



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 11 2008 001 055 T5 2010.02.18

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2008/130513**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 001 055.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2008/004696**  
(86) PCT-Anmeldetag: **10.04.2008**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.10.2008**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **18.02.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04B 49/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**11/737,986 20.04.2007 US**

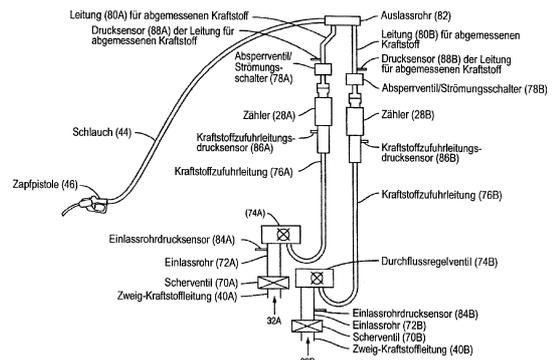
(74) Vertreter:  
**Fuchs Patentanwälte, 65201 Wiesbaden**

(71) Anmelder:  
**Gilbarco Inc., Greensboro, N.C., US**

(72) Erfinder:  
**Nanaji, Seifollah S., Hinsdale, Ill., US; Robertson, Philip A., Greensboro, N.C., US**

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zum Erfassen von Druckschwankungen in Kraftstoffzapfsäulen zum präziseren Messen der abgegebenen Kraftstoffmenge**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffzapfsäule zum Abgeben von Kraftstoff von Kraftstoffspeicherbehältern in ein Fahrzeug, mit:  
einem Steuersystem (68);  
einem Kraftstoffströmungspfad zum Empfangen von Kraftstoff von den Kraftstoffspeicherbehältern für eine Abgabe an das Fahrzeug;  
einem im Kraftstoffströmungspfad angeordneten Zähler (28), durch den Kraftstoff strömt und der dazu geeignet ist, ein Zählersignal, das mit der durch den Zähler (28) strömenden Kraftstoffmenge in Beziehung steht, zu erzeugen und an das Steuersystem (68) zu übertragen; und  
einem im Kraftstoffströmungspfad angeordneten Drucksensor (84, 86, 88) zum Erfassen eines Drucks im Kraftstoffströmungspfad und zum Übertragen eines mit dem erfassten Druck in Beziehung stehenden Drucksignals an das Steuersystem (68);  
wobei das Steuersystem (68) dazu geeignet ist:  
das Zählersignal vom Zähler (28) zu empfangen;  
ein Volumen oder eine Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal zu berechnen;  
basierend auf dem vom Drucksensor (84, 86, 88) empfangenen Drucksignal zu erfassen, ob...



**Beschreibung**

## Erfindungsgebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Erfassung von Druckschwankungen, einschließlich Druckspitzen, in Kraftstoffzapfsäulen zum Vermindern und/oder Eliminieren von durch derartige Druckschwankungen verursachten Ungenauigkeiten bei der Kraftstoffmessung.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Bei einem typischen Tankvorgang fährt ein Kunde ein Fahrzeug in einer Tankumgebung zu einer Kraftstoffzapfsäule. Der Kunde bereitet sich für die Bezahlung vor, indem er entweder an der Zapfsäule bezahlt, bei einem Kassierer bar zahlt, eine Kreditkarte oder Debitkarte oder eine Kombination dieser Verfahren verwendet. Die Zapfpistole wird in den Einfüllstutzen des Fahrzeugs eingeführt, und Kraftstoff wird in den Kraftstofftank des Fahrzeugs abgegeben. Eine Anzeige auf der Kraftstoffzapfsäule zeigt die während des Tankvorgangs abgegebene Kraftstoffmenge an. Der Kunde verlässt sich darauf, dass die Kraftstoffzapfsäule die abgegebene Kraftstoffmenge präzise misst und dem Kunden dementsprechend in Rechnung stellt.

