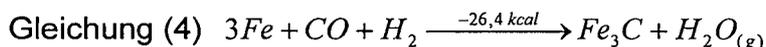
[0131] gemäß Grahmer et al (IGT-Experimente 1976) hat Gleichung (4) eine positive fast lineare Änderung der freien Energie von $\Delta G = -20 \text{ kcal}$ bei 125 C bis etwa -3 kcal bei 925 C. Die Änderung der freien Energie für Reaktionen „A“ wurden aus „Thermochemical Properties of Inorganic Substances“ (Thermochemische Eigenschaften anorganischer Stoffe) von I. Barin und O. Knacke berechnet. Angesichts Gahimer unterstützt die positive Änderung der freien Energie für die „A“-Reaktionen sowohl Verfahren, die von der Raketenmaschinen-Leistungsquelle als auch dem Konservationsenergiereaktor für die Wasserstoffherstellung erreichbar sind. Dies soll nicht ausschließen, dass in „B“-Reaktionen größere Partikelgrößen laufen, während immer noch eine vollständige Fe- oder Eisenschwammherstellung für andere Verwendungen angestrebt wird, während Wasserstoff für Brennstoffzellen und Gasturbinen hergestellt wird. Eine derartige Verwendung ist Eisenschwamm für Stahlwerke, die als nächstes als „C“ vorgestellt wird.

C. Karburierung von Fe zu Fe_3C (Eisenkarbid)

[0132] Die Herstellung von Eisenschwamm ist grundsätzlich die direkte Reduktion von Eisenoxiden, wie vorstehend beschrieben, und ihre Verwendung für Stahl ist in erster Linie, um Eisenkarbid (Fe_3C) u bilden. Mit Methan als einem Hauptbestandteil von natürlichem Gas wird die chemische Umgebung durch Gleichung (1) beschrieben:



[0133] Das Folgende sind die treibenden Karburierungsreaktionen:

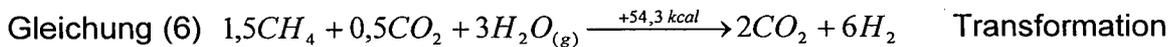
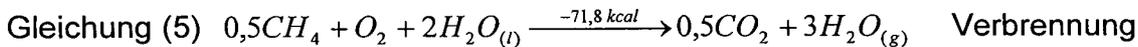


[0134] Das Vorangehende stellt die weit reichende Anwendbarkeit der Raketenmaschinen-Leistungsquelle mit relativ unbegrenzt hohem Druckbereich und einer Höchstgrenze von 5000 F für den Raketenmaschinenbrenner als eine Einrichtung für hohe Produktivität in Stahlwerken mit einem koordinierten Verfahren, das auch Energie erzeugt, dar. Die Kombination dafür wird als nächstes unter Bezug auf die vorstehenden Reaktionen „B“ und [Fig. 5](#) beschrieben.

[0135] Die Abfolge dient nun zum Beispiel dazu, durch Transformieren von Methan in der Raketenmaschinenenergiequelle unabhängig von den vorstehenden Gleichungen sechs Mol Wasserstoff zu erzeugen. Die Wasserstoffströmung wird gleichmäßig in drei Spuren geteilt: Die Spur 1 liefert zwei Mole an die Brennstoffzelle **500** (vorzugsweise Festoxid-Brennstoffzellen), die Energie und Hochdruckdampf in den Verbrenner **501** liefert, der, wie gezeigt, die Turbine **502** mit Energie versorgt:

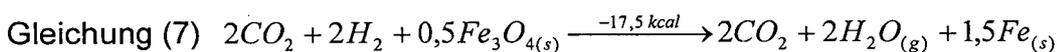
Die Spur 2 liefert zwei Mole Wasserstoff direkt an den Verbrenner **501**.
Die Spur 3 liefert zwei Mole Wasserstoff, um $0,5\text{Fe}_3\text{O}_4$ zu reduzieren.

[0136] Was als nächstes folgt, sind die möglichen Reaktionen in dem Betrieb der ersten und zweiten Stufen. Die erste Stufe erzeugt all den Wasserstoff und ist eine Druckkaskade. Sie befähigt die zweite Stufe zu der Reduktion von Fe_3O_4 . Der in der Raketenmaschine **503** entwickelte Druck liefert zur maximalen Wärmeausnutzung auch die Abgase in der Spur 3 von dem Reaktor **504** in den Verbrenner **501**. Die in der Stufe 1 stattfindenden Reaktionen sind:



[0137] Die Reaktion 5 findet bei einem Kopfdruck im Inneren des Verbrenners **503** statt, so dass die Verbrennungsdüse, wie erforderlich, einen Strahl mit bis zu transsonischen Geschwindigkeiten entwickelt, wodurch die Reaktion (6) aktiviert wird, die stattfindet, wenn 1,5 Mole Methan dosiert werden, um mit dem Strahl zu reagieren und in diesem Beispiel folglich sechs Mole Wasserstoff erzeugen, die, wie vorstehend beschrieben, gleichmäßig auf die drei Spuren verteilt werden. Das Kohlendioxid wird durch eine geeignete hochentwickelte Einrichtung zum Aufrechterhalten des Drucks und der Wärme von dem Wasserstoff getrennt und von dem Reaktor **505** aus der Trennung und weiter geleitet, um die Abfolge der zweiten Stufe **506** und **504** in die Lage zu versetzen, den Magnetit Fe_3O_4 zu reduzieren.

[0138] Entsprechend dehnen das Kohlendioxid und der Wasserstoff, die in die Düsenpumpe **506** strömen, den Gegendruck von der Stufe 1 durch die transsonische Düse aus, um mit Fe_3O_4 -Partikeln, die stromabwärtig von dem Kohlendioxid- und Wasserstoffstrahl dosiert werden, gemäß der folgenden Reaktion (7) zu interagieren:



Reduktion

[0139] Die vorangehenden Reaktionen sind ungefähr im Wärmegleichgewicht, so dass nach Bedarf für Verfahrenszwecke zusätzliche Wärme hinzugefügt werden kann. Dies ist einfach ein Beispiel für die Vielseitigkeit dieser Erfindung, um ein zweistufiges Reaktionsverfahren zu erleichtern. Die Strahlpumpe **506** kann ohne weiteres für die Verbrennung eingerichtet werden, indem Sauerstoff eingeführt wird, um einen Bruchteil des Wasserstoffs zu zünden, und dies kann der Fall sein, wenn das Kohlendioxid von einem herkömmlichen Absorber-Stripper-Lösungsmittel oder durch Druckwechseladsorption getrennt werden muss.

[0140] Das Abgas von der Turbine **502** umfasst Wasserdampf und Kohlendioxid. Die Strömungen in dem Verfahren würden, wie in früheren Ausführungsformen beschrieben, iteriert (für die Zwecke dieses Beispiels nicht), wobei ein wesentlicher Bruchteil in der Leitung **507** weiter auf der Leitung **508** in die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung **509** gehen und die Differenz in Leitung **510** für andere Verwendungen umgeleitet würde.

[0141] Uns nun der Herstellung von Eisenkarbid zuwendend und zum Beispiel unter Verwendung der endothermen Reaktion (2) reagieren Eisenschwamm und Methan mit Wärme, um Eisenkarbid [Fe_3C] und Wasserstoff zu ergeben. Als eine Option ist dies in [Fig. 5](#) als ein Verfahren der dritten Stufe abgebildet, wobei Methan in dem Raketenmaschinenbrenner **511** partiell oxidiert wird. Methan kann darüber hinaus in den Düsenabschnitt des Verbrenners **511** dosiert werden oder stromabwärtig in Düsenabschnitte des Eisenschwammreaktors **512** dosiert werden. Der Strahl von dem Verbrenner **511** liefert folglich endotherme Reaktionswärme, um Eisenkarbid und Wasserstoff herzustellen. In alternativen Betriebsarten kann der von dem Reaktor **512** erzeugte Wasserstoff an die Düsenabschnitte des Verbrenners **506** und den Reaktor **504** rückgeführt werden, um Fe_3O_4 - und/oder FeO zu Eisenschwamm zu reduzieren, wodurch die Kohlendioxidproduktion minimiert wird.

[0142] Zum Abschluss wird für diese Ausführungsform auf zwei weitere Punkte hingewiesen. Erstens erfordert eine Anlage mit voller Leistung oder Spitzenlast, dass die Spuren 1 und 2 zusammenarbeiten. Auf diese Weise kann die Turbine eingerichtet werden, um die Grundlast auf der Spur 2 alleine zu bewerkstelligen. Zweitens kann Eisenschwamm kommerziell zu Granulat oder Briketts gefertigt werden, die bequem zu Pulverform gemahlen werden können. Die Reaktivität feiner Eisenpartikel mit Dampf kann Fe_3O_4 und reinen Wasserstoff erzeugen. Dies kann zum Beispiel für kleine Brennstoffzellen für Wohnungen zweckmäßig sein. Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen werden kommerziell für diesen Zweck entwickelt ebenso wie etwas größere

Einheiten für gewerbliche Gebäude oder mobile Leistungsquellen. Diese Klasse von Brennstoffzellen minimiert Hochtemperaturkomponenten in Wohnungen und geschlossenen Räumen. Diese Erfindung kann Eisen-schwamm für diese und andere Brennstoffzellenarten mit relativ kleinen Reaktoren für die Tragbarkeit und Sicherheit ebenso wie die vorstehend erwähnten Betriebe in größerem Maßstab herstellen.

[0143] Wir beschreiben als nächstes die Raketenmaschinen-Leistungsquelle, die auf zwei Arten für Boiler und Dampfturbinen angewendet wird.

Der Dampfturbinenkreislauf – allgemeine Überlegungen

[0144] Siehe [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#), die später im Detail beschrieben werden. Typischerweise haben Dampfturbinen in Boilern keine angeschlossenen Kompressoren. Als ein Beispiel würde ein Dampfturbinengenerator, der 50 MW erzeugt, von einem Boiler mit Energie versorgt, der etwa 346 000 Pfund Dampf pro Stunde bei 600 psia und 1000 F mit einem Abgas aus der Turbine bei 250 F und 30 psia als trockenen gesättigten Dampf, der 1517 Btu pro Pfund enthält, liefert. Die Entropie ist etwa 1,7 Btu/Pfund R.

[0145] Bei konstanter Entropie wird der theoretische Wirkungsgrad unter Vernachlässigung der Pumpenarbeit wie folgt berechnet:

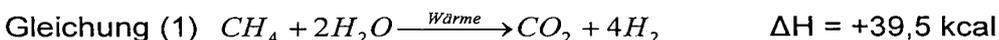
$$E = \{(1517 - 1164)/[1517 - 218]\} \times 100 = 27,2\%$$

[0146] Der dargestellte Wirkungsgrad stellt den Abweichungspunkt zwischen vorhandenen oder neuen Installationen dar, die mit dem Rankinekreislauf und dieser Erfindung geplant werden. Das Ziel hier ist, das meiste der Wärme in den Konservationsenergiereaktor zurück zu gewinnen und sämtlichen Wärme speichernden Brennstoff zum Zünden des Boilers umzuwandeln und zu erschließen. Durch Vollenden des Kreislaufs bleiben die Wirkungsgrade des Boilers und der Leistungsübertragung zwischen der Turbine und dem Generator im Wesentlichen unverändert. Die Entropiezunahme des inneren Kreislaufs, welche die Abgasenthalpie erhöht, wird in dem Konservationsenergiereaktor zurückgewonnen, der den Abgasdampf direkt als den Hauptbegleitreaktanten mit Kohlenstoff-Kohlenwasserstoffverbindungen aufnimmt.

[0147] Die latente Wärme in dem Turbinenabgas stellt den größten Teil des Energieverlusts dar. Mindestens 50% davon ist durch Vermischen einer zusätzlichen Wasserströmung mit dem Turbinenabgasdampf auf einer Eins-zu-Eins-Basis rückgewinnbar. Wenn an diesem Punkt in dem Verfahren sämtliche latente Wärme rückgewinnbar ist, dann würde der normale Boilerwirkungsgrad von etwa 90% (der Einfachheit halber 100%) als der thermische Gesamtwirkungsgrad für den fortentwickelten Betrieb gelten. Der vorstehend gezeigte Wirkungsgrad von 27,2% stellt auch den thermischen Gesamtwirkungsgrad eines aktuellen Betriebs dar. Die Verlustenergie ist 72,8%, was für praktische Zwecke der latente Wärmeverlust an Kühlwasser ist. Durch Rückgewinnen von 50% davon, wie vorstehend beschrieben, wird „E“:

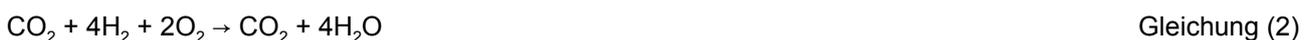
$$E = 27,2 + 36,4 = 63,6\%$$

[0148] Die Nettoarbeit ist nominell mit 50 MW oder 27,2% der Wärmeströmung in die Turbine unverändert. Die Brennstoffwirtschaftlichkeit wird erheblich erhöht, so dass 36,4% weniger Brennstoff benötigt wird, um die gleiche Nettoarbeit zu erzeugen. Ferner wird der Bedarf an Kühlwasser halbiert, und das zusätzliche Wasser 50%, das nach dem Vermischen gesättigt ist, wird als nächstes als der Hauptwasserdampfreaktant als H₂O in dem Konservationsenergiereaktor, zum Beispiel mit CH₄, verwendet, indem



[0149] Für diese Analyse und allgemein können zwei Mole Dampf allen Dampf, den der Boiler liefert, als 100% und alles für die Turbine darstellen. Es ist daher folgerichtig, so viel Wärme wie möglich aus zwei Molen Turbinenabgas durch die vorstehend beschriebene Vermischströmungsübertragung zurück zu gewinnen, indem der Massenkontinuität halber zwei Mole zugeordnet werden, wobei zwei Mole Abgas weiter zu dem Kondensator gehen und zwei zusätzliche Mole mit der Hälfte der latenten Wärme in den Reaktor gehen, der den Brennstoff an den Boiler zuführt. Das hinzugefügte Wasser muss zumindest so rein wie das Turbinenabgas sein, um die Strömung zu dem Kondensator nicht zu verunreinigen.

[0150] Die zwei Mole Wasserdampf werden dadurch in der Leistungsquelle in Brennstoff umgewandelt. Der Brennstoff wird als nächstes gezündet, um 100% der Wärme an den Boiler bereitzustellen, durch:



$\Delta H = -221,2$ kcal wobei die Verbrennungsprodukte $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ Rauchgase (zum Reinigen nach Bedarf) sind, welche die Wärmequelle in einer nahezu adiabatischen Strömung für eine Leistungsquelle der zweiten Stufe werden soll, die mit jedem Druck für jeden Zweck zur direkten Verwendung zusätzlichen Brennstoff bereitstellen kann und von der ein Teil rückgeführt werden kann, um die Raketenmaschine oder die Raketenmaschinenkompressoreinrichtung für einen der Erststufen- und Zweitstufen-Reaktoren oder beide mit Energie zu versorgen.

[0151] Es wird in den vorangehenden abgestuften Betrieben bevorzugt, dass die Maschinen mit einem sauberen Brennstoff wie Methan gezündet werden und dass zumindest in Stufe 1 das kohlenstoffhaltige Material auch Methan oder ein gleichwertig sauberer und kompatibler Brennstoff ist.

[0152] Die folgende(n) Reaktion(en) zeigt/en den steigenden Vorteil von Stufe zwei:



$$\Delta H = +79 \text{ kcal}$$

[0153] Die Wirkung der Feuerung wird gezeigt durch:



$$H = -462,4 \text{ kcal}$$

[0154] Durch Vergleichen der Verbrennungswärmefreisetzung von Gleichung (2) und (4) mit den endothermen Anforderungen von Gleichung (1) und (3) ist ziemlich offensichtlich, dass abgesehen von der Abgaswärmerückgewinnung sowohl als latente als auch wahrnehmbare Wärme aus dem Turbinenabgas und Rauchgasen für die weitere Zuführung von Wasserstoffrückführungen für die Raketenmaschinen- und Kompressorverbrenner reichlich Brennstoff verfügbar ist. Der Kohlendioxidteil kann durch eine geeignete Einrichtung zurückgehalten oder abgetrennt und umgeleitet werden.

[0155] Eine Ausbeute von acht Molen Wasserstoff wird als ein Maximum betrachtet, und die Ausbeute kann beträchtlich verringert werden, indem die Strömung von Rauchgasen für den Zweitstufen-Reaktor gesenkt wird und die Differenz an Wärmeverwendungen minderer Qualität geleitet wird. Andererseits kann diese Betriebsart die erste Stufe ohne oder mit weniger Nutzung einer Zweitstufen-Leistungsquelle in der Verwendung anderer kostengünstigerer kohlenstoffhaltiger und/oder weniger sauberer Materialzuführungen anwenden, die von der in situ Reinigung des Boilers oder des Rauchgases abhängen.

