(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 28 360 T2** 2006.08.03

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 008 737 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 28 360.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 309 896.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **09.12.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.06.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.11.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.08.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***F02C 7/22*** (2006.01)
F02C 7/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
207952 **09.12.1998** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:
Brown, Curtis Lee, Cincinnati, Ohio 45243, US; Fortuna, Douglas Martin, Cincinnati, Ohio 45255, US; Badeer, Gilbert Henry, Loveland, Ohio 45140, US

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffzufuhrsystem und -methode**

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

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen Turbinenantriebe und insbesondere Kraftstoffsysteme für Turbinenantriebe.

[0002] Zweistoffturbinentriebwerke nutzen während des Triebwerkbetriebs in der Regel ein Brenngas und einen flüssigen Brennstoff in Kombination mit Dampf. Die Düsen für die Vorvermischung von Brenngas und Dampf sind so konfiguriert, dass bei maximaler Kraftstoffströmung und unter Einhaltung der Produktspezifikationen der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdüse innerhalb eines akzeptablen Bereichs liegt. Der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdüse wird im vorliegenden Dokument bisweilen als Kraftstoffdüsendruck bezeichnet.

[0003] Wird die Kraftstoffdüse so eingestellt, dass der Kraftstoff bei maximaler Kraftstoffströmung einen akzeptablen Druck aufweist, kann dies Flammabrisse beim Triebwerkstart verursachen. Dies bedeutet, dass auf Grund eines inakzeptabel niedrigen Drucks am Kraftstoffdüsenmund bei relativ niedrigen Kraftstoffströmungsraten die für die Kraftstoffverbrennung notwendige Flamme erlischt.

[0004] Für Brenngas und Flüssigbrennstoffe (siehe z. B. EP 0 952 317) und Dampf konfigurierte Zweistofftriebwerke geben während des normalen Triebwerksstarts und Niedriglastbetriebs für gewöhnlich eine reduzierte Betriebsleistung ab. Unerwünschte Flammabrisse können insbesondere auch bei gleich bleibender Kraftstoffströmung auftreten, wenn beim primären Betrieb mit Brenngas am Kraftstoffdüsenmund ein relativ niedriges Druckverhältnis herrscht. Leider kann die Erhöhung des Kraftstoffdüsendrucks während des Triebwerkstarts zu Betriebsproblemen bei maximaler Kraftstoffströmung führen, bei der das Triebwerk meistens betrieben wird.

[0005] Es wäre dementsprechend wünschenswert, die Funktionalität des Zweistofftriebwerks während des normalen Triebwerkstarts und -betriebs zu verbessern. Es wäre außerdem wünschenswert, wenn die verbesserte Funktionalität während des Triebwerkstarts sich nicht nachteilig auf den Betrieb des Triebwerks bei maximaler Kraftstoffströmung auswirken würde.

[0006] Die vorliegende Erfindung stellt ein Kraftstoffzufuhrsystem und Verfahren für das Zuführen von Kraftstoff zu einem Zweistoffturbinentriebwerk dar, das konfiguriert ist, um mindestens teilweise mit Brenngas gestartet und betrieben zu werden. Zu dem Kraftstoffzufuhrsystem gehören mindestens ein für das Zuführen von Brenngas konfigurierter Brenngaskreislauf, mindestens ein für das Zuführen von Flüssigbrennstoff konfigurierter Flüssigbrennstoffkreislauf, ein für das Zuführen von Dampf konfigurierter Dampfkreislauf sowie eine Zweistoffdüse. Die Zweistoffdüse weist eine Anzahl von Kraftstoffeinlässen, einen Dampfeinlass, eine Kraftstoff-Dampf-Vormischungskammer sowie einen Kraftstoffdüsenmund auf.

[0007] Genauer gesagt enthält das Kraftstoffzufuhrsystem mindestens eine Verbindungsleitung, die den Brenngaskreislauf mit dem Flüssigbrennstoffkreislauf verbindet. Diese Verbindungsleitung ist strömungsmäßig mit dem Brenngaskreislauf und dem Flüssigbrennstoffkreislauf verbunden. Während eines anfänglichen Betriebs des Triebwerks wird mindestens ein Teil des Brenngases aus dem Brenngaskreislauf in mindestens einen Flüssigbrennstoffkreislauf geleitet, um während des normalen Triebwerkstarts und -betriebs den Kraftstoffdruck am Kraftstoffdüsenmund zu erhöhen.