**[0003]** Innerhalb der Zapfsäule arbeiten Ventile, die den Kraftstoffströmungspfad öffnen und schließen, sowie ein Messgerät oder Zähler, das/der die abgegebene Kraftstoffmenge misst. Der Zähler dient dazu, die an das Fahrzeug des Kunden abgegebene Kraftstoffmenge präzise zu messen, so dass sie dem Kunden entsprechend in Rechnung gestellt und der Kraftstoffvorrat aktualisiert werden kann. Für Tankvorgänge mit Vorauszahlung verwendet die Kraftstoffzapfsäule ebenfalls den Zähler, um die abgegebene Kraftstoffmenge zu messen und das Ende der Kraftstoffabgabe zu steuern.

**[0004]** Zapfsäulenzähler können Verdränger- oder Durchflusszähler sein. Verdrängerzähler messen den tatsächlichen Versatz des Kraftstoffs, während Durchflusszähler den Kraftstoffdurchfluss unter Verwendung einer auf die Kraftstoffströmung ansprechenden Vorrichtung indirekt messen. D. h., Durchflusszähler messen nicht den tatsächlichen Volumenversatz des Kraftstoffs. Durchflusszähler haben gegenüber Verdrängerzählern einige Vorteile. Der Hauptvorteil besteht darin, dass Durchflusszähler in kleineren Gehäusen bereitgestellt werden können als Verdrängerzähler. Sowohl ein Verdrängerzähler als auch ein Durchflusszähler erzeugt in Antwort auf die im Kraftstoffströmungspfad strömende Kraftstoffmenge ein Zähler-signal. Der Zähler überträgt das Zähler-signal an ein Steuersystem der Kraftstoffzapfsäule.

**[0005]** Ein Beispiel eines Durchflusszählers ist im US-Patent Nr. 5689071 mit dem Titel "WIDE RANGE, HIGH ACCURACY FLOW METER" beschrieben. In diesem Patent ist ein Turbinen-Durchflussmesser beschrieben, der die Durchflussrate oder Durchflussmenge eines Fluids durch Analysieren von Drehbewegungen von im Kraftstoffströmungspfad des Durchflussmessers angeordneten Turbinenrotoren misst. Wenn gemäß diesem Patent Fluid in den Einlassport des Turbinen-Durchflussmessers eintritt, durchläuft das Fluid zwei Turbinenrotoren, wodurch veranlasst wird, dass die Turbinenrotoren sich drehen. Die Drehgeschwindigkeit der Turbinenrotoren wird durch Abnahmespulen erfasst. Die Abnahmespulen werden durch ein Wechselstromsignal erregt, das ein Magnetfeld erzeugt. Wenn die Turbinenrotoren sich drehen, durchlaufen die Flügel der Turbinenrotoren das durch die Abnahmespulen erzeugte Magnetfeld, wodurch der Trägerwellenform der Abnahmespulen Impulse überlagert werden. Die überlagerten Impulse treten mit einer Frequenz (Impulse pro Sekunde) auf, die der Drehgeschwindigkeit der Turbinenrotoren und damit der gemessenen Durchflussmenge proportional ist. Die Impulse werden als Zähler-signale in der Form von Impulsgebersignalen an ein Steuersystem übertragen. Das Steuersignal empfängt die Zähler-signale vom Durchflussmesser und wandelt die Zähler-signale in eine Kraftstoffdurchflussmenge und das abgegebene Kraftstoffvolumen um.