Fall 5 – Raketenmaschinen-Leistungsquelle mit integriertem Boiler

[0156] **Fig. 6** wird nun in Übereinstimmung mit den vorangehenden Betrieben beschrieben. **Fig. 6** zeigt diese Ausführungsform, in der eine Raketenmaschinen-Leistungsquelle unter Nutzung der zweistufigen Brennstofftransformation mit einem Boiler integriert ist. Dampfabgas von der Turbine **600** strömt über die Leitung **601** in den Mischer **602** für den direkten Wärmeaustausch mit sauberem Wasser durch die Leitung **603**, das dosiert und gepumpt (nicht gezeigt) wird, um die Strömung durch den Mischer **602** gegebenenfalls zu steigern. Die vermischte Strömung **604** teilt sich in Strömungen **605** und **606**, so dass die Strömungen **601** und **606** massenabgestimmt (Steuerung nicht gezeigt) sind, um die Boilerzuführungswasserkontinuität durch den Kondensator **607** auf einem gesteuerten niedrigen Druck, der ebenfalls die Mischströmung **604** durch den Mischer **602** fördert, zu wahren. Als eine Folge passt die Umleitungsströmung **606** zu dem Masseninhalt des sauberen Wasserzustroms **603**. Die Mischerdampfströmung **608** aus dem Boiler **609** vereinigt die vermischten Strömungen **601** und **603**, um die saubere Wasserströmung **603** zumindest bis zu dem Verdampfungspunkt heraufzubringen. Die kleinere Dampfmenge wird für diesen Zweck Teil der Umleitungsströmung **606** und vergrößert diese über den massenabgestimmten Zustand, und wird nun als ein teilweise gesättigter Dampf in eine stromabwärtige Öffnung des Raketenmaschinen-Düsenabschnitts **120** (nicht gezeigt) geleitet. Eine erhöhte Strömung **606** wird folglich der Haupt- H_2O -Reaktant mit kohlenstoffhaltigem Material **610** in der Erststufen-Leistungsquelle. Der Brennstoff **611** kann jeder Brennstoff sein, aber saubere Brennstoffe, wie etwa Methan oder natürliches Gas werden für den zweistufigen Betrieb bevorzugt. Das Oxidationsmittel **612** für die erste Stufe eines zweistufigen Betriebs ist vorzugsweise Sauerstoff. Die Leistungsquelle stößt durch die Verteilungseinrichtung **614**, die die Feuerkammer des Boilers **609** sein kann, Brennstoffprodukt **613** aus oder liefert das Brennstoffprodukt einfach fern von dieser Einrichtung an die Feuerkammer des Boilers.

[0157] Der Boiler liefert Dampf **615**, der geringfügig Abzapfmaterial **608** (früher beschrieben) liefert und der ferner geteilt werden kann in eine Dampfströmung **616**, die die Turbine **600** direkt mit Energie versorgt und die optional die Strömung **617** ausstößt, die in die Strömungen **618** und **619** geteilt wird, um Anforderungen an die Dampfzusammenstellung zu entsprechen. Die optionale Strömung **617** erfordert natürlich eine zusätzliche Brennstoffzuführung **613** über das, was für die Turbinenleistung notwendig ist, hinaus.

[0158] Es gibt eine dominierendere Option für die Strömung **618**, wobei die Kompressoreinrichtung beseitigt wird und die Verbrennung im Inneren des in [Fig. 1](#) gezeigten Strahlbrenners **102** ausgeschlossen wird und die Strömung **618** (bis zum vollen Boilerdruck) den Strahl in die Lage versetzt, dass die Raketenmaschine durch eine mächtige Dampfstrahlpumpe ersetzt wird. Die Verbrennung ist jedoch stromabwärtig von dem Strahl nicht ausgeschlossen und kann angewendet werden, um die Temperatur und den Schub der stromabwärtigen Strömung zu erhöhen. Dieses Merkmal kann, wenngleich nicht gezeigt, in dieser Ausführungsform und ebenso in der Ausführungsform von [Fig. 7](#) auf die Zweitstufen-Leistungsquelle angewendet werden.

[0159] Nun unter Fortsetzung mit [Fig. 6](#) können dampfreiche Rauchgase **620**, die nach Bedarf im Inneren des Boilers **609** oder außerhalb (nicht gezeigt) vorgereinigt werden, in Strömungen **621** und **622** geteilt werden. Die Strömung **621** wird in eine Öffnung des Düsenabschnitts **120** (in [Fig. 1](#) gezeigt) direkt stromabwärtig von dem Strahl geleitet. Die Strömungen **621** und **622** werden angepasst, um der Reaktivität mit der entsprechend in den Konservationsenergiereaktor geleiteten Strömung **622** zu entsprechen. Andere Aspekte des Zweitstufen-Reaktors sind ähnlich denen der Stufe eins und allgemein der in [Fig. 1](#) beschriebenen Leistungsquelle.

Fall 6 – Heiße Strömungserweiterungen der Boilerausführungsform

[0160] [Fig. 7](#) zeigt diese Ausführungsform, wobei eine Boileraanordnung mit einer heißen Strömungserweiterung verwendet wird, um den Systemwirkungsgrad weiter zu verbessern. Der heiße Strömungsmaschinenvergaser wird von einem industriellen Standardabgasturbolader für große industrielle Dieselmotoren, der über einen großen Strömungsbereich verfügbar ist, mit Energie versorgt. In dieser Anwendung haben die Turbine und der Kompressorteil einen zwischengelagerten kundenspezifischen Verbrenner, der derart konstruiert ist, dass er so angetrieben wird, dass Verbrennungsprodukte chemisch kompatibel sind und unter Energie, abgesehen von minimaler Strahlung, zur Erhöhung des Wirkungsgrads des Boilers **609** adiabatisch, praktisch ohne Wärmeverlust, strömen können.

[0161] Die beschriebene Turboabgasladermaschine ist eine einfache Kreislaufgasturbine und kann mit jeder zweckmäßigen Einrichtung gestartet werden. Die Turboabgaslader-Gasturbine wird gegenüber einer teuren herkömmlichen Gasturbine (die nicht ausgeschlossen ist) bevorzugt, da die erwarteten Drücke im allgemeinen als unter vier Atmosphären vorhergesagt werden.

[0162] Bezug nehmend auf [Fig. 7](#) nimmt der Einheitskompressor **700** für heiße Strömung Luft von der Leitung **701** auf und liefert einen Teil von der Leitung **703** auf Kopfdruck an den Verbrenner **702**. Die restliche Luft wird mit dem gleichen Druck an den Verbrenner **704** geliefert. Die Verbrenner **702** und **704** werden getrennt jeweils durch die Leitungen **705** und **706** mit jeglichem kompatiblen Brennstoff angetrieben, vorzugsweise aber mit Wasserstoff mit dem Gehalt 4 zu 1 mit Kohlendioxid, das von der Zweitstufen-Raketenmaschinen-Leistungsquelle geliefert werden kann. Die Produkte haben folglich ein hohes Emissionspotential für den Strahlungswärmeübertrag. Die Produkte aus dem Verbrenner **704** werden durch eine Schalldüse in Verbindung mit sekundären Öffnungen, welche die Düsenmitzueinheit **707** umfassen, ausgestoßen. Die Düse ist integral mit dem Verbrenner und den sekundären Mitziehöffnungen, die getrennt Umgebungsluft **708** und Abgase **709** von der Turbine **710** aufnehmen.

[0163] Extern heiße Gase (2000 F und höher) strömen als Mischströmung aus, die aus Verbrennungsprodukten von **704**, Umgebungsluft **708** und Turbinenabgas **709** besteht, welche in dem Kanal durch eine zweckmäßige Einrichtung zusammenkommen und als Strömung **711** durch den Wärmetauscher **712** weiter gehen, der ferner den Boilerdampf **713** auf 1600 F und höher überheizt. Die Ausgangsströmung **714** kann für die weitere Rückgewinnung durch eine herkömmliche Wärmeübertragungseinrichtung genutzt werden, um verschiedenen Boilerbedürfnissen zu entsprechen.

[0164] Das Vorgehende schließt den heißen Strömungskreislauf ab, der für praktische Zwecke, abgesehen von minimaler Strahlung, 100% effizient im Wirkungsgrad ist, wobei die Turboabgaslader-Gasturbinenleistung, die in situ in Wärme umwandelt wird, ein intrinsischer Teil der Gesamtwärme wird, und eine Gesamtenergieumwandlung zusätzlich zu dem Boiler **609** umfasst.

[0165] Die heißen Strömungsgeschwindigkeiten werden als sehr hoch geplant, um die Wärmeübertragungsrates in dem Tauscher **712** erheblich zu erhöhen. Dies ist ein totales Energiesystem, wobei das Äquivalent der Turboabgasladerturbinenwärmeenergie insgesamt konserviert wird, was zu extrem hohen Wärmeübertragungsrates führt, da die Energie zur Erzeugung der notwendigerweise sehr hohen Geschwindigkeiten konserviert wird. Als eine Folge ist der letztendliche Vorteil ein relativ kleinerer Wärmetauscher. Die Strömungsgeschwindigkeit, der wesentliche Faktor, erfordert Energie, die mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit steigt. Energie ist hier kein Kostenfaktor, da sie, wie bereits erklärt, konserviert wird. Folglich können durch Kombinieren dieser hohen Wärmeübertragung durch Konvektion mit der früher beschriebenen hoch ausströmenden Strahlung Wärmeflussdichten von bis zu 90000 Btu pro Quadratfuß pro Stunde und höher erzielt werden.

[0166] Die vorstehend beschriebenen heißen Strömungserweiterungen zu dem Konservationsenergiereaktor erzeugen effektiv ein totales Wasser- und Energierückgewinnungssystem. Die Investitionskosten werden durch sehr hohe Wärmeflussdichten minimiert, wodurch die Oberfläche in dem Tauscher **712** erheblich verringert wird. Wasser und seine enthaltene Energie werden intern rückgeführt; das Wärmeäquivalent der Turbogasladerturbinenenergie wird insgesamt konserviert; die für die Hochgeschwindigkeitswärmeübertragung benötigte Energie (die mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit steigt) ist kein Faktor hier, da sie, wie bereits erklärt, konserviert wird. Der prinzipielle Vorteil der Erhöhung der Dampftemperatur auf etwa 1600 F und höher ist, dass dies die Turbinenausgangsleistung wesentlich erhöht, während die Vorteile der konservierten Energie des Zweistufensystems und die Flexibilität, dass man fähig ist, beträchtlich weniger kostspielige Brennstoffe in nützlichere Produkte umzuwandeln, erhalten bleiben. Natürlich ist es auch möglich, die heiße Strömungserweiterung zu den in [Fig. 5](#) beschriebenen Brennstoffzellenanordnungen hinzuzufügen.

[0167] Rückbezug auf das 50 MW-Beispiel nehmend und dieses erweiternd zeigt das Folgende den heißen Strömungsgewinn aus einem Anstieg um nur 400 Grad auf 1400 F basierend auf einer nominellen spezifischen Wärme von 0,5 Btu/Pfund F:

$$E' = [(1717 - 1164)/(1717 - 218)] \times 100 = 36,9\%$$

für 68 MW im Vergleich zu 27,2% für 50 MW. Die Zahlen sprechen für sich selbst. Jeder Dollar für Brennstoffwärmeenergie, der auf diese Weise ausgegeben wird, ist in der äquivalenten elektrischen Energie ohne Verlust wiedergegeben.

[0168] Uns nun [Fig. 9](#) zuwendend ist diese eine Erweiterung von [Fig. 4](#) und führt drei Optionen in Bezug auf die in [Fig. 2](#) gezeigte Strömung **212** als das wiederverdichtete Abgas von der Turbine **108** ein. Sowohl [Fig. 2](#) als auch [Fig. 9](#) zeigen dieses wiederverdichtete Abgas, das in den Konservationsenergiereaktor geliefert wird, und dies ist auch eine der in [Fig. 9](#) als Strömung **916** gezeigten Optionen. Die anderen zwei Optionen sind:

1. die Strömung **917** als eine indirekte Wärmeübertragungsquelle für die Zwischenstufenheizung und
2. die Strömung **918** als eine indirekte Wärmeübertragungsquelle für die Zwischenstufenheizung.

[0169] Die Hauptströmung **212** kann auf die Strömung **916** und auf die Strömung **917** und **918** aufgeteilt werden. Die kontrollierte Dosierung und Drosslung dieser Strömungsoptionen (nicht gezeigt) werden bevorzugt. Auch wenn zwei Optionen ausgewählt werden, um die Abgasströmung aus der Turbine **108** aufzuteilen, kann jede Strömung mit einem getrennten und zusätzlichen Kompressor (nicht gezeigt) versehen werden. Dies würde ermöglichen, dass der Druck einer Strömung sich erheblich unterscheidet.

[0170] Der Hauptvorteil der durch diese Optionen bereitgestellten Flexibilität sind:

1. Sie erleichtern das Einrichten und Erhalten der Kontinuität des Hauptkreislaufs in Bezug auf die Chemie und Massenströmung;
2. Während die Kontinuität lokal eine vorgeschriebene Wärmekapazität hat, stellen die Strömung **918** und insbesondere **917** zusätzliche Wärmekapazität bereit, die in zusätzliche Expansionsleistung umgesetzt wird. Die zusätzliche Masse in dem Kreislauf durch die Strömung **918** wird durch Programmieren des Ausstoßes bei der Strömung **206** kompensiert, um eine äquivalente Masse zu umfassen. Die indirekte Wärmeenergie wird aus dem Kreislauf als Strömung **919** ausgestoßen, um für die weitere Rückgewinnung angewendet zu werden; und
3. Einsetzen von allem oder viel von dem Abgas weg von dem Konservationsenergiereaktor und der Hauptrückführungsströmung, um mehr Hauptausstoßmasse und Wärme durch die Leitung **207** für die Rückführung innerhalb des Hauptkreislaufs liefern zu können, dadurch Minimieren externer Wärmezusätze für die Vollendung des Kreislaufs.

[0171] Die Wiedergewinnungsflexibilität wird ebenfalls durch die Bereitstellung getrennter Kompressoren **920**

und **134** verbessert. Diese sind der Einfachheit halber auf der gleichen Welle schematisch gezeigt. Die Hauptanforderung ist, dass sie unabhängig gesteuert und von der gleichen Turbine **108** oder jeder beliebigen Antriebsmaschine mit Energie versorgt werden, solange der Kompressor **213** auch von der gleichen Antriebsmaschine mit Energie versorgt wird und sein Ausstoß von dem Kompressor **213** wiederverdichtet wird.

[0172] Uns wieder den Kompressoren **920** und **134** zuwendend sind diese jeweils als Strömungen **915** und **209** aufnehmend gezeigt, die selektiv von dem Ausstoßströmungsteil **207** zugeteilt werden. Ein Ziel ist, dass jeder Kompressor fähig ist, einen Druck bis zu dem höchsten von dem Kreislauf benötigten Druck zu liefern, der ein relativ unbegrenzter hoher Druck ist, der für den Raketenmaschinenbrenner **102** spezifiziert wird. Das zweite Ziel ist entsprechend, die mindeste Masse von der Leitung **922** in den Verbrenner **102** zu liefern, und den Rest mit einem ausgewählten niedrigeren Druck von **404**, der ferner für die Abgabe in eine oder mehrere sekundäre Öffnungen über die Leitung **923** an den Raketenmaschinendüsenabschnitt **120** selektiv unterteilt werden kann, oder über die Leitung **924** in selektive Öffnungen des Konservationsenergiereaktors.

[0173] Das Hauptziel der vorangehenden Alternativen ist, den vollen thermodynamischen Nutzen der 5000 F-Obergrenze und die Kopfdruckfähigkeit des Raketenmaschinenbrenners auszunutzen, um die vorgeschriebene Gesamtkreislaufforderung für die Mindestdruckanforderung von dem Kompressor **134** zu unterstützen, der den größeren Teil der Masse in den Kreislauf liefert und dadurch die Energie verringert, die andernfalls von der Turbine **108** benötigt wird. Diese Energie kann durch den früher beschriebenen stromabwärtigen Strahlantrieb weiter verringert werden. Die erzeugte Schubkraft vergrößert dadurch die Mitziehfähigkeit und die Energie der Strömung für die Lieferung in die Leistungsausgangsturbinen.

[0174] Wie früher in Verbindung mit der Festpunktanalyse für die Kreislaufoptimierung diskutiert wurde, stellt die vorangehende Beschreibung in Bezug auf [Fig. 9](#) die erhöhte Flexibilität, die von den zwei Kompressoren geboten wird, um diesen Teil des Turbinenabgases, der für die Rückgewinnung in dem Kreislauf gewählt ist, selektiv zu unterteilen, beispielhaft dar.

[0175] Uns wieder der Herstellung von Ethylen zuwendend betreffen weitere Konzepte mehrere Funktionen zum optionalen Stoppen der chemischen Reaktionen zu dessen Herstellung. Dies ist komplementär zu den früher für diese Erfindung diskutierten verschiedenen Arten zum Einstellen chemischer Reaktionen auf eine vorgeschriebene Produktlösung. Diese wurden hauptsächlich, mit der Ausnahme von Produkten, die Produkte umfassen, die sich aus Nichtgleichgewichtsmischungen, wie etwa Olefinen, vornehmlich Ethylen, ergeben, in Bezug auf gleichgewichtsbezogene Reaktionen in der Herstellung synthetischer Brennstoffe behandelt.