[0008] Wenn das Triebwerk über eine ausreichend lange Zeitdauer betrieben worden ist, erzeugt ein Dampfkessel Dampf, der genutzt wird, um den Kraftstoffdüsendruck über den Brennstabilitätsdefizitbereich der Brennkammer zu erhöhen. Die Brenngasströmung wird aus dem Flüssigbrennstoffkreislauf zum Brenngaskreislauf und in die Düse geleitet. Das Brenngas wird aus den Flüssigbrennstoffleitungen ausgespült, und durch den Flüssigbrennstoffkreislauf wird anschließend Flüssigbrennstoff zugeführt.

[0009] Der kombinierte Nutzung des Flüssigbrennstoff- und des Brenngaskreislaufs ermöglichen den Betrieb des Turbinentriebwerks selbst dann, wenn kein Dampf verfügbar ist. Das System kann bei gleich bleibender Kraftstoffströmung und relativ niedrigem Druck sowie bei maximaler Strömung betrieben werden, bei der das Triebwerk meistens betrieben wird.

[0010] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels beschrieben, wobei auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird:

[0011] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Kraftstoffzufuhrsystems.

[0012] Fig. 2 ist eine Querschnittansicht einer Zweistoff- und Dampfdüse.

[0013] Fig. 1 veranschaulicht ein Kraftstoffzufuhrsystem **100** für ein Turbinentriebwerk (nicht dargestellt) mit einer Brennkammer (nicht dargestellt). Während einer Startphase des Triebwerks nutzt das Kraftstoffzufuhrsystem ein Dosierventil **102**, um einer dosierten Menge des Brenngases **103** zur Verwendung in der Brennkammer das Eindringen in einen Brenngaskreislauf **104** zu ermöglichen. Der Brenngaskreislauf **104** enthält mindestens ein Sperrventil **106** und mindestens eine Brenngasleitung **108**. Eine Düse **110** weist einen Brenngaseinlass **112** auf, der strömungsmäßig mit dem Brenngaskreislauf **104** ver-

bunden ist. In einer Ausführungsform handelt es sich bei der Düse **110** um eine Zweistoff- und Dampfdüse.

[0014] Das Kraftstoffzufuhrsystem **100** enthält ferner eine erste Verbindungsleitung **114** und eine zweite Verbindungsleitung **116**, die strömungsmäßig mit dem Brenngaskreislauf **104** verbunden sind. Die erste Verbindungsleitung **114** ist auch strömungsmäßig mit einem primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118**, und die zweite Verbindungsleitung **116** ist auch strömungsmäßig mit einem sekundären Flüssigbrennstoffkreislauf **120** verbunden. Brenngas kann während des normalen Triebwerkstarts und -betriebs aus dem Brenngaskreislauf **104** in den primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118** und/oder den sekundären Flüssigbrennstoffkreislauf **120** geleitet werden.

[0015] Über einen Mengenteiler **122** wird dem primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118** und dem sekundären Flüssigbrennstoffkreislauf **120** flüssiger Brennstoff zugeführt. Der primäre Flüssigbrennstoffkreislauf **118** enthält mindestens eine erste Leitung für Flüssigbrennstoff, die primäre Flüssigbrennstoffleitung **124**, und der sekundäre Flüssigbrennstoffkreislauf **120** enthält mindestens eine zweite Flüssigbrennstoffleitung, die sekundäre Flüssigbrennstoffleitung **126**. Die Düse **110** weist einen primären Flüssigbrennstoffeinlass **128** und einen sekundären Flüssigbrennstoffeinlass **130** auf, die strömungsmäßig mit dem primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118** bzw. dem zweiten Flüssigbrennstoffkreislauf **120** verbunden sind.

[0016] Dampf **131** wird erzeugt und dem Kraftstoffzufuhrsystem **100** über einen Dampfkreislauf **132** zugeführt. Der Dampfkreislauf **132** enthält ein Dampfsperrventil **134**, ein Dampfdosierventil **136** und eine Dampfleitung **138**. Die Düse **110** weist einen Dampfeinlass **140** auf, der strömungsmäßig mit dem Dampfkreislauf **132** verbunden ist.