**[0006]** Hinsichtlich einer präzisen Messung des Kraftstoffdurchflusses kann ein Problem auftreten, wenn ein Kunde sein oder ihr Automobil an einer Einzelhandels-Kraftstoffzapfsäule betankt. Wenn beispielsweise ein instabiler Zustand dadurch auftritt, dass der Kunde die Zapfpistole rasch öffnet und schließt, ein Vorgang, der als "Zapfpistolenspring- oder -schaltvorgang" ("Nozzle Snap") bekannt ist, tritt eine Ungenauigkeit bei der durch den Zähler gemessenen Kraftstoffmenge auf. Durch den Zapfpistolenschaltvorgang wird eine Druckschockwelle erzeugt, durch die eine Strömungsstörung am Zähler verursacht wird, was zu einer fehlerhaften Durchflussanzeige führt. Wenn ein Strömungsschalter verwendet wird, um zu erfassen, wenn die Strömung stoppt, veranlasst die Druckschockwelle, dass der Strömungsschalter springt. Das Steuersystem, das die Zähler-signale vom Zähler empfängt, registriert einen Kraftstoffdurchfluss, ohne dass die Strömungsstörung berücksichtigt wird. Die kumulative Wirkung des Zapfpistolenschaltvorgangs und des Springens des Strömungsschalters, falls vorhanden, führt zu ungenauen Zählermesswerten. Durch Ungenauigkeiten der Zählermesswerte kann veranlasst werden, dass die Kraftstoffzapfsäulenanzeigen zum Registrieren von fehlerhaften Kraftstoffdurchflussmengen und eines fehlerhaften abgegebenen Kraftstoffvolumens veranlassen, und kann Anlass dazu sein, dass die Genauigkeit außerhalb zulässiger Grenzwerte liegt.

**[0007]** Daher besteht ein Bedarf für eine Kraftstoffzapfsäule, die einen Kraftstoffdurchfluss mit einem Zähler auch während eines Zapfpistolenschaltvorgangs oder eines anderen instabilen Zustands präzise misst.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0008]** Durch die vorliegende Erfindung werden ein System und ein Verfahren zum Erhöhen der Genauigkeit einer Kraftstoffdurchflussmessung durch Erfassen und Kompensieren von Druckschwankungen bereitgestellt, wie beispielsweise Druckspitzen oder Schockwellen, die durch einen Zapfpistolenschaltvorgang oder einen anderen instabilen Zustand erzeugt werden. Die Druckschwankungen können Strömungsstörungen verursachen, wie beispielsweise eine unetstige Strömung oder eine instationäre Strömung, die zu ungenauen Zählermessungen führen können. Druckschwankungen können an einer Kraftstoffzapfsäule als Ergebnis von Zapfpistolenschaltvorgängen lokal oder als Ergebnis eines an einer anderen Kraftstoffzapfsäule auftretenden Zapfpistolenschaltvorgangs entfernt "gesehen" werden.

**[0009]** In einer Ausführungsform ist ein Drucksensor einer Leitung für abgemessenen Kraftstoff stromabwärts von einem Zähler in einer Leitung für abgemessenen Kraftstoff einer Kraftstoffzapfsäule angeordnet. Der Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff ist mit einem Steuersystem in der Kraftstoffzapfsäule verbunden und überträgt ein Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem. Wenn der Druck in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff schwankt oder plötzlich ansteigt, wenn z. B. eine Druckspitze auftritt, erfasst der Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff die Druckschwankung und überträgt ein die Druckschwankung darstellendes Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem. Das Steuersystem empfängt das Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und erkennt es als Druckschwankung in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff. Das Steuersystem bestimmt basierend auf einem schnellen Druckanstieg- und -abfall oder anderen Kriterien, dass die Druckschwankung durch einen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurde, und nimmt eine Korrektur für die Druckschwankung vor, indem die Zähler signale für eine vorgegebene Zeitdauer ignoriert und nicht umgewandelt werden, um zu ermöglichen, dass der Druck in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff auf einen Druckwert zurückkehrt, der eine normale Kraftstoffströmung für einen stabilen Zustand anzeigt. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer fährt das Steuersystem mit der Umwandlung der Zähler signale fort.