[0176] Was folgt, erweitert die Behandlung von Ethylen. Die transsonische Strömung wird als eine bessere Steuerung des Millisekundencharakters der Pyrolyseeinwirkzeit und ferner eine Erhöhung der stromabwärtigen selektiven Länge, um die Strömung weiterhin zu beschleunigen, über eine erheblich größere Länge an Reihenabschnitten erweitert.

1. Supersonisch nach Stoß und einem kurzen Intervall mit erhöhtem Druck, um die Strömung durch zumindest eine folgende transsonische Düse sicherzustellen;
2. Alternativ kann die Strömung durch die nächste oder letzte de-Laval-Düse für einige Reaktionen angemessen schnell sein, wenn sie nur ein wenig subsonisch ist.
3. Diese Betriebsart kann zweckmäßig sein, wenn alle Strömungen und zugehörigen Düsen so konstruiert sind, dass sie leicht subsonisch arbeiten, ihre Geschwindigkeit aber stromabwärtig zunimmt, so dass die Beschleunigung nach der Pyrolyse beträchtlich höher wäre, um das Einstellen der Reaktion zu fördern.
4. Noch eine andere Option ist, einen Stoß nach der Pyrolysezone zu programmieren, der die Strömung nach einer leichten Druckzunahme und einer leichten Verlangsamung immer noch weiter beschleunigt.

[0177] Das Hauptziel der vorangehenden beschriebenen Beschleunigungen insbesondere nach der Pyrolyse ist, die geplante Reaktion zu fixieren oder „einzufrieren“, indem die Temperatur der Reaktion zum Fallen gebracht wird, indem die Kontur des Kanals oder des Rohrs konvergiert wird, wodurch die Druckhöhe in kinetische Energie umgesetzt wird. Gemäß Raniere wirkt eine leichte Druckerhöhung direkt nach der letzten Stoßzone, dass die endotherme Reaktion durch die zugehörige Temperaturzunahme ausgeglichen wird. Dies gilt, wobei eine Beschleunigungsströmung bereitgestellt wird und eine Temperaturabnahme folgt.

[0178] Andere Variationen in Bezug auf die vorangehenden Optionen können von Leuten mit Kenntnisreichtum in der Fluidmechanik und/oder Gasdynamik im Zusammenhang dieser Erfindung praktiziert werden, solange das Ziel für Beschleunigungen als eine in situ Kühlfunktion betrieben wird, um die Pyrolysereaktion zu fixieren. Auf diese Weise wird der Bedarf an einer Wassernebelabschreckung entweder beseitigt oder minimiert. Wenn sie verwendet wird, ist ihre bevorzugte Funktion, die Strömung danach durch eine Turbine zu ex-

pandieren, um den Abfall der Temperatur fortzusetzen.

[0179] Die folgenden Kommentare sind zur Unterstützung des Vorangehenden, um Schockwellen für die Pyrolyse zu verwenden. Die fortgeschrittenen Konzepte von Hertzberg, Kamm, Raniere und anderen, die verschiedene Formen der Schockaktivität lehren, können mit der Technik von Millisekundenöfen verglichen und ihr gegenübergestellt werden, die, wenngleich kapitalintensiv, jahrelang erfolgreich auf dem Markt gearbeitet haben und wettbewerbsfähige Anstrengungen herausfordern, um eine einfachere, kompaktere und weniger kapitalintensive Technologie zu erfinden.

[0180] Die andere einfache Tatsache von einem rein fluidmechanischen Standpunkt ist, dass die Strömung in den Rohren eines Millisekundenofens die Pyrolyse ohne Schockwellen durchführt. Während sich Öfen in Bezug auf Rohrformen zwischen Rohverzweigungseingangs- und Abschreckabschnitten unterscheiden, betrachten wir einen M. W. Kellogg-Ofen, wie von Ennis et al. in ihrer Arbeit mit dem Titel „Olefin Manufacture via Millisecond Pyrolysis“ (Chemtech Magazine, November 1975) beschrieben. Die Rohre sind gerade, haben etwa ein Inch Innendurchmesser und sind etwa 36 Fuß lang. Für wesentliche Ethylenausbeuten ist die Einwirkzeit 0,03 bis 0,1 Sekunde bei einem Auslasstemperaturbereich von 870–925 C. Folglich reicht die mittlere Geschwindigkeit bei 36 Fuß von 360 bis 1200 Fuß pro Sekunde.

[0181] Die Schallgeschwindigkeit a ($g \cdot k \cdot R \cdot t/m$)^{0,5}, die für Dampf bei 925 C gegeben ist, beträgt 2700 Fuß pro Sekunde (Gastabellen von Keenan und Kay). Mit gRT konstant, würde so Mach 1 für Produkte sich mit k/m ändern, wobei $k = C_p/C_v$ das Molekulargewicht ist.

[0182] Mit diesem Referenzrahmen kann die Strömung in dieser Erfindung in der Schockwellenbetriebsart durch Beginnen mit einer Machzahl von 3 oder höher zu einer niedrigeren Machzahl selektiv nach unten kaskadieren, um der Pyrolysezone am Ende zu entsprechen, was dann eine leichte Verlangsamung der Strömung vor einer relativ steilen Beschleunigung zu dem Turbineneinlass zulässt. Folglich kann überlegt werden, dass die Pyrolyse selektiv in der letzten Stoßzone als ein „Flaschen“-Stoß oder Kompressionsstoß stattfindet, was mit den von Ascher H. Shapiro in seinem Text „The Dynamic and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow“ unter dem Titel „Normal Shocks in Ducts“, S. 135–137 und 1153–1156 (Ronald Press) 1995, empfohlenen L/D-Verhältnissen übereinstimmt.

[0183] Supersonische Zonen können auch in Reihe bereitgestellt werden, um das Vermischen zuerst für die in situ Dampferzeugung zu fördern und dann die Zuführung mit Dampf zu vermischen, wobei die Zuführung in einer im wesentlichen langsamen Geschwindigkeit, aber schnell genug für die Rohrsauberkeit, dosiert wird, wobei die Dampf-Wasserstoffmischung mit supersonischer Geschwindigkeit strömt. Die Grenzschicht in Rohren wird durch aufeinanderfolgende Stöße in einer „Flaschenstoßzone“ beeinflusst. Wenn Ausgangsbrennstoffe peripher dosiert werden, kann erwartet werden, dass diese Aktion ihre Diffusion in die Hauptströmung unterstützt und das Wachsen der Grenzschicht durch Eintreten in eine Niederdruckzone mit etwas kinetischer Energie, aber immer noch als eine relativ niedrige Geschwindigkeit im Vergleich mit der supersonischen Mitnahmestromung, unterstützen kann. Wenn die Zuführung jedoch in eine Niederdruckzone geleitet wird, kann ihre Geschwindigkeit selektiv erhöht werden, damit die Zuführung tiefer in die Strömung eindringt, um die Vermischung weiter zu fördern, insbesondere vor oder in eine Stoßzone. Eine alternative Betriebsart der Pyrolyse kann, wie früher festgestellt, durch diese Erfindung bei sehr hohen subsonischen Geschwindigkeiten funktionieren.

[0184] Ferner herrscht Übereinstimmung, dass steigende Heizgeschwindigkeiten die Umwandlung für Kohle erhöhen. Siehe US-A-4 278 446 (Von Rosenberg). In Bezug auf eine Temperaturdifferenz von 1500 K für ein gut verteiltes Kohlepartikel behauptet er, eine hohe Heizgeschwindigkeit von 106 K/s zu erreichen. Reaktionsgeschwindigkeiten reichen von 0,6 bis 2,4 Millisekunden in einem supersonischen Zerstäuber mit etwa 2 Meter Länge.

[0185] Ins seinem Bericht an das US-Energieministerium (DE-AC 21-85 MC 22058, März 1987) erreichte das Team Kohleumwandlungsraten von bis zu 70% in etwa 50 Millisekunden. Die Reaktorlänge stromabwärtig von der De-Laval-Düse war bis zu der Abschreckstation 80" lang. Drücke von bis zu etwa 4 ATM und Temperaturen von bis zu 4000 C wurden getestet. Die Strömungen treten in den supersonischen Zerstäuber mit Mach 2,27 ein und verlassen ihn bei Mach 2+.

[0186] Es ist nun von Interesse, eine Heizgeschwindigkeit von 105 K/s auf einen Ethan-gepeisten Dampfpyrolysereaktor von US-A-5 300 216 (Hertzberg) anzuwenden. Sie dient zum Abschätzen des Reaktionslängenabschnitts, der dem Erreichen des 573 C-Temperaturanstiegs gewidmet ist und auf Fig. 2B des Patents ge-

zeigt ist. Die Spitzentemperatur 1000 C ist als ein normaler Stoßanstieg von 427 C als der vermischten Ethan- und Dampftemperatur gezeigt. Die Pyrolysetemperatur ist als 863 C gegeben. Der Abfall von 1000 C auf 863 C ist auf der Zeichnung als eine Zacke hinunter zu der Horizontalen bei 863 C gezeigt. Dies ist über eine Druck- und Mach-Änderung von 9 Bar und Mach 0,44 auf 10 Bar und Mach 0,12 direkt vor dem Abschrecken. Bei 1000 C und 26,7 Bar vermischt sich Dampf mit Ethan mit 381 C zu einer Endtemperatur nach dem Mischen, wie vorstehend festgestellt, von 427 C. Die Machzahl bei dieser Temperatur ist 2,8.

[0187] Der obigen Beschreibung ist durch Anschauen der Patentzeichnungen leicht zu folgen. Der Punkt ist zu zeigen, dass der Anstieg auf 1000 C nicht über den Bereich einer Schockwelle stattfinden könnte. Folglich wird eine voraussichtliche Heizgeschwindigkeit von 105 K/s verwendet, um die Zeit für den Anstieg von 427 C auf 1000 C zu bestimmen, und die zugehörige Entfernung zu der Stoßlinie ist in **Fig. 2B** gezeigt. Die Stoßlinie symbolisiert eine Schockwelle, für die Shapiro (p. 134) 10–5 Inch oder weniger Dicke für Stöße gerade über Mach 1 angibt.

[0188] Die Dicke betrifft auch den mittleren freien Weg zwischen Molekülen. Das Verhältnis der Dicke zu der mittleren freien Weglänge ist 2 für Stöße im Mach 2-Bereich und höher. Um die 105 C/s ins rechte Licht zu rücken, wird die Zeit für den Anstieg bestimmt:

$$t = 573 \text{ C}/105 \text{ C pro s} = 0,0006 \text{ s oder etwa } 0,6 \text{ ms}$$

[0189] Für eine Größenordnungsabschätzung wird die Mischung bei 427 C als Dampf mit 1300 R betrachtet. Aus der Tabelle von Keenan & Kaye ist die Schallgeschwindigkeit für Dampf als 2100 fps (Fuß pro Sekunde) gegeben.

$$\text{Mach } 2,8 \times 2100 \text{ fps} = 5880 \text{ oder } 6000 \text{ fps}$$

[0190] Die zugehörige Reaktorlänge ist
 $6000 \text{ fps} \times 0,0006 \text{ s} = 3,6 \text{ Fuß}$

[0191] Diese Länge ist in der gleichen Größenordnung wie in der Arbeit von Von Rosenberg für das Energieministerium. Diese Geschwindigkeit verblasst jedoch in Bezug auf die Geschwindigkeit, die für einen 573 C-Temperaturanstieg erforderlich wäre, wenn er in einer Entfernung von 10–5 Inch stattfinden müsste.

[0192] Dies ist nicht die zu erhebende Frage, sondern die Raum-Zeit-Beziehung, in der er stattfand. Vermutlich begann die Temperatur in der sogenannten Mischzone von **Fig. 1** und 2B zu steigen.

[0193] In diesem Zusammenhang ist es nennenswert, die Arbeit von Ranieri, US-A-4 724 272, zu vergleichen. Er stellt die Pyrolyse in den mehreren Stoßzonen deutlich dar, wie es Von Rosenberg tut. Ranierers **Fig. 1b** zeigt dort eine stetig ansteigende Temperatur, die einer linearen Geschwindigkeitsverzögerung entspricht. Ranieri unterhält durch den Hauptteil des Reaktors eine supersonische Geschwindigkeit über Mach 2, wobei mehrere Stöße oder „Flaschenstöße“ beginnen, stattzufinden. Die Strömung wird subsonisch, bevor sie in einen konvergierenden subsonischen Zerstäuber eintritt. Sein Reaktor verarbeitete 1500 Tonnen Methan pro Tag, was 43 Tonnen Ethylen pro Tag ergab, während Methan und Wasserstoff wiederverwendet wurden. Er entwickelt eine Mach 2-Strömung mit etwa 3 Atmosphären, die den Strahl mit Energie versorgt und betreibt die Pyrolyse bei 500 bis 2000 C.

[0194] Diese Betriebsdetails werden erwähnt, weil sie weit unterschiedlich zu denen von Hertzberg sind. Sie verdeutlichen die Plausibilität eines Verfahrens gemäß dieser Erfindung, das einen großen Bereich an Flexibilität und Kontrolle mit dem weiteren Vorteil der Erleichterung eines großtechnischen Ausbaus bereitstellt, welcher die Verwendung von Stößen nicht ausschließt, aber eine alternative Ausführungsform eines Reaktors darstellt, der dafür konzipiert ist, hohe subsonische Strömungen zu beschleunigen, der Stöße selektiv zum Mischen, und/oder die Pyrolyse verwenden kann, der aber andererseits durch die weitere Ausführungsform ganz ohne Stöße arbeiten kann.

[0195] Indem man bei dem Gesamtenergieaspekt dieser Erfindung und hier in Bezug auf die Herstellung von Ethylen (was aber auch in der Herstellung anderer Synthesegase praktiziert werden kann) bleibt, wird Dampf in situ in dem Verbrenner der Raketenmaschine erzeugt. Wenn notwendig, kann zusätzlicher Dampf direkt stromabwärtig von der Raketenmaschinendüse erzeugt werden, wo nach Bedarf zusätzliche Wärme hinzugefügt werden kann.

[0196] Der bevorzugte Brennstoff für die Raketenmaschine ist Wasserstoff. Wenn folglich mehr Raum für die Dampferzeugung benötigt wird, kann die Wärme dafür aus dem Zünden des zugehörigen zusätzlichen Was-

serstoffs, der entweder (vorzugsweise) als Teil des Strahls strömt oder untergeordnet direkt stromabwärtig von dem Strahl hinzugefügt wird, bereitgestellt werden. Der Wasserstoff wird von einer unabhängigen Raketenmaschinen-Leistungsquelle als ein Erststufen-Betrieb an die vorangehenden Ethylen-Cracker-Ausführungsformen bereitgestellt. Andere Brennstoffe können verwendet werden, solange die Verbrennungsprodukte frei von Sauerstoff sind und auch chemisch mit der Pyrolysefunktion kompatibel sind. Ein Strahl, der ein bisschen reich an Wasserstoff ist, ist in einigen Pyrolysebetrieben ebenfalls kompatibel. Dessen Gehalt wird natürlich für die Nachstrahlverbrennung erhöht, wenn stromabwärtig von dem Strahl zusätzlicher Dampf benötigt wird.

[0197] Beschreibung der Erfindung – In der Pyrolyse von Olefinen unter Bezug auf sonische und/oder transsonische Strömung ist [Fig. 10](#) ein Diagramm eines geschlossenen Kreislaufs einer nahezu totalen Dampfergiepyrolyse zur Herstellung von Olefinen in der transsonischen Betriebsart, die von der Raketenmaschine mit Energie versorgt wird.

[0198] Die alternative Betriebsart, in der die Strömung nahezu sonisch ist und kontinuierlich durchweg subsonisch ist, ist nicht konfiguriert.

[0199] Natürlich sind Kombinationen der zwei Betriebsarten immer noch im Kontext dieser Erfindung, wie von Fachleuten auf dem Gebiet der Gasdynamik ohne weiteres zu verstehen, insbesondere, wenn es in der Fluidmechanik einen Übergang von der in situ Gasdynamik zu subsonischer Venturi-Strömung gibt.

[0200] Uns nun [Fig. 10](#) zuwendend:

1001 ist ein Raketenmaschinenbrenner, der für Temperaturen von bis zu 5000 F und relativ unbegrenzte Drücke konstruiert ist. **1002** ist eine de-Laval-Düse, die für den von Mach 0,8 bis 5 konstruiert ist.

[0201] Dampf wird in **1001** in situ erzeugt, indem Wasser in den Raketenmaschinenbrenner eingespritzt wird. Wenn in dem Verfahren zusätzlicher Wasserdampf erforderlich ist, findet dies in dem Zerstäuber **1003** statt, der in diesem Fall von der de-Laval-Düse in dem Bereich von Mach 0,8 bis 0,9+ mit Energie versorgt wird, wobei die Kombination aus **1002** und **1003** ein Venturi-Rohr umfasst, in dem zusätzliches Wasser für die Dampferzeugung eindosiert wird.

[0202] Wenn kein zusätzlicher Dampf erforderlich ist, sind die Düsen **1002** und **1003** für supersonische Strömung im Bereich von Mach 1+ bis 5 konstruiert.