[0017] Beim Triebwerkstart wird Brenngas aus der Brenngasleitung **108** durch die erste Verbindungsleitung **114** in die primäre Flüssigbrennstoffleitung **124** geleitet. Brenngas kann auch aus der Brenngasleitung **108** durch die zweite Verbindungsleitung **116** in die sekundäre Flüssigbrennstoffleitung **126** geleitet werden. Ein Brenngasumlenkventil **141** leitet Brenngas in die erste Verbindungsleitung **114** und in die zweite Verbindungsleitung **116**. wenn das Brenngasumlenkventil **141** beispielsweise geöffnet ist, strömt Brenngas primär durch die Brenngasleitung **108**, und wenn das Brenngasumlenkventil **141** geschlossen ist, strömt Brenngas primär durch die Flüssigbrennstoffleitungen **124** und **126**.

[0018] Das Kraftstoffzufuhrsystem **100** nutzt eine mit dem Mengenteiler **122** verbundene dosierte Gesamtflüssigbrennstoffmenge **142**, um der Turbinenkammer Flüssigbrennstoff zuzuführen. In Anbetracht der Tatsache, dass der Start des Triebwerks mit Hilfe von Brenngas möglich sein muss, wird beim Start des Triebwerks die dosierte Gesamtbrenngasmenge durch den primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118**, den sekundären Flüssigbrennstoffkreislauf **120**, den Brenngaskreislauf **104** oder eine Kombination der Kreisläufe in die Brennkammer eingedüst.

[0019] Die dosierte Gesamtmenge an Brenngas wird in das Triebwerk eingedüst, es kommt zur Verbrennung, und es werden im Triebwerk eine Flamme sowie wärme werden erzeugt. In einer Ausführungsform wir der erforderliche anfängliche Kraftstoffdruck durch Brenngas erzeugt, das der Brennkammer durch eine Kombination aus primärem Flüssigbrennstoffeinlass **128** und sekundärem Flüssigbrennstoffeinlass **130** zugeführt wird. Die Flüssigbrennstoffeinlässe **128** und **130** sind kleiner als der Brenngaseinlass **112**, weshalb das Brenngas mit höherem Druck zugeführt werden kann als dies bei seiner alleinigen Zuführung durch den Brenngaseinlass **112** der Fall wäre.

[0020] Zum Triebwerk gehört ein Dampfkessel (nicht dargestellt), der Dampf erzeugt. Der Dampfkessel ist strömungsmäßig mit dem Dampfkreislauf **132** verbunden. Der Dampf durchströmt den Dampfkreislauf **132** und erhöht den Kraftstoffdruck in der Düse **110**. Wenn der Dampfdruck einen vorbestimmten Wert erreicht, wird das Brenngas aus der primären Flüssigbrennstoffleitung **124** und der sekundären Flüssigbrennstoffleitung **126** gespült und in die Brenngasleitung **108** zurückgeleitet, durch die es über den Brenngaseinlass **112** in die Düse **110** eindringt. Anschließend strömt das Brenngas mit einer minimierten Strömungsmenge (Spülung) durch die erste Verbindungsleitung **114** und die zweite Verbindungsleitung **116**.

[0021] Flüssigbrennstoff wird über den Mengenteiler **122** dem primären Flüssigbrennstoffkreislauf **118** und dem sekundären Flüssigbrennstoffkreislauf **120** zugeführt. Flüssigbrennstoff und Brenngas werden in Kombination mit Dampf der Brennkammer zugeführt. Der Druck des Brenngas-Dampf-Gemischs in der Düse ist ausreichend, um Flammabrisse während des Triebwerkbetriebs zu verhindern. Das Triebwerk kann über Brenngas- und Flüssigbrennstoffkreisläufe oder deren Kombination betrieben werden, wenn kein Dampf zum Erhöhen des Kraftstoffdüsendrucks verfügbar ist.