**[0010]** In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Drucksensor der Leitung für

abgemessenen Kraftstoff stromabwärts von einem Zähler in einer Leitung für abgemessenen Kraftstoff einer Kraftstoffzapfsäule angeordnet. Ein Einlassrohrdrucksensor ist in einem Einlassrohr der Kraftstoffzapfsäule angeordnet. Der Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und der Einlassrohrdrucksensor sind mit einem Steuersystem der Kraftstoffzapfsäule verbunden und übertragen ein Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff bzw. ein Einlassrohrdrucksignal an das Steuersystem. Wenn der Druck in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff schwankt oder plötzlich ansteigt, überträgt der Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff ein die Druckschwankung in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff anzeigendes Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem. Ähnlicherweise überträgt, wenn der Druck im Einlassrohr Druckspitzen aufweist, der Einlassrohrdrucksensor ein die Druckschwankung im Einlassrohr anzeigendes Einlassrohrdrucksignal an das Steuersystem.

**[0011]** Das Steuersystem empfängt das Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und erkennt es als eine Druckschwankung, z. B. als eine Druckspitze, in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und empfängt das Einlassrohrdrucksignal und erkennt es als Druckschwankung im Einlassrohr. Weil sowohl in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff als auch im Einlassrohr Druckspitzen aufgetreten sind, bestimmt das Steuersystem, dass die Druckschwankungen durch einen entfernten Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurden. Ein entfernter Zapfpistolenschaltvorgang ist ein Zapfpistolenschaltvorgang, der an einer von der Kraftstoffzapfsäule verschiedenen Stelle der Tankumgebung auftritt. Beispielsweise kann ein Zapfpistolenschaltvorgang an einer anderen Kraftstoffzapfsäule in der Tankumgebung auftreten. Das Steuersystem nimmt eine Korrektur für die Druckschwankungen vor, indem es die Zähler signale für eine vorgegebene Zeitdauer ignoriert und nicht umwandelt, um zu ermöglichen, dass der Druck in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und im Einlassrohr auf einen Druckwert zurückkehrt, der eine normale Kraftstoffströmung für einen stabilen Zustand anzeigt. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer fährt das Steuersystem mit der Umwandlung der Zähler signale fort.

**[0012]** In einer noch anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff stromabwärts von einem Zähler in einer Leitung für abgemessenen Kraftstoff einer Kraftstoffzapfsäule angeordnet. Ein Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor ist stromaufwärts vom Zähler in der Kraftstoffzufuhrleitung der Kraftstoffzapfsäule angeordnet. Der Drucksensor der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und der Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor übertragen ein Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff

bzw. ein Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal an ein Steuersystem der Kraftstoffzapfsäule. Wenn das Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff kleiner ist als das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal, bestimmt das Steuersystem, dass Kraftstoff in der geeigneten Richtung durch den Zähler strömt, und wandelt die Zählersignale um. Wenn das Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff größer oder gleich dem Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal ist, bestimmt das Steuersystem, dass kein Kraftstoff strömt oder der Kraftstoff in Rückwärtsrichtung strömt, und unterbricht die Umwandlung der Zählersignale. Das Steuersystem fährt mit der Umwandlung der Zählersignale fort, wenn das Drucksignal der Leitung für abgemessenen Kraftstoff kleiner wird als das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal, wodurch eine normale Kraftstoffströmung in einem stabilen Zustand angezeigt wird.

**[0013]** Anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ist der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung für Fachleute ersichtlich, die basierend darauf in die Lage versetzt werden, weitere Aspekte der Erfindung zu realisieren.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Die beigefügten Zeichnungen, die Teil der vorliegenden Patentschrift sind, zeigen mehrere Aspekte der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zum Erläutern der Prinzipien der Erfindung.