[0203] In jedem Fall sind die Düse **1004** und der Zerstäuber **1005** transsonisch zum Liefern supersonischer Strömungen in den Kanal **1006**, der bevorzugt einen konstanten Querschnitt hat (wenngleich ein leicht divergierender Kanal zulässig ist). In jedem Fall sind die Konstruktion und die zugehörige Verfahrensströmung bevorzugt so programmiert, dass aus **1006** eine subsonische Strömung hervorgeht, deren Druck durch eine leichte Divergenz in der (nicht gezeigten) Erweiterung des Kanals **1006** erhöht werden kann, bevor dieser in **1007** stark in die eng gekoppelte Expansionsturbine **1008** konvergiert, die Leistung P abführt, welche optional auf die Turboabgasladung oder die Erzeugung von Wechsel- oder Gleichspannungselektrizität angewendet werden kann, die vorzugsweise innerhalb des Verfahrens verwendet werden soll.

[0204] Was folglich beschrieben wird, ist eine quasi geschlossene Schleife für die nahezu totale Energieumwandlung, wobei die prinzipielle Energiequelle (wobei man sich an diese Erfindung und das Prinzip der vielen vorhergehenden Ausführungsformen hält) die Raketenmaschinen-Leistungsquelle **1001** als eine Druck-Temperatur-Kaskade ist, wobei die Turbine **1008** einen Teil der Energie in Auskopplungsleistung P umwandelt, die ohne Spezifität, wie sie von jemandem, der in herkömmlichen Verfahrenstechnik versiert ist, praktisch angewendet werden kann, an den Kreislauf rückgeführt werden kann.

[0205] Nun in der Schleife weitermachend strömt die Strömung in den Kondensator **1009**. Das durch Pfeile angezeigte Kühlwasser (ohne Nummer) wird bevorzugt als die Quelle für Dampf eingesetzt und weiter geheizt, um in eine Erststufen-Raketenmaschinen-Leistungsquelle und den Konservationsenergiereaktor zugeführt zu werden, der Wasserstoff oder Wasserstoff-enthaltendes Brennstoffgas durch die Leitung **1022** der Zweitstufen-Raketenmaschine in den Verbrenner **1001** liefern soll.

[0206] Der Sauerstoffbedarf zum Zünden des Verbrenners **1001** kann auf der Leitung mit Systemdruck herkommen oder kann durch die effiziente Leistungsquelle der vorhergehenden Ausführungsformen komprimiert werden. Für diese Betriebsart ist das Oxidationsmittel in [Fig. 10](#) als Sauerstoff dargestellt. Eine alternative Betriebsart unter Verwendung von Luft würde eine ähnliche Kompressoreinrichtung erfordern.

[0207] Ein weiteres Verfahren kann das Verteilen von umfassen: zusätzlichen Wasserstoff **1015** stromabwärtig mit dem Ausgangsbrennstoff über **1003** auf die Pyrolysereaktionszone 1 und/oder als **1016** über **1004** in die Zone 2 und/oder über **1005** in Zone 3. In jedem Fall müssen die Strömungen durch eine geeignete Einrichtung gesteuert und dosiert werden, wie es mit allen Strömungen in dem Verfahren der Fall ist, um die vorgeschriebene Stöchiometrie zu beeinflussen.

[0208] Die alternativen Funktionen des Kanals **103** sind: mehr Dampf als notwendig zu erzeugen, hohe subsonische Strömungen zu erzeugen oder hohe supersonische Strömungen in Bezug auf den Strahl **1002** zu erzeugen. Jede Betriebsart, jede Konstruktion und koordinierte Strömungsspezifikation sind maßgeschneidert, um einem programmierten Verfahren zu entsprechen. Diese Funktionen wurden früher als eine zusammenhängende Reihe von Kanälen **1002, 1003, 1004, 1005, 1006** und **1007** beschrieben.

[0209] Die Reihe wird weiter als Funktionen in den Zonen 1 bis 4, insbesondere unter Bezug auf das rechte und linke Ende des Kanalabschnitts **1003** beschrieben. Folglich konvergiert sie für jede der folgenden Funktionen nach rechts zum:

- A. Beschleunigen hoher subsonischer Strömungen zu und durch ihr äußerstes rechtes Düsenende durch eine Gesamt-Venturi-Wirkung von dem Strahl **1002** auf der linken Seite;
- B. Aufbauen einer angemessen hohen statischen Druckhöhe an dem größten Zwischenquerschnitt des Kanals **1003**, um einen transsonischen Strahl an ihrer Düse am rechten Ende zu erzeugen, wodurch eine hohe supersonische Strömung von der Zone 1 zu der Zone 2 erzeugt wird; und Fortsetzen der supersonischen Strömung, um selektive „Flaschen“-Stöße oder einen normalen Stoß in der Zone 3 zu erzeugen.
- C. Entwickeln einer ausreichend hohen Machzahl (bis zu Mach 5 oder höher) nach Bedarf an dem Strahl **1002**, so dass durch Erzeugen eines Übergangsstoßes, wenn die Strömung in die rechte oder konvergierende Kontur des Kanals **1003** eintritt, genug statische Druckhöhe behalten wird, um selektiv eine hohe subsonische Geschwindigkeit oder eine niedrigere supersonische Geschwindigkeit an der rechten Düse der Zone 1 zu erzeugen.

[0210] Wenngleich die gerade beschriebene kaskadierende Mach-Sequenz eine verlangsamte Strömung durch die Zone 1 bewirkt, kann die Kaskade durch Auswählen eines Stagnationsdrucks in dem Raketenmaschinenbrenner **1001** koordiniert mit dem Strahl **1002** bestimmt werden, so dass die Strömung durch das rechte Ende der Zone 1, wie vorstehend festgestellt, entweder eine hohe subsonische oder eine ausreichend supersonische Strömung ist.

[0211] Trotz der Verlangsamung sind die Kanäle **1006** und **1007** (betrifft die Zonen 3 und 4) ferner korreliert und dabei konturiert, um die Strömung, wie früher beschrieben, zu beschleunigen. Auf diese Weise werden die Strömungen durch die Zonen 3 und 4 für die Fälle A < B und C ebenso beschleunigt. Außerdem gelten die vorangehenden Funktionen für Strömungen durch die Zone 1 ungeachtet der Dampferzeugung darin.

[0212] Ein Hauptziel dieser Erfindung ist, einem weiten Bereich an Ausgangsbrennstoffen und der zu einem großen Bereich an Strömungen führenden Herstellung entgegenzukommen, ebenso wie den großtechnischen Ausbau von Prototypen zu erleichtern. Sie ist daher auf keinen Fall auf 4 Zonen eingeschränkt, sofern die Funktionen der Zonen 3 und 4 zum Beispiel 5 und 6 werden. In diesem Fall würde die Zone 1 als 1 und 2 wiederholt, wobei die Zonen 2 und 3 zu 3 und 4 würden.

[0213] Andererseits kann für manche Verfahren eine kürzere Reihe angewendet werden. Folglich kann die Zwischenzone 2 die rechte Seite von Zone 1 werden, wobei das rechte Ende der Zone 1 gestrichen wird und so weiter.

[0214] Der kondensierte Dampf und das Produktgas aus dem Kondensator **1009** werden in **1010** getrennt. Die Produktgase, größtenteils Olefine, werden für die weitere Verarbeitung und Verwendung abgeführt. Das abgetrennte warme Wasser wird von **1011** gepumpt, um das Wasser **1013** zum Rückkoppeln des Pyrolysedampfs in den Düsenzerstäuber **1002–1003** zu werden, nachdem überschüssiges Wasser an der Station **1012** umgeleitet wird. Die Rücklaufwasserströmung **1013** wird dann in die Strömung **1017** für die Hochdruckeinspritzung in den Verbrenner **1001** und/oder als Hoch- oder Niederdruckströmung direkt stromabwärtig von dem Strahl geteilt. Wasser **1014** auf niedrigem Druck von einer äußeren Quelle ist hauptsächlich für den Anlauf und als eine Abschaltfunktion für spätere Einstellungen für eine Strömung im stationären Zustand gedacht.

[0215] Als eine zusätzliche Funktion wird Dampf **1014** abgezapft und durch das Steuerventil D umgeleitet, um die Grenzschicht zu minimieren oder weitgehend zu beseitigen, die durch „Flaschenstöße“ entwickelt wird, welche Grenzschichten in Kanälen mit konstanter Fläche entwickeln. Dieser Dampf kann am Anfang oder

durch die Grenzschichtregion durch Perforierungen, Schlitze ausgestoßen oder durch poröse Medien gezwungen werden.

[0216] Eine andere Ausführungsform verwendet Dampf **1021** als eine Abschaltfunktion und alternativ, um tatsächlich die gesamte oder das meiste der in situ Dampferzeugung zu beseitigen. Sie tut dies, während sie immer noch das quasi totale Energieziel dieser Erfindung ebenso wie die vorstehend beschriebenen dynamischen Fluid- und Gasfunktionen beibehält.

[0217] Die Dampfzuführung **1021** kann auch mit schmutzigem Dampf bereitgestellt werden, der in manchen Anlagen verfügbar ist. Sauberer Dampf kann von einem getrennt geheizten Dampfgenerator oder Boiler geliefert werden, der mit dem Pyrolysekreislauf integriert ist. Folglich wird das Kondensat **1013** nun, anstatt, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, zur Verteilung in den Raketenmaschinenkomplex zu strömen, durch ein Reinigungsverfahren geleitet, bevor es an den Boiler rückgeführt wird.

[0218] Der Vorteil der Boilerausführungsform ist, dass sie die Menge an Wasserstoff für den Pyrolysekreislauf minimiert. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Boiler mit seiner eigenen Raketenmaschinen-Leistungsquelle versehen, die, wie früher für die anderen Boilerausführungsformen dieser Erfindung beschrieben, Brennstoff für den Boiler liefert.

[0219] Wenn der Boiler ausschließlich für den Pyrolysekreislauf bestimmt ist, ist das bevorzugte Brennstoffgas, das durch, seine Raketenmaschinenenergie geliefert wird, Wasserstoff und Kohlendioxid, da es überschüssig hergestellt werden kann, so dass der Überschuss umgeleitet wird, um die ergänzende Raketenmaschinenenergieversorgung des Pyrolysezugs zu zünden. Dieses Zünden wird programmiert, um die Temperatur von Dampf aus dem Boiler, der in den gleichen Raketenmaschinenbrenner eintritt, mit einem gemeinsamen kontrollierten Druck einzustellen oder ihn zu erhöhen. Das Kohlendioxid ergänzt und steigert folglich den Boilerdampf als das Pyrolysemedium. Wenn Luft das Oxidationsmittel ist, wird das Pyrolysemedium Dampf, Kohlendioxid und Stickstoff.

[0220] Dieser Boiler kann auch derart konstruiert werden, dass er als eine Ergänzung zu der Turbine **1008** eine zusätzliche Menge an Dampf erzeugt, um eine Dampfturbine mit Energie zu versorgen, wodurch eine Ausrichtung in Richtung der Gesamtenergie des Verfahren bereitgestellt wird. Ein anderer Vorteil der Boilerausführungsform ist, dass sie den Sauerstoff- oder Luftbedarf und folglich die mechanische Verdichtung minimiert, die erforderlich ist, um die Raketenmaschine für den Pyrolysezug mit Energie zu versorgen.

[0221] Der Pyrolysezug kann neben einer großen dampferzeugenden Anlage auch ein kleiner Prozess sein. Folglich werden alle früher beschriebenen Funktionen und Kombinationen ähnlich angewendet.

[0222] Uns wieder der Nichtboiler-Ausführungsform zuwendend, ist das bevorzugte Brennstoffgas, das an die Raketenmaschine bereitgestellt werden soll, um den Pyrolysezug mit Energie zu versorgen, Wasserstoff und Kohlendioxid. Der Wasserstoff wird gezündet, um in situ Dampf aus Wasser zu erzeugen. Folglich sind aufgrund der Kohlendioxidergänzung weniger Dampf und weniger Wasserstoff notwendig, und natürlich wird aufgrund der Stickstoffergänzung für das Pyrolysemedium, wie für die Boilerausführungsform beschrieben, noch weniger benötigt, wenn der Wasserstoff mit Luft gezündet wird.

[0223] Die Hauptenergiequelle für den Kreislauf ist die kaskadierende Temperatur und der Druck, die in dem Raketenmaschinenbrenner entwickelt werden. Die Steuerparameter für den Kreislauf sind die vorgeschriebene Temperatur und der Druck, der für die Pyrolysereaktion entwickelt werden soll, wann immer ihr Stattfinden programmiert ist. In dem Ausmaß, in dem der Pyrolysedruck für die gewünschte chemische Reaktion vorteilhaft erhöht werden kann, wird bevorzugt, einen Druck aufzubauen, um die abgeführte Turbinenleistung in Richtung der Annäherung an die bei **1011** benötigte Pumpleistung zu erhöhen. In Niederdruckreaktionen wird das Energiegleichgewicht angenähert, indem die Strömung in der Leitung **1018** erhöht wird, während die Strömung in der Leitung **1017** gegen null gesteuert wird. Die Bilanz wird weiter verbessert, wenn genug Energie erzeugt wird, um den Kompressor **1020** anzutreiben, der die gecrackten Gase durch die Leitung **1014** liefert.

[0224] Wie noch nicht erwähnt, kann etwas Kondensat rückgeführt werden und direkt von dem konvergierenden Kanal **1007** als ein Abschreckmedium angewendet werden, um als ein zusätzlicher Weg zur Verringerung der Temperatur der Strömung nach der Pyrolyse mitzuhelfen, um die Olefinreaktion zu fixieren. Die Zunahme der Massenströmung durch die Turbine dient in gewissem Maß zum Ausgleich des Energieverlusts aufgrund der Abnahme der zugehörigen Turbineneinlasstemperatur.

[0225] Zusammengefasst wurden zwei prinzipielle Ausführungsformen in Bezug auf einen Zweitstufen- oder gemeinsamen Endstufen-Reaktorzug, wie in [Fig. 10](#) gezeigt, vorgestellt. In dem ersten Fall umfasst die erste Stufe eine kaskadierende Raketenmaschinenquelle von Brennstoffgas und Energie für die Endstufe, und Dampf wird in situ erzeugt. In dem zweiten Fall umfasst die erste Stufe einen Boilerraketenmaschinenkomplex, wobei der Boiler Dampf und Druck größtenteils für die zweite Stufe bereitstellt, und die Raketenenergiequelle stellt den Brennstoff für den Boiler und ein vorgeschriebenes überschüssiges Brennstoffgas für die zweite Stufe bereit.

[0226] Jeder Zweitstufenkomplex stellt einen quasi totalen Energiereaktorkreislauf für chemische Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsprozesse dar, wobei praktisch alle mechanische Verdichtungsenergie innerhalb der Schleife zuerst in Wärme und dann in chemische Energie und wahrnehmbare Wärme in den Produktchemikalien umgewandelt wird.

[0227] Ferner kann von Leuten, die mit dem Stand der Technik der Fluid- und Gasdynamik ebenso wie der Herstellung von Dampf vertraut sind, ohne weiteres gefolgert werden, dass die am Anfang dieser Erfindung beschriebene Raketenmaschinenquelle für Energie und Brennstoff, einschließlich den Boilervariationen, letztlich auch für die kinetische Steuerung in Gleichgewichtsreaktionen angewendet werden kann, wie in Bezug auf [Fig. 10](#) für Pyrolysereaktionen, welche die Herstellung von Olefinen und Diolefinen betreffen, beschrieben.

[0228] Zum Schluss der Offenbarung umfasst diese Erfindung die Abgabe von Energie in einer Kaskade an eine oder mehr Kraftmaschinen, Expansionsturbinen zum Beispiel so, dass die letztendliche Abgabe Elektrizität oder mechanische Arbeit ist. Innerhalb des Kaskadenablaufs werden Kohlenwasserstoffbrennstoffe oder anderes kohlenstoffhaltiges Material einer aero-thermochemischen Antriebskraft, einem relativ unbegrenzten Stagnationsdruck und Verbrennungstemperaturen bis zu 5000 F zur Lieferung von Strahlen mit kompatibler Formulierung ausgesetzt, um stromabwärtig eingeleitetes kohlenstoffhaltiges Material, zu bombardieren und/oder sie mitzuziehen. Die Folge ist die Herstellung eines Brennstoffgases, das wirtschaftlicher und physiochemisch für die Kraftmaschine zweckmäßiger ist. Das Abgas von der Kraftmaschine ist dann für einen Kreislauf geeignet, wobei es wiederverdichtet wird und mit dem Kopfdruck an den obersten Teil der Kaskade geliefert wird. Der Teil des Abgases, der zum Abführen umgeleitet wird, kann verwendet werden, um das Oxidationsmittel und den Brennstoff, der für die Wiederverdichtung des Abgases in den Kreislauf eintritt, vorzuheizen. Der Brennstoff für die Wiederverdichtung stellt einen wesentlichen Teil des Verbrennungskopfdruckbedarfs dar. Ebenso nachgewiesener Brennstoff kann an einem oder mehreren Orten stromabwärtig des obersten Strahls auch für die Strahlantriebsmitführung, das heißt, zwischen dem obersten Strahl und dem Kopf der Turbine oder einer anderen Kraftmaschine, wo Brennstoffgas mit dem ausgelegten Temperatur und Druck gezündet wird, angewendet werden.