[0022] Fig. 2 veranschaulicht eine Ausführungsform einer Zweistoff- und Dampfdüse **200**. Die Düse **200** kann beispielsweise in Verbindung mit dem System **100** (d. h. als Düse **110**) verwendet werden. Die Düse **200** weist einen Brenngaseinlass **202**, einen primären Flüssigbrennstoffeinlass **204** und einen sekundären Flüssigbrennstoffeinlass **206** auf. Der Brenngaseinlass **202** ist größer als der primäre Flüs-

sigbrennstoffeinlass **204** und der sekundäre Flüssigbrennstoffeinlass **206**. Die reduzierte Größe der Flüssigbrennstoffeinlässe **204** und **206** erhöht den Druck des Brenngases, wenn dieses die Einlässe **204** und **206** durchströmt. Der erhöhte Druck ermöglicht den anfänglichen Betrieb des Triebwerks mit Brenngas und senkt gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit eines auf Grund eines inakzeptablen Kraftstoffdüsendrucks bei niedrigen Kraftstoffströmungsraten auftretenden Triebwerkflammabrisses.

[0023] Die Düse **200** weist ferner einen Dampfeinlass **208**, eine Vormischungskammer **210** und einen Kraftstoffdüsenmund **212** auf. In einer Ausführungsform bildet die Vormischungskammer **210** eine für die Einlässe **202** und **208** gemeinsame Kammer. Die Düse **200** besteht aus einer Inconel-Legierung.

[0024] Das Brenngas strömt normalerweise durch den Brenngaseinlass **202**. Während einer normalen Triebwerkstartsequenz oder während des Niedriglastbetriebs kann es in einem Zweistoff- und Dampfturbinentriebwerk jedoch zu Einschränkungen des Betriebs kommen. In einer Ausführungsform strömt während des anfänglichen Triebwerkbetriebs Brenngas durch den primären Flüssigbrennstoffeinlass **204** und den sekundären Flüssigbrennstoffeinlass **206**.

[0025] Das Turbinentriebwerk enthält darüber hinaus einen Dampfkessel, der während des Triebwerkbetriebs Dampf erzeugt. Nach der Erzeugung des Dampfes strömt dieser durch den Dampfeinlass **208** in die Kraftstoff-Dampf-Vormischungskammer **210**. Der Dampf erhöht den am Kraftstoffdüsenmund **212** der Düse **200** herrschenden Kraftstoffdruck bis zu einem akzeptablen Bereich. Anschließend wird das Brenngas zurück zum Brenngaseinlass **202** geleitet, und zum Ausspülen strömt Flüssigbrennstoff durch den primären Flüssigbrennstoffeinlass **204** und den sekundären Flüssigbrennstoffeinlass **206** ein.

[0026] Das Kraftstoffzufuhrsystem nutzt die vorhandenen Kraftstoff- und Dampfkreisläufe des Turbinentriebwerks für den anfänglichen Betrieb des Turbinentriebwerks. In einer Ausführungsform wird das Brenngas aus der Brenngasleitung in eine Kombination aus Flüssigbrennstoffleitungen geleitet, um bis zur Erzeugung von Dampf einen anfänglichen Kraftstoffdruck aufzubauen und das Turbinentriebwerk zu betreiben. Infolgedessen kann das Brenngas zurück in die Brenngasleitung geleitet werden, und das Turbinentriebwerk kann über Brenngas- und Flüssigbrennstoffkreisläufe oder deren Kombination betrieben werden, wenn kein Dampf zum Erhöhen des Kraftstoffdüsendrucks verfügbar sein sollte.

Patentansprüche

1. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) für ein Turbinentriebwerk, wobei das Kraftstoffzufuhrsystem wenigstens eine Kraftstoffleitung (**108**) aufweist, die dazu konfiguriert ist, dem Turbinentriebwerk einen ersten Kraftstoff (**103**) während eines anfänglichen Betriebs des Triebwerks zuzuführen und einen zweiten Kraftstoff (**142**) dann zuzuführen, wenn das Triebwerk über eine vorbestimmte Zeitdauer hinweg im Betrieb ist, und eine Kraftstoffdüse (**200**) aufweist, die mit der Kraftstoffleitung in Strömungsverbindung steht, gekennzeichnet durch einen gemeinsamen Vormischungsabschnitt (**210**), der mit wenigstens einem Dampfkreislauf (**132**) und wenigstens einem Brenngaskreislauf (**104**) strömungsmäßig verbunden ist, der mit einer Anzahl von Flüssigbrennstoffkreisläufen (**118**, **120**) in Strömungsverbindung derart gekoppelt ist, dass Dampf und gasförmiger Kraftstoff, die in die Kraftstoffdüse (**210**) eintreten, miteinander vorvermischt werden, wobei der Dampfkreislauf eine Dampfleitung (**138**) aufweist, die wenigstens entweder ein Sperrventil (**134**) und/oder ein Dosierventil (**136**) aufweist, wobei die Dampfleitung (**138**) konfiguriert ist, um dem Turbinentriebwerk durch die Kraftstoffdüse (**200**) Dampf zuzuführen.

2. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 1, wobei die Kraftstoffdüse (**200**) eine Anzahl von Kraftstoffeinlässen (**128**, **130**) enthält.

3. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 2, wobei die Anzahl von Kraftstoffeinlässen einen Brenngaseinlass (**112**, **202**) und wenigstens einen Flüssigbrennstoffeinlass (**128**, **130**, **204**) aufweist.

4. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 3, wobei der Brenngaseinlass (**112**, **202**) größer ist als der wenigstens eine Brennflüssigleitseinlass (**128**, **130**, **204**) und der Brenngaskreislauf (**104**) wenigstens eine Brenngasleitung aufweist, die an dem Brenngaseinlass (**112**, **202**) angeschlossen ist.

5. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 4, wobei der wenigstens eine Flüssigbrennstoffeinlass (**204**) einen ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**) und einen zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**130**) aufweist, die Anzahl von Flüssigbrennstoffkreisläufen eine erste Flüssigbrennstoffleitung (**124**), die an dem ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**) angeschlossen ist, und eine zweite Flüssigbrennstoffleitung (**126**) aufweist, die mit dem zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**130**) verbunden ist, und die Brenngasleitung (**108**) größer ist als die erste Flüssigbrennstoffleitung und die zweite Flüssigbrennstoffleitung.

6. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 5, das ferner eine erste Verbindungsleitung (**114**), die die Brenngasleitung (**108**) mit der ersten Flüssigbrennstoffleitung (**124**) verbindet, und eine zweite Verbindungsleitung (**116**), die die Brenngasleitung (**108**) mit der zweiten Flüssigbrennstoffleitung (**126**) verbindet, sowie einen Dampfkessel aufweist, der mit der Dampfleitung (**138**) in Strömungsverbindung

steht, wobei die Kraftstoffdüse (**200**) ferner einen Dampfeinlass (**140**, **208**) enthält, wobei die Dampfleitung (**138**) konfiguriert ist, um Dampf durch den Dampfeinlass (**140**, **208**) dem gemeinsamen Vormischungsabschnitt (**210**) der Kraftstoffdüse zuzuführen.

7. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 6, wobei das System konfiguriert ist, um Brenngas zu der ersten und der zweiten Flüssigbrennstoffleitung über die erste bzw. zweite Verbindungsleitung während eines Betriebs des Triebwerks zu leiten und um Brenngas durch den ersten Brenngaseinlass dem gemeinsamen Vormischungsabschnitt (**210**) zuzuführen, nachdem ein vorbestimmter Druck in dem gemeinsamen Vormischungsabschnitt aufgebaut worden ist.

8. Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) nach Anspruch 7, wobei das System konfiguriert ist, um Brenngas von der ersten und der zweiten Flüssigbrennstoffleitung über die erste und zweite Verbindungsleitung zu der Brenngasleitung zu leiten und um Flüssigbrennstoff zu der ersten und der zweiten Flüssigbrennstoffleitung zu leiten, wenn das Triebwerk über eine vorbestimmte Zeitdauer hinweg betrieben worden ist.