[0229] Der Reaktor kann Reaktantenprodukte für jeden Zweck transformieren – mit oder ohne Erzeugung von Elektrizität. Ferner kann Abwärme auf eine endotherme Wärmeanforderung für viele Reaktionen ähnlich den in dieser Erfindung beschriebenen angewendet werden. Wasserstoff und Synthesegase für Ammoniak, Methanol und andere Petrochemikalien werden bereitgestellt. Ethylen, Acetylen und andere gecrackte Pyrolyseprodukte werden für eine stromabwärtige Veredelung und petrochemische Betriebe bereitgestellt. Mischreaktionen mit Feststoffen, wie Eisenoxiden und Eisenschwamm für Stahlwerke und Brennstoffzellen, erzeugen mit dieser Erfindung ebenfalls außergewöhnliche Ergebnisse. Schließlich sind Temperatur und Druck in hohem Maße von den Antriebsreaktionen für die Vollendung durch eine oder mehrere transsonische Zonen abhängig. Durch dosierte und kontrollierte Stöchiometrie mit in Millisekunden stattfindenden Reaktionen und mit heftiger gasdynamischer Tätigkeit kann die kinetische Steuerung in den Verfahrensbetrieben über relativ kurze Zeitspannen entwickelt werden. Die dosierte und abgestufte Stöchiometrie in einer kinetisch gesteuerten Reaktionsumgebung führt zum autothermischen Abschrecken. Falls gewünscht, kann herkömmliches Abschrecken zum Einfrieren der Zwischenreaktionsstoffarten verwendet werden. Auch Katalysatoren können zusätzlich verwendet werden, um die Reaktion bei weniger strengen Betriebsbedingungen zu fördern und gleichzeitiges Entfernen von Schwefel und anderen Schadstoffen zu erreichen.

[0230] Das Anwenden der in dieser Erfindung beschriebenen Energiequelle auf eine ganze Vielfalt an Verwendungen elektrischer Energie, chemischer und anderer Verfahren kann einen grollen Bedarf in der Industrie und der Welt erfüllen.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren, umfassend die Schritte:
 - a. Bereitstellen eines Systems umfassend einen Kompressor (**134**), einen Verbrenner (**102**) und einen adiabata-

tischen Tunnel (**121–132**) mit Zweigleitungseinlässen;

b. selektives Zuführen eines Oxidationsmittels und zumindest einem von einem Ausgangsbrennstoff und einem Brennstoff mit erhöhtem Druck zu zumindest einem von dem Verbrenner (**102**) und dem adiabatischen Tunnel (**121–132**) über Zweigleitungseinlässen für eine Verbrennungsreaktion, ungeachtet deren Ausmaß, in dem Tunnel;

c. Erzeugen der Verbrennungsreaktion bei erhöhter Temperatur und dem Druck;

d. Zuführen von Verbrennungsreaktionsprodukten durch den adiabatischen Tunnel (**121–132**);

e. Ausbilden einer vorgeschriebenen Masse von Gas mit einer vorgeschriebenen Temperatur und vorgeschriebenem Druck an dem Ende des Tunnels (**121–132**) für zumindest eine ausgewählte Endverwendung für Energie- oder chemische Produktion;

f. Bereitstellen von zumindest einem Abgas aus dem Verfahren;

g. Rückführung des Abgases und/oder des Wärmeinhalts von dem Abgas durch Wiederverdichten des Abgases in dem Kompressor (**134**) als ein Teil einer Strömung von Gas; und

h. Wiederverwenden und Vermischen der Strömung von Gas und der Verbrennungsreaktionsprodukte in zumindest einem von dem Verbrenner (**102**) und dem adiabatischen Tunnel (**121–132**).

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei eine Raketenmaschine (**102**) als der Verbrenner dient, der zum Verbrennen bis zu 5.000°F mit relativ unbegrenzten Stagnationsdrücken in der Lage ist, wobei die Maschine einen dampfreichen Strahl mit Energie versorgt, um ein oder mehrere Fluide durchzulassen und voranzutreiben, die durch die Zweigleitungen in dem adiabatischen Tunnel (**121–132**) bereitgestellt werden, wobei die Fluide zunächst mit Anpassungsdrücken hinter oder in einen Düsenabschnitt (**120**) der Raketenmaschine und/oder in stromabwärtige Düsenabschnitte (**131, 132, 128**) in dem Tunnel zugeführt werden, und wobei ferner alle der Fluide konserviert werden, und in dem Tunnel als einheitliche Masse mit der vorgeschriebenen Temperatur und dem vorgeschriebenen Druck an dem Ende des Tunnels als eine Quelle von Produktbrennstoffen, Olefinen/Acetylenen, Synthesegasen, Wasserstoff und/oder der Energie zusammenkommen.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei ein wesentlicher Anteil der Produktbrennstoffe und/oder des Wasserstoffes wiederverwendet werden, um die Raketenmaschine (**102**) und/oder den zumindest einen Kompressor (**134**) anzutreiben.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Produktbrennstoffe verbrannt werden, um Gasturbinen und freie Turbinen mit Energie zu versorgen.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei synthetische Brennstoffe durch Transformationsreaktionen erzeugt werden, die in jedem oder mehreren Reaktoren (**121, 122, 123**) auftreten, die zwischen den Düsenabschnitten (**131, 132, 128**) des Tunnels (**121–132**) verteilt sind.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Produktbrennstoffe zur Erzeugung von Dampf in einem Boiler verbrannt werden, welcher eine mit Dampf versorgte Turbine mit Energie versorgen kann, wobei ein Anteil des Dampfes und/oder ein Anteil des Abgases von der Turbine in den Düsenabschnitt (**120**) der Raketenmaschine (**102**) und/oder die Düsenabschnitte (**131, 132, 128**) des Tunnels rückzirkuliert.

7. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die Produktbrennstoffe durch Transformieren von Wasserstoff enthaltendem Material, Wasser und/oder Dampf erzeugt werden, welche in jeden der Düsenabschnitte (**131, 132, 128**) eingeleitet werden, um mit dem dampfreichen Strahl zu reagieren.

8. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Kompressor (**134**) auch zusätzliches wiedergewinnbares Material zum Zuführen desselben bei Anpassungsdrücken in den Düsenabschnitt (**120**) der Raketenmaschine (**102**) und/oder den stromabwärtigen Düsenabschnitten (**131, 132, 128**) wiederverdichtet, um die Masseströmung der Raketenmaschine zu steigern.

9. Verfahren gemäß Anspruch 1, geeignet zur Erzeugung von Ammoniak, Methanol und/oder Fischer-Tropsches Synthesegas in einem Stadium mit Methan oder natürlichem Gas als Ausgangsbrennstoff, wobei eine Fraktion des Ausgangsbrennstoffs bei zweckmäßigem Druck mit Luft und Wasser verbrannt wird, um einen dampfreichen Strahl aus der Raketenmaschine (**102**) zu erzeugen, wobei die Bestandteile des Strahls autothermisch mit einer vorgeschriebenen Menge von dem Ausgangsbrennstoffmaterial dosiert hinter der Düse oder in den Düsenabschnitt (**120**) der Maschine und/oder in die Düsenabschnitte (**131, 132, 128**) innerhalb des Tunnels und stromabwärts der Maschine reagieren, so dass die Reaktivität mit Strahlströmungen bis zu transsonischer Geschwindigkeiten erhöht ist, welche dann selektiv Schockwellen erzeugen, wie sie erforderlich sind zur Zuführung von dem Ammoniak, Methanol und/oder Fischer-Tropschen Synthesegas mit

Kohlendioxid aus dem Tunnel zur Separation und Reinigung zur weiteren Verarbeitung.

10. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei zwei Raketenmaschinenstufen (**503, 504**) verwendet werden, wobei die erste Stufe (**503**) Kohlendioxid und Wasserstoff bereitstellt, welche in den Düsenabschnitt der zweiten Raketenmaschine (**504**) und/oder den Düsenabschnitten in einem darauf folgenden Tunnel zugeführt werden, der an die zweite Raketenmaschine gekoppelt ist, wobei eine Fraktion des Ausgangsbrennstoffs, Methans oder natürlichen Gases, mit Luft und Wasser in jeder Stufenverbrennung verbrannt wird, um Wärme und dampfreiche Strahlen zu erzeugen, und jeglicher unreakierter Sauerstoff für nachfolgende vollständige Oxidation ultimativ Wasserstoff und Stickstoff in dem richtigen Verhältnis autothermisch für Ammoniak und Kohlendioxid verbrannt wird, um zu dem Tunnel zur Abscheidung und Reinigung für weitere Verarbeitung zugeführt zu werden.

11. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei der Ausgang jeder der Turbinen wesentlich erhöht ist durch Reduzieren oder Eliminieren der Last seines Verbrennungsluftkompressors auf derselben Welle, wenn die Verbrennungsluft durch die zumindest eine unabhängig mit Energie versorgte Kompressoreinrichtung bereitgestellt wird.

12. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei Wasser und/oder Dampf in einen Transformationsreaktor oder eine Gruppe von Transformationsreaktoren (**121, 122, 123**) eingeleitet wird, die in dem Tunnel angeordnet sind, wobei diese in dem Reaktor oder den Reaktoren mit dem Ausstoß der Düse reagiert, die durch den Verbrenner mit Energie versorgt wird, und rückgeführtem Ausstoß der Kompressoreinrichtung, um Wasserstoff zu bilden.

13. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die vorgeschriebene Masse von Gas zugeführt wird, um eine oder mehrere der freien Turbinen mit Energie zu versorgen, und wobei ein Anteil des Abgases von den freien Turbinen in einer Zwischen-Kompressoreinrichtung komprimiert und für Zwischenstufen-Wärmezusätze zwischen zwei oder mehr Turbinenstufen zugeführt wird.

14. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei Wasser in wesentlichen Mengen zugeführt wird, um sich mit dem heißen Abgas von der mit Dampf versorgten Turbine zu vermischen und wobei eine wesentliche Menge des entstehenden Gemisches in die Transformationsreaktionen eingeleitet wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, wobei ferner eine Wärmequelle für eine zweite Raketenmaschinen-Leistungsquelle vorgesehen ist, welche den Ausstoß der zweiten Energiequelle in ein Brennstoffprodukt transformiert.

16. Verfahren gemäß Anspruch 6, ferner enthaltend Bereitstellen eines Wärmetauschers;
einer dritten Raketenmaschine mit einer Düse;
einer Turbine mit einem Verbrenner zur Energieversorgung eines Kompressors;
Zuführen von Brennstoff und Oxidationsmittel zu der dritten Raketenmaschine;
Einleiten des Ausstoßes der dritten Raketenmaschinendüse in den Wärmetauscher, um so den Ausstoß zu kühlen und den Dampf von dem Boiler zu überheizen; und
Überführen des entstehenden überheizten Dampfes zu der Dampfturbine.

17. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Raketenmaschine gezündet wird, eine wesentliche Menge von zusätzlichen Produkten ausstößt, welche in dem Tunnel von zumindest einer anderen Verbrennung als eine zusätzliche Energiequelle und Masse für die Fluidenergie mitgezogen werden.

18. Verfahren gemäß Anspruch 2, welches einen Kreislauf bildet, wobei eine Erststufen-Energiequelle für die Erzeugung von Wasserstoff durch eine Reaktion von Wasserdampf mit irgendeinem der folgenden kohlenstoffhaltigen Reaktionsmaterialien sorgt:

1. Methan
2. Natürliches Gas
3. Kohlencarbon
4. Biobrennstoff
5. Holzkohle
6. Jeglicher Kohlenwasserstoff

wobei das reagierende System, welches es zu einer transsonischer Strömung der Verbrennungsprodukte und zusätzlichen mitgezogenen Verbrennungsprodukten aktiviert wird, wobei die Energien für beide der Verbren-

nungsprodukte durch Verbrennen von Sauerstoff oder Sauerstoffträgern entwickelt werden, und jeder Brennstoff, welcher mit der Reaktion kompatibel ist, entwickelt wird, und wobei die Energie der zusätzlichen Produkte die Kompressionsenergie für bis zu transsonischer Strömung bereitstellt, so dass der Wasserstoff, der entsprechend hergestellt wird, nun in drei Spuren für drei zusammenhängende Verfahren geteilt werden kann, wobei

1. der Wasserstoff in Spur 1 einen Brennstoffzellenvorgang (**500**) mit Energie versorgt und der entstehende Wasserdampfausstoß in einer Druckkaskade von der Erststufen-Energiequelle (**503**, **505**) aufströmt, um mit Sauerstoff als Verbrennungsenergie zur Entwicklung von Energie durch Expandieren der Verbrennungsprodukte der Energie zu zünden;

2. der Wasserstoff in Spur 2 direkt in Verbrennung (**501**) zur Entwicklung zusätzlicher Energie angewandt wird, welche mit der von Spur 1 kombiniert, um deren Verbrennungsprodukte zu erweitern; und

3. der Wasserstoff von Spur 3 mit dem Kohlendioxid (welches aus Wasserstoff erzeugt und abgeschieden wird, bevor der Wasserstoff in die drei Spuren getrennt wird) kombiniert, wobei beide nun durch dominierenden Druck der ersten Stufe mit Energie versorgt werden, um einen Zweitstufen-Druckstrahl zu entwickeln, ohne Verbrennung, welcher seinerseits einen Zweitstufen-Konservationsenergiereaktor (**504**) aktiviert, in welchem der Wasserstoff von Spur 3 Eisenoxid, Fe_3O_4 , reduziert, welches in den Reaktor unmittelbar stromabwärts des zweiten Strahls eingespritzt wird, so dass demgemäß das Folgende resultiert:

A. Eisenschwamm (Fe) wird hergestellt;

B. Kohlendioxid und Wasserdampf, welche noch unter Druck stehen, führen zusätzliche Wärme unter dem Druck zu, um mit anderen Verbrennungsprodukten beim Expandieren zu kombinieren, um die Energie zu erzeugen.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, wobei jede der Spuren allein und unabhängig arbeiten kann.

20. Verfahren gemäß Anspruch 18, wobei Spur 1 und Spur 3 abgeschaltet sind und Spur 2 die Energie für Belastungen außerhalb von Spitzenzuständen bereitstellt.

21. Verfahren gemäß Anspruch 18 für die dritte Spur, wenn das Kohlendioxid aus der Erststufen-Energiequelle niedriger Druck ist oder umgeleitet ist, wobei ein Anteil des Wasserstoffs von der ersten Stufe mit Sauerstoff in der Raketenmaschinenverbrennung (**506**) der zweiten Stufe verbrannt wird, und der verbleibende Wasserstoff in den Düsenabschnitt der Raketenmaschinenverbrennung dosiert wird, um dosiert in zumindest einem stöchiometrischen Verhältnis sich mit dem Eisenoxid vermischt, welches in den Düsenabschnitt und/oder zusätzlichen Düsenabschnitten stromabwärts des Reaktorabschnitts (**512**) dosiert wird, um Eisenschwamm zu erzeugen.

22. Verfahren gemäß Anspruch 21, wobei der Eisenschwamm in dem Raketenmaschinen-Düsenabschnitt und/oder stromabwärtigen Düsenabschnitten in einen Drittstufen-Vorgang (**512**) zugeführt wird, wobei der Eisenschwamm mit Methan reagiert, welches teilweise in der Verbrennung der Maschine oxidiert wird, so dass der resultierende Strahl mit überschüssigem Methan in geeigneten Proportionen mit dem Eisenschwamm reagiert, um Eisencarbid und Wasserstoff zu erzeugen.

23. Verfahren gemäß Anspruch 17, geeignet zur Herstellung von Eisencarbid in zumindest zwei Stufen, wobei Methan teilweise in einer letzten Raketenmaschinenverbrennungsstufe oxidiert wird, wobei ein Strahl mit einer überschüssigen Methanfraktion bereitgestellt wird, oder Methan in stromabwärtige Düsenabschnitte in geeigneten Proportionen dosiert wird, um mit Eisenschwamm zu reagieren, welcher in den Düsenabschnitt der Maschine und/oder stromabwärtigen Düsenabschnitten zugeführt wird, wobei das Eisencarbid und Wasserstoff erzeugt wird, und wobei der Wasserstoff dann in einen geeigneten vorhergehenden Raketenmaschinenreaktor zurückzirkuliert wird, um das Eisenoxid zu reduzieren, wodurch eine wesentliche Menge von Eisenschwamm hergestellt wird.

24. Verfahren gemäß Anspruch 2, geeignet zum Cracken von, beispielsweise, Methan und größtenteils Paraffin-Ausgangsbrennstoffen zu größtenteils Olefin- und Diolefin-Gemischen, Methan zu Ethylen/Acetylen und Ethan zu Ethylen, wobei eine große Dampfquelle in einer Raketenmaschinenverbrennung entwickelt wird, um einen transsonischen Strahl abzugeben, um mit Ausgangsbrennstoff zu interagieren, welcher in den Düsenabschnitt hinter dem Strahl und/oder in stromabwärtige Düsenabschnitte des Strahls dosiert wird, demgemäß zur Abgabe von Ethylen und Dampf für geeignete Separation crackt.

25. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei der stromabwärtige Reaktor zumindest zwei optionale Crackzonen zur flexiblen Anordnung präziser Schockzonen unter verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten und schockbezogener Druckdifferenzen für einen wesentlichen Bereich, der durch den relativ unbegrenzten Stagnationsdruck in der Raketenmaschinenverbrennung geboten wird.

26. Verfahren gemäß Anspruch 24, geeignet zur Herstellung von Ethylen, wobei Synthesegas, welches als ein Pyrolysegas in einer Erststufen-Zufuhr zusätzlich zur Erzeugung einigen. Synthesegases für Ausfuhr und/oder für Energieerzeugung co-produziert wird, wobei eine zusätzliche Menge in einer Wiederverwendung als eine wesentliche Quelle von Brennstoff für die Raketenmaschine und/oder den Primärbeweger bzw. die Antriebsmaschine bereitgestellt wird, so dass durch Differenz der Gesamtsynthesegasströmung hinreichend Synthesegas für die Erzeugung von Ethylen gemäß der nachfolgenden Prozedur bereitgestellt wird, wobei Synthesegas mit hohem Druck in vorgeschriebener Menge in die Verbrennung einer Zweitstufen-Raketenmaschine zugeführt und darin verbrannt wird, um einen geeigneten Pyrolysestrahl zum Cracken von Methan zu erzeugen, welches in den Düsenabschnitt der Raketenmaschine und/oder ein oder mehr Düsenabschnitte stromabwärts der Düse zu der Endstufen-Raketenmaschine dosiert wird.

27. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei sub- und supersonische Ströme als ein oder mehrere symmetrische Paare organisiert werden, welche in und entlang der Hauptströmung abbiegen und glättet, die durch den Maschinenstrahl erzeugt wird, wie er mit einer vorgeschriebenen Menge von Ausgangsbrennstoff sich vermischt, welcher in den Maschinendüsenabschnitt und/oder ein oder mehrere der Düsenabschnitte stromabwärts gerichtet wird.

28. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei geeignete Anordnungen vorgesehen werden, um die Produktströmung unter Verwendung von Dampf, Wasser oder anderen Chemikalien zumindest teilweise zu dämpfen.

29. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Energie angewandt wird, um in einer Gasturbine oder in einer oder mehreren freien Turbinen zu expandieren, wobei zumindest ein wesentlicher Teil der Abgase aus den Turbinen wieder verdichtet werden und zur Vermischung mit den Produkten der Verbrennung in Übereinstimmung mit der vorgeschriebenen Temperatur und Masse für die Ausfuhergie der Turbinen gerichtet wird.

30. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei die Wärme und/oder die Masse den Bedarf der Turbinen übersteigt, wobei der Überschuss thermochemisch in Brennstoff für zumindest die Energieversorgung des Kompressors und/oder der Raketenmaschine umgewandelt wird.

31. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei reaktives Material in den Tunnel zur thermochemischen Umwandlung in Wasserstoff, synthetische Brennstoffe, Olefine/Acetylene und andere chemische Produkte eingeleitet wird.

32. Verfahren gemäß Anspruch 2, geeignet für eine Crack-Reaktion oder eine andere chemische Reaktion, wobei eine große Dampfquelle in einer Raketenmaschinenverbrennung zur Abgabe durch eine transonische Düse zur Interaktion mit zugeführtem Ausgangsbrennstoff entwickelt wird, der in den Düsenabschnitt der Maschine und/oder in einen oder mehrere stromabwärtige Düsenabschnitte dosiert wird, wobei das Cracken oder die andere chemische Reaktion zumindest an einer Reaktorstation zwischen den Düsenabschnitten über einen Bereich von Strömungsgeschwindigkeiten und Dampf-zu-Einspeisung-Verhältnissen programmiert wird, wodurch jeweils die Produkte des Crackens oder der anderen chemischen Reaktion resultieren.

33. Verfahren gemäß Anspruch 32, wobei der Ausgangsbrennstoff optional in eine Hochdruckseite oder eine Niederdruckseite der transonischen Düse und/oder in die Hochdruckseite oder die Niederdruckseite der stromabwärtigen Düsenabschnitte gerichtet wird.

34. Verfahren gemäß Anspruch 32 oder Anspruch 33, wobei die Reaktorstationen optionale Reaktionszonen zur Steuerung von Gewinnselektivität über weite Strömungsgeschwindigkeiten für verschiedene Drücke umfassen, welche durch relativ unbegrenzten Stagnationsdruck in der Raketenmaschinenverbrennung geboten wird.

35. Verfahren gemäß Anspruch 33, wobei die Ausgangsbrennstoffe, welche in die Düsenabschnitte eintreten, durch transonische Geschwindigkeiten durch die Hauptdüse aus der Raketenmaschine beschleunigt werden, welche auf bis zu Mach 5 und höher programmierbar ist.

36. Verfahren gemäß Anspruch 32, wobei Dampf in situ durch Wasser erzeugt wird, welches in die Verbrennung und/oder in einen zusätzlichen Abschnitt unmittelbar stromabwärts der Düse und vor der Reaktorstation dosiert wird, wobei der Dampf durch direkten Wärmeübertrag von dem heißen Strahl, der von der Düse mit einer ausgewählten Temperatur bis zu 5.000 F ausströmt.

37. Verfahren gemäß Anspruch 36, wobei Energie zur Wiederverwendung von Kondensat durch Expan-

dieren der Strömung nach einem Cracken oder anderer chemischer Reaktion bereitgestellt wird.

38. Verfahren gemäß Anspruch 1, geeignet zur Entwicklung einer Quelle von komprimierten heißen Gasen, die in einer Turbine zur Ausfuhr von Energie expandiert werden, wobei ein wesentlicher Anteil des Abgases von der Turbine unabhängig komprimiert und in einen quasi-adiabatischen Tunnel für ultimative Zufuhr von den Gasen zusammen mit anderen Gasen zugeführt wird, welche auch unabhängig komprimiert und ebenso in den Tunnel zugeführt werden, welche zusammen an dem Ende des Tunnels zumindest eine heiße Strömung und eine vorgeschriebene Temperatur und einen vorgeschriebenen Druck für die Ausfuhergie umfassen.

39. Verfahren gemäß Anspruch 38, wobei zumindest ein Anteil der Gase zuerst zu der Verbrennung einer Raketenmaschine an dem Kopf des Tunnels mit einem Druck zugeführt wird, der wesentlich höher als der vorgeschriebene Druck ist, so dass die Differenz zwischen den Drücken im Wesentlichen zu nützlicher Wärme von Reibungswärmeverlusten in dem Vermischen der Gase zwischen der Verbrennung und dem Eingang zu der Turbine umgewandelt werden.

40. Verfahren gemäß Anspruch 38, wobei die unabhängige Kompression durch jeden Primärbeweger bereitgestellt wird und wobei ferner das Abgas desselben Primärbewegers und/oder anderes Abgas von dem Verfahren durch den Primärbeweger wieder verdichtet und in den Tunnel als ein Bestandteil der Gase zugeführt wird.

41. Verfahren gemäß Anspruch 38, wobei die Strömung stromabwärts der Verbrennung unreaktierten Sauerstoff zur Unterstützung eines Nachverbrennungsschubs durch in eine Verbindung in dem Tunnel dosierten Brennstoff enthält, der für die Maximierung des Schubs der dadurch erhöhten Massenströmung in die Turbine ausgewählt ist.

42. Verfahren gemäß Anspruch 4, geeignet zum Wiederverdichten eines wesentlichen Anteils des Abgases von den Turbinen und eines unabhängigen Primärbewegers, wobei der Abschnitt optional ein Anpassen von Druck an das Abgas von dem Primärbeweger zur Lieferung zu der Nähe des adiabatischen Tunnels zur Energieversorgung der Turbinen vermischt wird, und wobei ferner das Defizit der Massenströmung für die Energie durch zusätzliches Verbrennen eines Brennstoffs von konsistenter Chemie mit Sauerstoff bei dem Druck in dem Tunnel ausgeglichen wird, um sich ebenfalls mit dem wiederverdichteten Abgas in dem Tunnel zu vermischen, um in den Turbinen zu expandieren.

43. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, geeignet zum selektiven Aktivieren von Gleichgewichts- und Nicht-Gleichgewichts-Chemiereaktionen, wobei eine Strömung von einem Brennstoffgas ableitet und wobei seine Wasserstoffkomponente weitgehend zu Dampf umwandelt, wenn dieser mit irgendeinem Oxidationsmittel bei der Verbrennung der Maschine verbrannt wird, und wobei dann die Strömung stromabwärts durch zwei oder mehr miteinander verbundene adiabatische Tunnel in Reihe weiterströmt, um Wärme zu überhäufen und zu Überführen, um mit kohlehaltigem Ausgangsbrennstoff zu reagieren, der selektiv in ein oder mehrere Orte in den Tunnels eingespritzt wird, welche selektiv verteilt sind, mit Düsen zum provisorischen Beschleunigen von subsonischen Strömungen und Verzögern kaskadischer subsonischer schockunterbrochener supersonischer Strömungen und wobei ferner die Tunnels kontuiert sind, um mit den Düsen übereinzustimmen und mit diesen verbunden zu sein.

44. Verfahren gemäß Anspruch 1, ferner umfassend den Schritt des Richtens von hoch subsonischem oder supersonischem Dampf oder mit Dampf angereicherter Strahlströmung, um selektiv Gleichgewichts- und/oder Nicht-Gleichgewichts-Chemiereaktionen stromabwärts des Strahls durch zwei oder mehr miteinander verbundene adiabatische Tunnels in Reihe zu aktivieren, wobei die Strömung zum Pyrolysieren und Überführen von Wärme auf reaktiven kohlehaltigen Ausgangsbrennstoff fortschreitet, der selektiv in ein oder mehreren Orten in die Tunnels eingespritzt wird, in welchen Düsen zum Beschleunigen von subsonischen Strömungen und/oder Verzögern von subsonischen schockunterbrochenen supersonischen Strömungen verteilt sind.

45. Verfahren gemäß Anspruch 44, wobei Dampf in einem Boiler erzeugt wird, welcher die oberste oder Erststufenquelle von Druck für die Strömung aus dem Strahl ist.

46. Raketenmaschinen-Energieversorgungsverfahren gemäß Anspruch 2 zur Herstellung von Olefinen und Diolefinen, hauptsächlich Ethylen und Acetylen, wobei Dampf, angewandt für die Pyrolyse oder das thermische Cracken eines weiten Bereichs von Kohlenwasserstoffen einschließlich Methan, Ethan, verflüssigte Petroleumgase, Petroleumfraktionen, Petroleumkoks und Kohle, nacheinander als Kondensat nach Situation

von den Olefinen wiederverwendet werden, durch Pumpen in die Verbrennung der Maschine, wobei das Kondensat durch direkten Wärmeaustausch mit den Produkten der Verbrennung in der Maschine zu Dampf wird, in Vorbereitung für und Bereitstellen der Produkte, die mit der Pyrolyse kompatibel sind.

47. Verfahren gemäß Anspruch 46 oder Anspruch 2, wobei ein brennstoffreiches Gemisch in der Verbrennung der Maschine verbrannt wird, um eine propulsive und/oder heizende Funktion durch Einleiten von Oxidationsmittel zur Vervollständigung der Verbrennung des Gemisches bereitzustellen.

48. Verfahren gemäß Anspruch 46 oder Anspruch 2, wobei das Vermischen durch transonische Strömung durch Bereitstellen von Flaschenschocks und/oder einem oder mehreren fokussierten Schocks in den Tunnelabschnitten vorgesehen ist.

49. Verfahren gemäß Anspruch 46, Anspruch 47 oder Anspruch 2, wobei die Strömungen mit sehr hohen subsonischen Geschwindigkeiten stattfinden.

50. Verfahren gemäß Anspruch 46 oder Anspruch 2, wobei die Grenzschichten durch geeignete Anwendungen von Dampfeinspritzung durch Perforationen, Schlitze in der Wand des Tunnels oder durch Tunnelwände aus porösem Material verteilt werden.

51. Verfahren gemäß Anspruch 44, wobei der Brennstoff für die Maschine, welche die Strahlströmung mit Energie versorgt, mit Sauerstoff verbrannter Wasserstoff ist, wobei der Wasserstoff durch eine Erststufen-Raketenmaschinen-Energiequelle und einen separaten konservierten Energiereaktor bereitgestellt wird, welcher kohlehaltiges Material und Dampf über die Wassergas/Verlagerungsreaktion umwandelt.

52. Maschinenverfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Produkte der Verbrennung durch geeignete Mittel zum Erreichen eines stetigen Zustands im Wesentlichen in der Form $(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) + x(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O})$ kontrolliert werden, wobei der erste Term sich letztlich auf stöchiometrische Verbrennung mit Sauerstoff bezieht, während der komplementäre x-Term die Verdünnung ist, welche die vorgeschriebene Temperatur der Masse von Gas bewirkt.

53. Verfahren gemäß Anspruch 52, wobei die Produkte des ersten Terms $(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O})$, welche kontinuierlich durch den Prozess abgegeben werden, der Kondensation des $2\text{H}_2\text{O}$ -Teils unterworfen werden, um den CO_2 -Teil zur Sequestration durch geeignete Mittel zu separieren.

54. Verfahren gemäß Anspruch 52, wobei eine Gasturbine, die mit Luftausstoßprodukten von Verbrennung in der Form von $(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,52\text{N}_2) + Y(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7,52\text{N}_2)$ ergänzt ist, um mit Sauerstoff zur Beseitigung des Stickstoffterms für den größeren spezifischen Wärmegehalt der resultierenden Masse seiner Produkte der Verbrennung im Vergleich zu Luft derselben Energie ergänzt ist.

55. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei eine Zweigleitung in den Tunnel strömt, unabhängig mit Energie versorgt und komprimiert, wobei jegliche Reibungsverluste in den Zweigleitungen zu nützlicher Wärme in den Strömungen umwandelt wird, welche zum Vermischen mit den Produkten der Verbrennung darin zugeführt wird, was zur Enthalpie für die Energie beiträgt.

56. Verfahren gemäß Anspruch 29, wobei Abgas von den Turbinen dahingehend angeordnet wird, erst eine wesentliche Menge seiner Wärme auf irgendeine oder mehrere der Zweigleitungsströmungen des Abgases zu übertragen, nach der Verbrennung gekühlt und dann zur Vermischung mit den gleichen Strömen, wie sie vor der Kompression gekühlt wurden, umgelenkt werden.

57. Verfahren gemäß Anspruch 55, wobei der Brennstoff, wie er auf die Turbinen angewandt wird, nicht verbrannt wird oder nur teilweise verbrannt wird, um so von den Turbinen mit verbleibendem Brennstoffanteil ausgestoßen zu werden, um bei Wiederverwendung selektiv in einer oder mehreren Verbrennungsreaktionen verbrannt zu werden.

58. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das strahlbetriebene Verfahren zur Herstellung von Olefinen und Diolefinen, hauptsächlich Ethylen und Acetylen geeignet ist, wobei Dampf, der für Pyrolyse oder thermisches Cracken von einem oder mehreren Kohlenwasserstoffen angewandt wird und wobei die Maschine mit Wasserstoff und Sauerstoff befeuert wird, wodurch der erforderliche Dampf für das Cracken erzeugt wird.

59. Verfahren gemäß Anspruch 58, wobei ein oder mehrere Kohlenwasserstoffe aus der Gruppe, beste-

hend aus Methan, Ethan, verflüssigten Petroleumgasen, Petroleumfraktionen, Petroleumkoks und Kohle ausgewählt wird.

60. Verfahren nach Anspruch 59, ferner umfassend die Schritte:

- a. Bereitstellen von zumindest einem zweiten parallel angeordneten System, umfassend einen zweiten Kompressor, einen zweiten Verbrenner und einen zweiten adiabatischen Tunnel mit Zweigleitungseinlässen;
- b. selektives Zuführen eines Oxidationsmittels und zumindest einem von zweiten Ausgangsbrennstoff und/oder Brennstoff mit geringerem Druck in dem zweiten Verbrenner und dem zweiten Tunnel durch jeweilige Zweigleitungen mit kompatiblen Drücken für eine zweite Verbrennungsreaktion, welche parallel zu der Verbrennungsreaktion ausgeführt wird;
- c. Erzeugen der zweiten Verbrennungsreaktion bei erhöhter Temperatur und unterschiedlichem Druck gegenüber der Verbrennungsreaktion, wobei jede jeweils für Wasserstoff- und Ethylenherstellung optimiert ist;
- d. Zuführen der Verbrennungsreaktionsprodukte der zweiten Verbrennungsreaktion durch den zweiten adiabatischen Tunnel;
- e. Ausbilden einer vorgeschriebenen Masse von Gas mit einer vorgeschriebenen Temperatur und einem vorgeschriebenen Druck an dem zweiten Tunnel für zumindest eine ausgewählte Endverwendung für Energie- und/oder chemische Produktion;
- f. Bereitstellen von zumindest einem zweiten Abgas aus dem zweiten System;
- g. Wiedergewinnen des zweiten Abgases und/oder des Wärmegehalts der zweiten Verbrennung durch Wiederverdichten des zweiten Abgases in dem zweiten Verdichter als ein Teil einer zweiten Strömung von Gas; und
- h. Wiederverwenden und Vermischen jeder der Strömungen von Gas und der Kombinationsreaktionsprodukte von jeder der Verbrennungsreaktionen in den Verbrennern und den adiabatischen Tunnels.

61. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei die Verbrennungs- und Reformationsreaktionen in Rückmischströmungen auftreten, die primär in dem Verbrenner und einem Düsenabschnitt des Verbrenners auftreten.

62. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei Pyrolysereaktionen in der Rückmischströmung primär in dem Verbrenner und einem Düsenabschnitt des Verbrenners auftreten.

63. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei Verbrennungs- und Reformationsreaktionen primär in dem Tunnel beim Mischen der Produkte der Verbrennungsreaktionen auftreten.

64. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei Pyrolysereaktionen primär in dem Tunnel beim Mischen mit den Produkten der Verbrennungsreaktionen auftreten.

65. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei Pyrolysereaktionen bei Temperaturen oberhalb von 2.000 F auftreten, um so relativ stabil schwere, cyclische, polynuclear-cyclische, aromatische und ungesättigte Moleküle wesentlich zu minimieren und zu zersetzen, welche Öle und Teere und Koks enthalten, die normalerweise in Pyrolysereaktoren niedrigerer Temperatur gefunden werden.

66. Verfahren gemäß Anspruch 60, wobei Dampfreformierungsreaktionen auftreten, um Wasserstoff bei Temperaturen oberhalb von 2.000 F herzustellen, um so einen Ausgangsbrennstoff von relativ stabil schweren, cyclischen, polynuclearcyclischen, aromatischen und ungesättigten Molekülen wesentlich zu minimieren und zu zersetzen, welche Öle und Teere und Koks enthalten, welche normalerweise durch Pyrolyse erzeugt werden.

67. Verfahren gemäß Anspruch 65 oder 66, wobei ein Anteil von End-Gasen und normalerweise gecrackten Pyrolyseprodukten Dampf sind, der zur Herstellung von Wasserstoff reformiert wird, welcher in stöchiometrischer oder überstöchiometrischen Proportionen auf das Verfahren angewandt wird, um so bis zur Extinktion diese normalen Olefinen, aromatischen refraktorischen und nicht wiederverwendbaren Produkte der Pyrolyse wieder zu verwenden.

68. Verfahren gemäß Anspruch 66, wobei jedes Produkt von Pyrolyse wiederverwendet wird, um weite Flexibilität in der Auswahl von Produkten zu leisten, die aus verfügbaren Kohlenwasserstoff-Ausgangsmaterialien gemacht werden können.

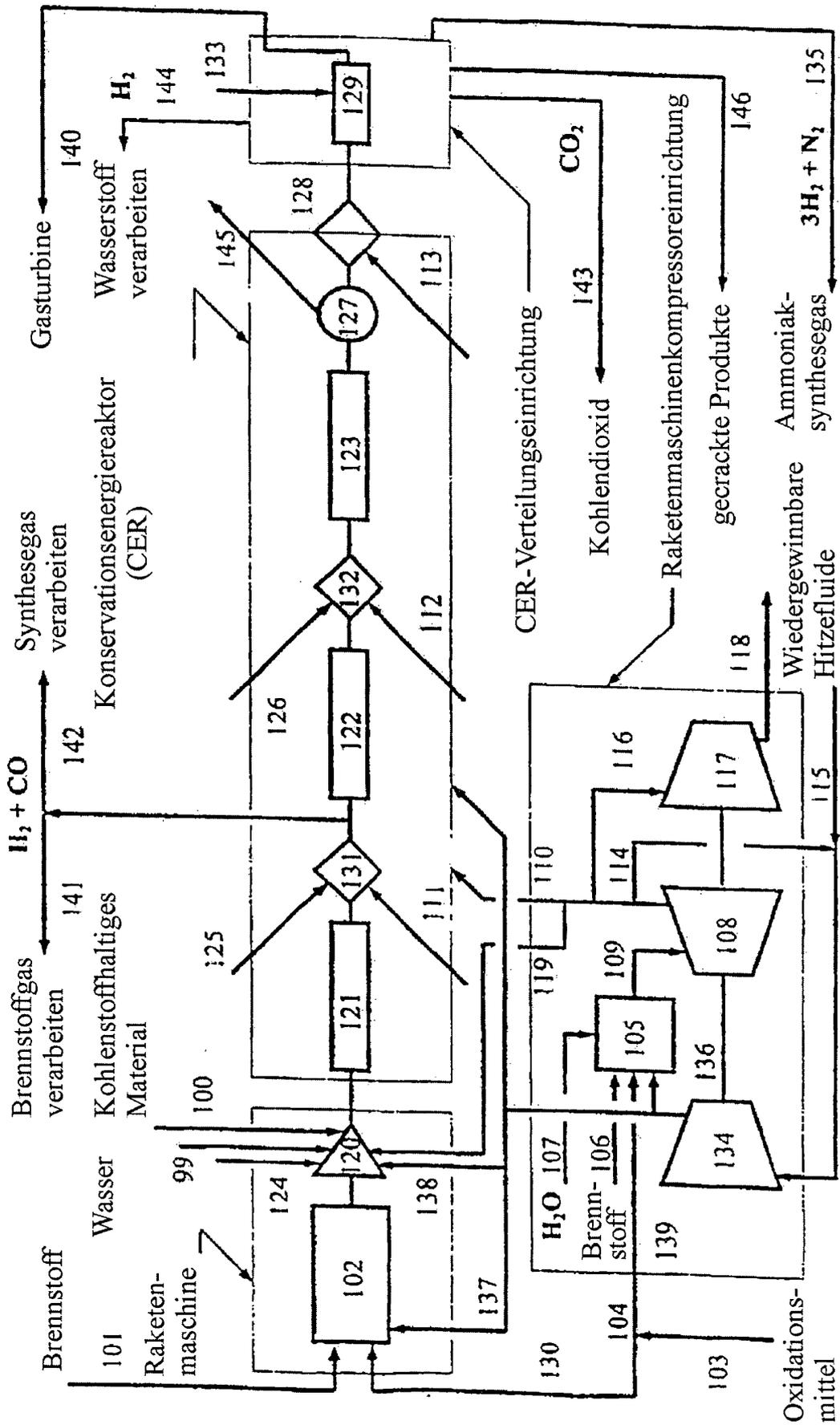
69. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Produkte der Verbrennung durch geeignete Mittel kontrolliert werden, um stetigen Zustand im Wesentlichen in der Form $(\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) + x\text{CO}_2 + y\text{H}_2\text{O}$, zu erreichen, wobei x und y beide zwischen 0 und 100 einschließlich sind, aber nicht gleichzeitig 0 sind, wobei der erste Term sich

letztlich auf stöchiometrisches Verbrennen mit Sauerstoff bezieht, während die komplementären x- und y-Terme zusammen mit jedem optionalen trägen Materialien die Verdünnung umfasst, welche die vorgeschriebene Temperatur der Masse des Gases bewirkt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1 Raketemaschinen-Leistungsquelle



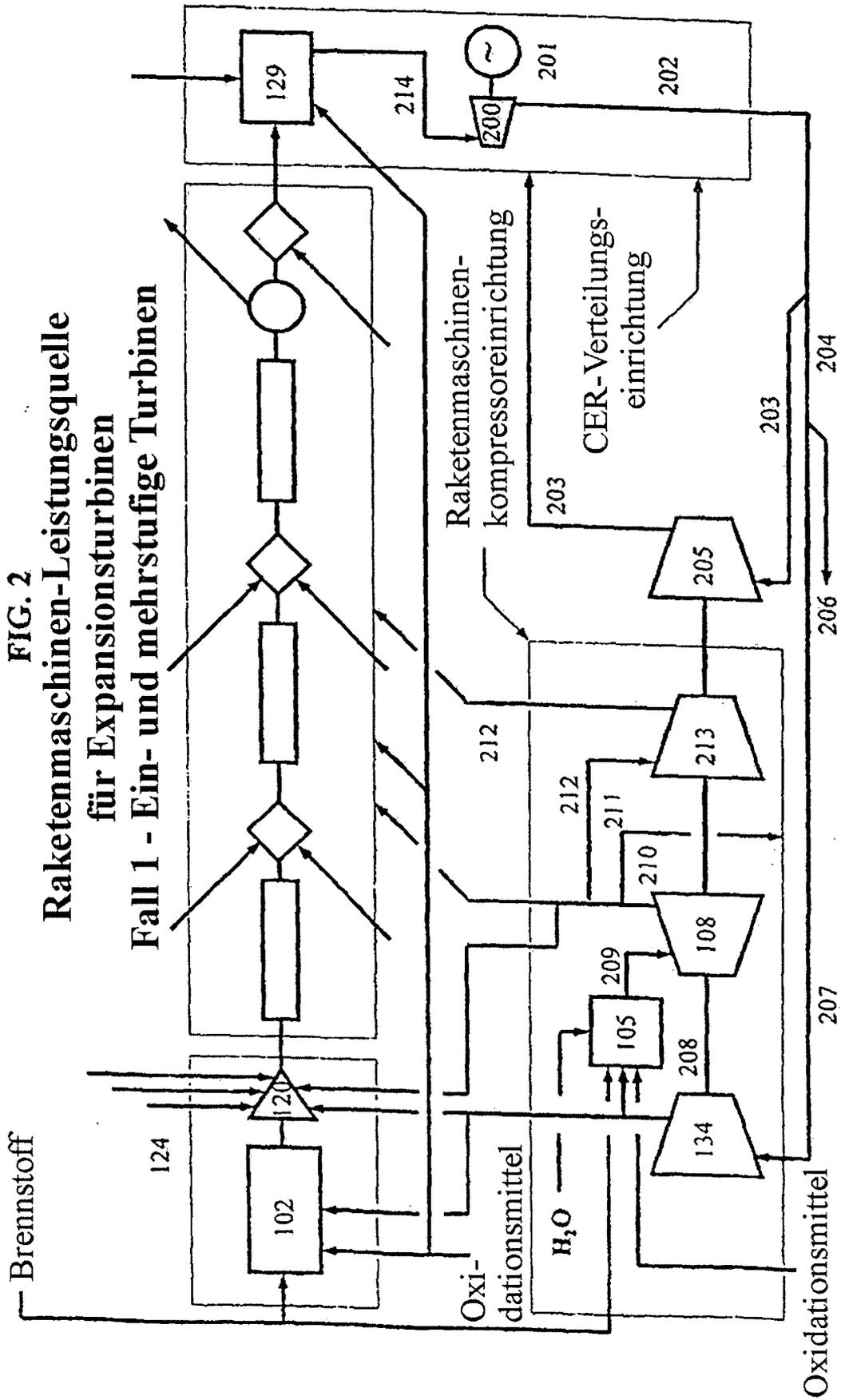


FIG. 3

Raketenmaschinen-Leistungsquelle
für Expansionsturbinen

Fall 2 - Turbine mit parasitärer Wellenarbeit

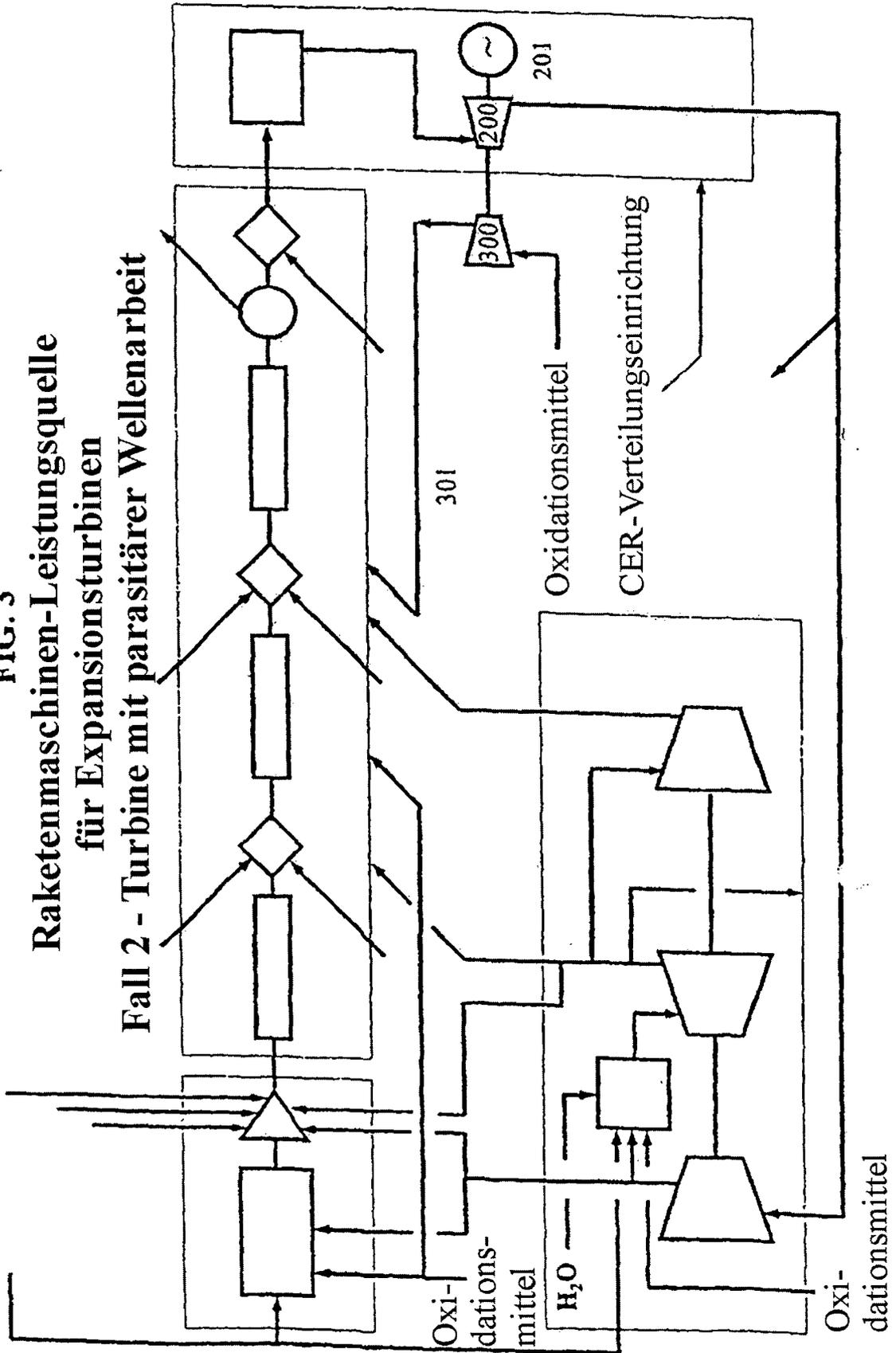


FIG. 5
 Raketenmaschinen-Leistungs-
 quelle (REPS) und Grund- und
 Spitzenlastturbine &
 Brennstoffzellensystem Fall 4

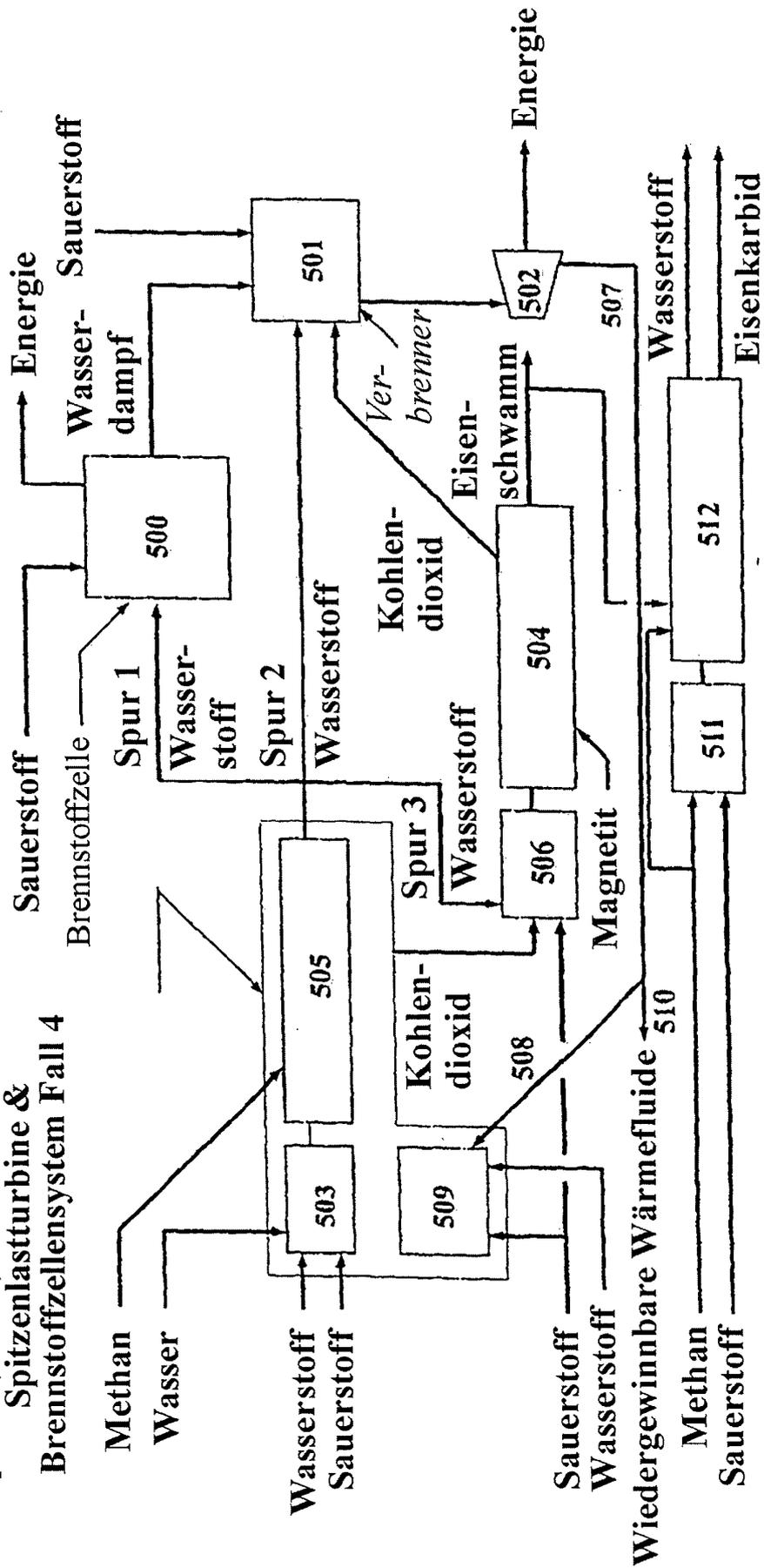


FIG. 6
Raketenmaschinen-Leistungs-
quelle unter Verwendung
zweistufiger Brennstofftransformation