9. Verfahren zur Zuführung von Kraftstoff durch ein Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) zu einer Brennkammer eines Turbinentriebwerks, wobei das Kraftstoffzufuhrsystem (**100**) eine Kraftstoffdüse (**200**), einen Brenngaskreislauf (**104**), einen Dampfkreislauf (**162**) und eine Anzahl von Flüssigbrennstoffkreisläufen (**118**, **120**) aufweist, wobei die Kraftstoffdüse (**200**) einen Brenngaseinlass (**112**, **202**), einen ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**), einen zweiten Brennflüssigleitseinlass (**130**) und einen Dampfeinlass (**140**, **208**) enthält, wobei der Brenngaskreislauf (**104**) eine Brenngasleitung enthält, die an dem Brenngaseinlass (**112**, **202**) angeschlossen ist, wobei die Anzahl von Flüssigbrennstoffkreisläufen (**118**, **120**) eine erste Flüssigbrennstoffleitung und eine zweite Flüssigbrennstoffleitung (**126**) umfasst, die an dem ersten bzw. dem zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**, **130**) angeschlossen sind, gekennzeichnet durch eine erste Verbindungsleitung (**114**), die die Brenngasleitung (**108**) mit der ersten Flüssigbrennstoffleitung (**124**) verbindet, und eine zweite Verbindungsleitung (**116**), die die Brenngasleitung (**108**) mit der zweiten Flüssigbrennstoffleitung (**126**) verbindet, wobei der Dampfkreislauf (**132**) eine Dampfleitung (**138**) enthält, die an dem Dampfeinlass (**140**, **208**) angeschlossen ist und ein Dampfsperreventil (**134**) sowie ein Dosierventil (**136**) enthält, wobei das Verfahren die Schritte aufweist, dass Gas durch die Brenngasleitung (**108**) in eine Vormischungskammer (**210**) eingeführt wird, die in der Kraftstoffdüse (**200**) ausgebildet und mit dem Brenngaskreislauf (**104**) sowie einem Dampfkreislauf (**132**) strömungsmäßig verbunden ist, wobei der Brenngaskreislauf (**104**) mit der Anzahl von Flüssigbrennstoffkreisläufen (**118**, **120**) in Strömungsverbindung steht; und dass das Gas während eines Betriebs des Triebwerks aus der Brenngasleitung (**108**) zu wenigstens einer der Verbindungsleitungen (**114**, **116**) über wenigstens eine der Flüssigbrennstoffleitungen (**124**, **126**) sowie durch wenigstens einen der Flüssigbrennstoffeinlässe (**128**, **130**) zu der Kraftstoffdüse (**210**) geleitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Schritt der Leitung des Gases den Schritt enthält, dass das Gas über die erste Verbindungsleitung (**114**), die erste Flüssigbrennstoffleitung (**124**) und den ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**) geleitet wird; und dass das Gas über die zweite Verbindungsleitung (**116**), die zweite Flüssigbrennstoffleitung (**126**) und den zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**130**) geleitet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner die Schritte aufweist, dass Dampf durch die Dampfleitung (**138**) und durch den Dampfeinlass (**140**, **208**) zugeführt wird; der Druck über der Vormischungskammer durch Zuführung von Dampf zu der Vormischungskammer erhöht wird; bestimmt wird, wann eine vorbestimmte Druckstärke in der Vormischungskammer aufgebaut worden ist; Gas der Vormischungskammer durch die Brenngasleitung (**108**) und den Brenngaseinlass (**112**, **202**) zugeführt wird; die Strömung des Brenngases durch die erste Verbindungsleitung (**114**) und die zweite Verbindungsleitung (**116**) minimiert wird; das Brenngas aus den Flüssigbrennstoffleitungen (**124**, **126**) ausgespült wird und Flüssigbrennstoff durch die Flüssigbrennstoffleitungen (**124**, **126**) und durch die Flüssigbrennstoffeinlässe (**128**, **130**) dem Kraftstoffdüsenmund (**212**) zugeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Schritt der Leitung des Gases ferner die Schritte aufweist, dass ein Teil des Gases aus der Brenngasleitung (**108**) zu der ersten Verbindungsleitung (**114**) durch die erste Flüssigbrennstoffleitung (**124**) und durch den ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**) zu dem Kraftstoffdüsenmund (**212**) geleitet wird und dass Flüssigbrennstoff durch die zweite Flüssigbrennstoffleitung (**126**) und durch den zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**130**) dem Kraftstoffdüsenmund (**212**) zugeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Schritt der Leitung des Gases ferner die Schritte aufweist, dass ein Teil des Gases während eines Betriebs des Triebwerks von der Brenngasleitung (**108**) zu der ersten Verbindungsleitung (**114**), durch die erste Flüssigbrennstoffleitung (**124**) sowie durch den ersten Flüssigbrennstoffeinlass (**128**) zu dem Kraftstoffdüsenmund geleitet wird und dass ein Teil des Gases während eines Betriebs des Triebwerks aus der Brenngasleitung (**108**) zu der zweiten Verbindungsleitung (**116**) durch die zweite Flüssigbrennstoffle-

tung (**126**) sowie durch den zweiten Flüssigbrennstoffeinlass (**130**) zu dem Kraftstoffdüsenmund (**212**) geleitet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Vormischungskammer (**210**) eine für den Brenngaseinlass (**112**, **202**) und den Dampfeinlass (**140**, **208**) gemeinsame Kammer bildet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