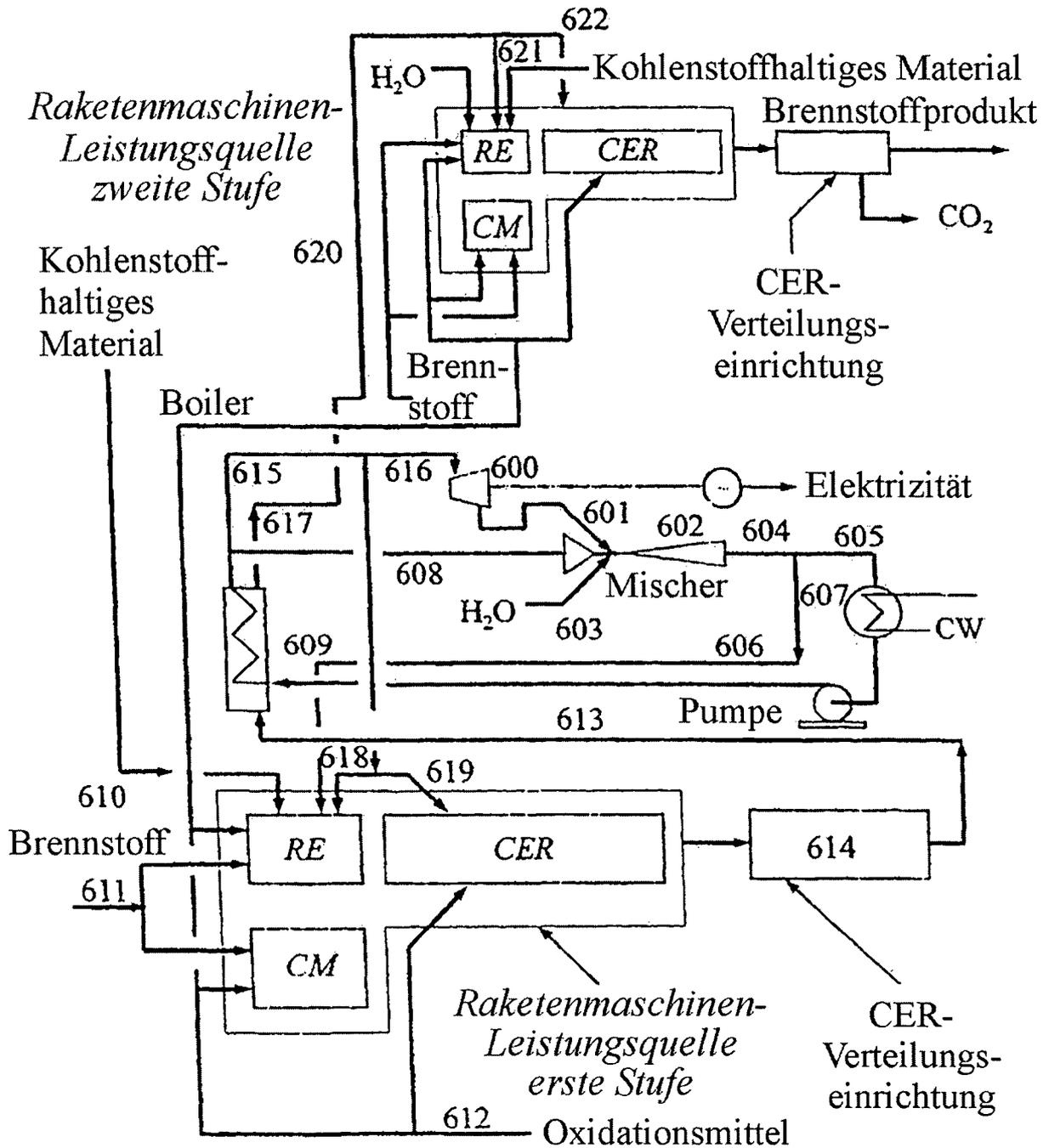


FIG.7
Boileranordnung mit heißer Strömungserweiterung
Fall 6

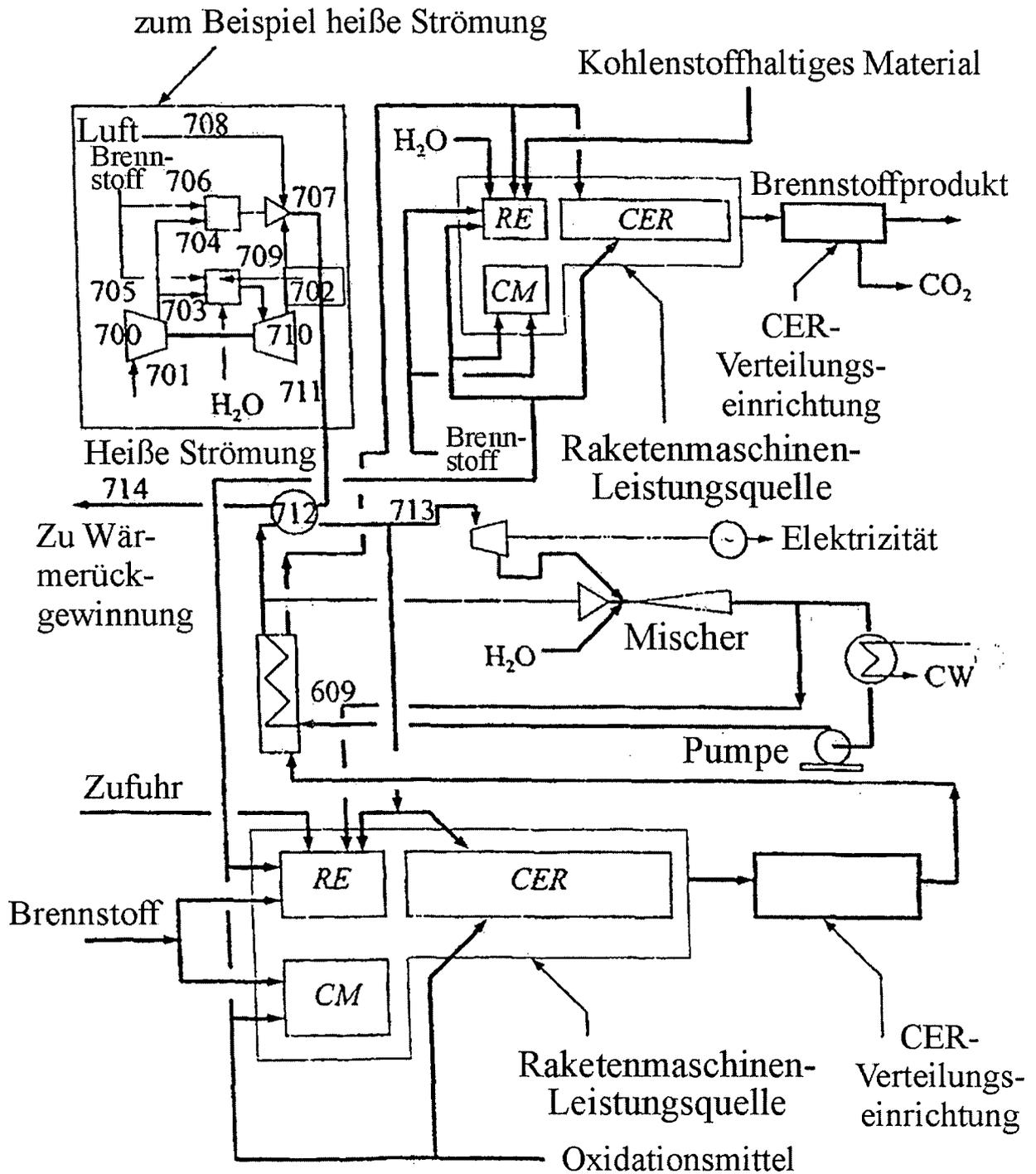


FIG. 8
Raketenmaschinen-Leistungquelle Pyrolyse- und Brennstofftransformationsverfahren für Ethylen und Synthesegas

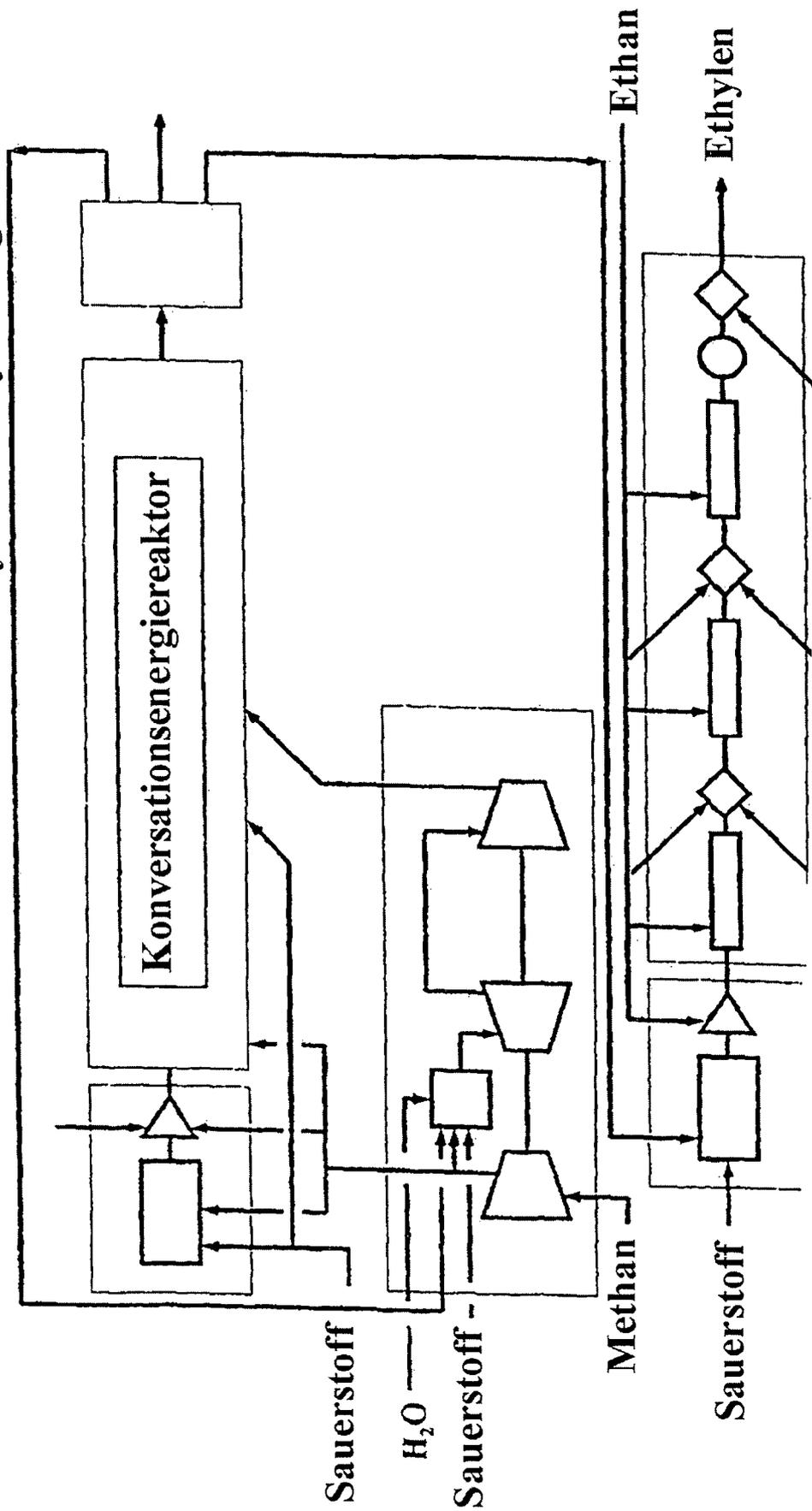
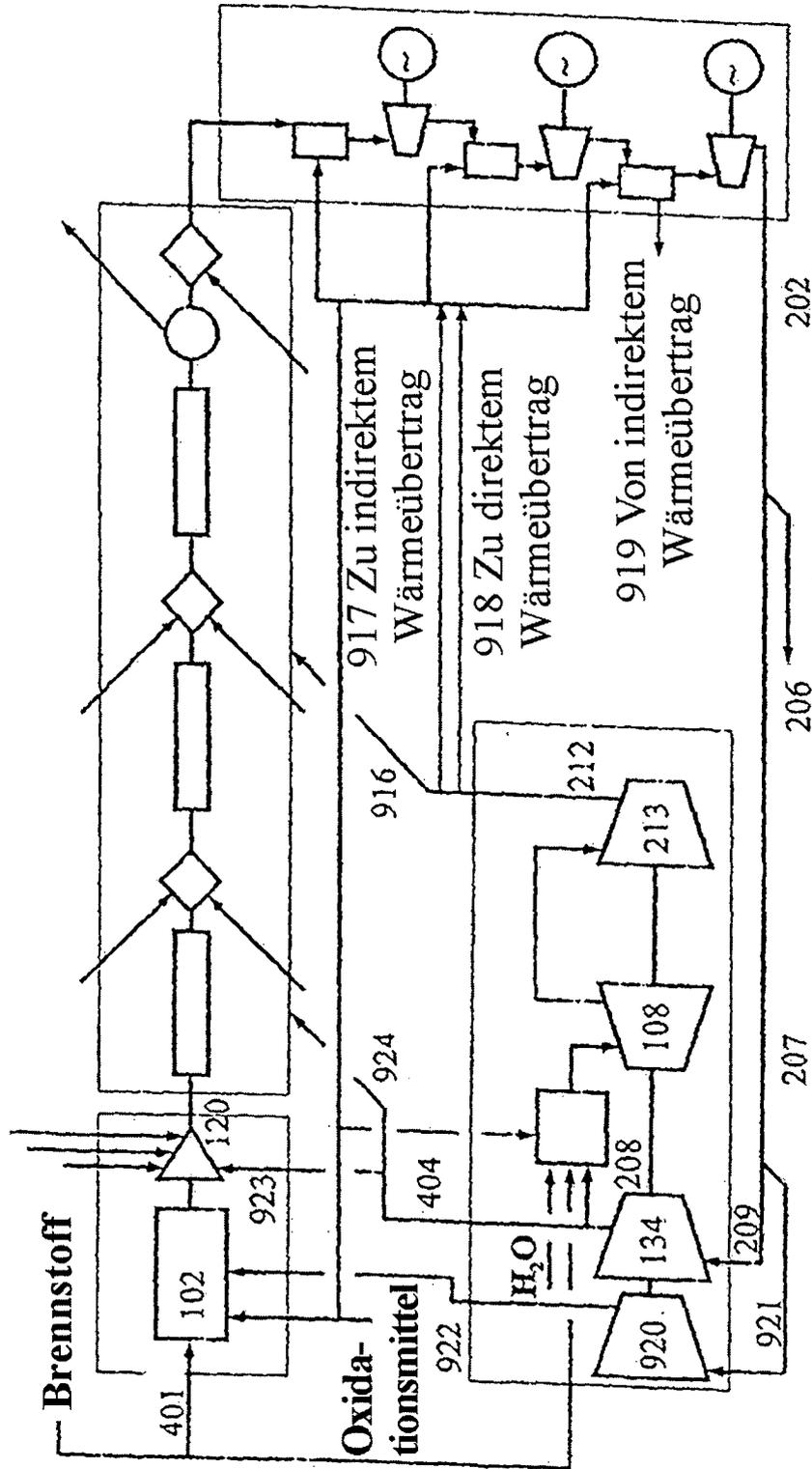


FIG. 9
Raketenmaschinen-Leistungsquelle für Expansionsturbinen
Fall 4 - mehrere Turbinenanordnungen



Reaktor und Verfahren für Olefine/Diolefine und andere Chemikalien
FIG. 10