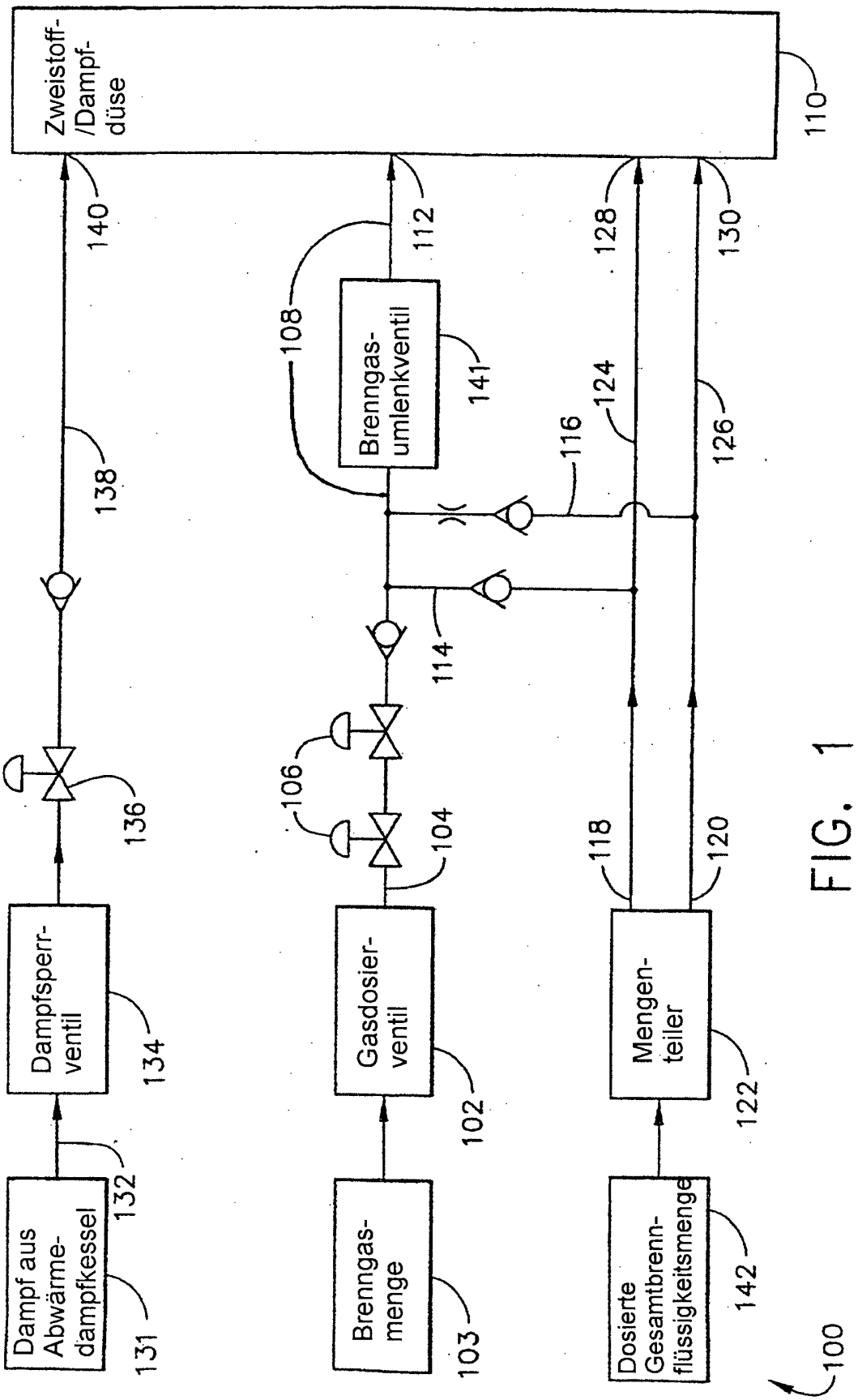


FIG. 1

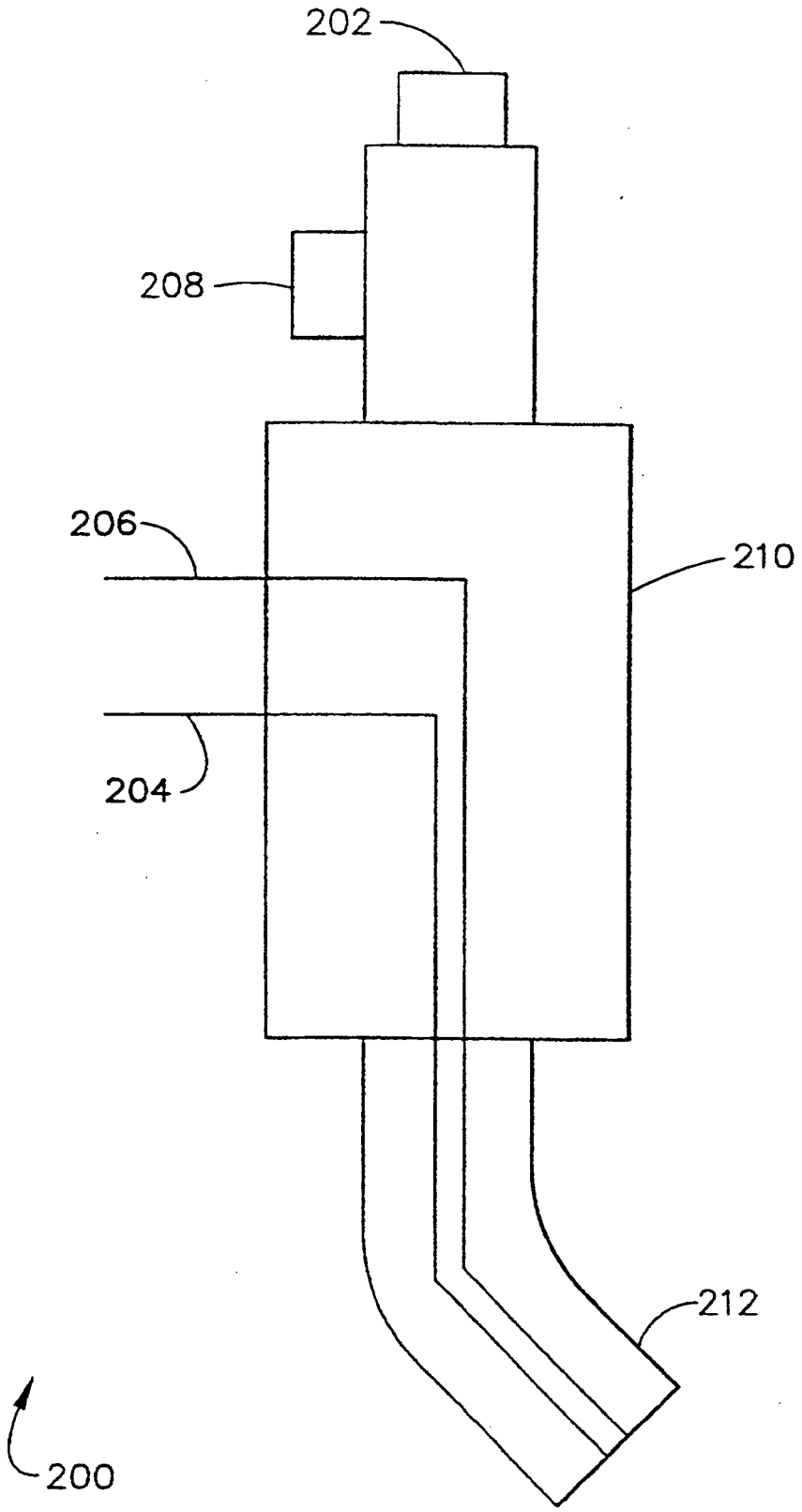


FIG. 2