**[0015]** [Fig. 1](#) zeigt ein schematisches Diagramm einer Tankumgebung einer herkömmlichen Einzelhandels-Tankstelle;

**[0016]** [Fig. 2](#) zeigt eine Teil-Vorderansicht einer herkömmlichen Kraftstoffzapfsäule;

**[0017]** [Fig. 3](#) zeigt ein schematisches Diagramm eines herkömmlichen Turbinen-Durchflussmessers, der in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Zähler verwendbar ist;

**[0018]** [Fig. 4](#) zeigt ein schematisches Diagramm des Kraftstoffströmungspfades und von Kraftstoffströmungskomponenten einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzapfsäule;

**[0019]** [Fig. 5](#) zeigt ein schematisches Diagramm eines Kraftstoffzapfsäulensteuersystems, eines Zählers und anderer Kraftstoffströmungskomponenten gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen ein Ablaufdiagramm zum Darstellen der Arbeitsweise eines Steu-

ersystems einer Kraftstoffzapfsäule zum Korrigieren der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens basierend auf empfangenen Drucksignalen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0021]** [Fig. 7](#) zeigt eine grafische Darstellung des Drucks im Einlassrohr, in der Kraftstoffzufuhrleitung und in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff einer Kraftstoffzapfsäule in Antwort auf Zapfpistolenbetätigungen, einschließlich eines Zapfpistolenschaltvorgangs;

**[0022]** [Fig. 8](#) zeigt ein Ablaufdiagramm zum Darstellen der Arbeitsweise eines Steuersystems einer Kraftstoffzapfsäule zum Korrigieren der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens basierend auf einem Zapfpistolenschaltvorgang;

**[0023]** [Fig. 9](#) zeigt eine grafische Darstellung des Drucks im Einlassrohr, in der Kraftstoffzufuhrleitung und in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff einer Kraftstoffzapfsäule in Antwort auf Zapfpistolenbetätigungen, einschließlich eines entfernten Zapfpistolenschaltvorgangs;

**[0024]** [Fig. 10](#) zeigt ein Ablaufdiagramm zum Darstellen der Arbeitsweise eines Steuersystems einer Kraftstoffzapfsäule zum Korrigieren der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens basierend auf einem lokalen und einem entfernten Zapfpistolenschaltvorgang; und

**[0025]** [Fig. 11](#) zeigt ein Ablaufdiagramm zum Darstellen der Arbeitsweise eines Steuersystems einer Kraftstoffzapfsäule zum Bestimmen der geeigneten Kraftstoffströmung durch einen Zähler durch Vergleichen eines Drucks der Leitung für abgemessenen Kraftstoff mit einem Kraftstoffzufuhrleitungsdruck.

#### Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0026]** Durch die nachstehende Beschreibung der Ausführungsformen wird die notwendige Information zur Verfügung gestellt, die es Fachleuten ermöglicht, die Erfindung in die Praxis umzusetzen, wobei die Ausführungsformen die beste Weise (best mode) zum Realisieren der Erfindung darstellen. Durch Lesen der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen werden die Konzepte der Erfindung für Fachleute deutlich, die dadurch auch in die Lage versetzt werden, Anwendungen dieser Konzepte zu erkennen, die hierin nicht spezifisch dargestellt sind. Diese Konzepte und Anwendungen liegen innerhalb der Offenbarung und des durch die beigefügten Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der Erfindung.

**[0027]** Durch die vorliegende Erfindung werden ein System und ein Verfahren zum Erhöhen der Genauigkeit einer Kraftstoffdurchflussmessung durch Erfassen von Druckschwankungen und Ausführen einer Korrektur für die Druckschwankungen bereitgestellt, wie beispielsweise Druckspitzen oder Schockwellen, die durch einen Zapfpistolenschaltvorgang oder einen anderen instabilen Zustand verursacht werden. Die Druckschwankungen können Strömungsstörungen verursachen, die zu ungenauen Zählermessungen führen können. Druckschwankungen können als Ergebnis von Zapfpistolenschaltvorgängen lokal oder als Ergebnis eines an einer anderen Kraftstoffzapfsäule auftretenden Zapfpistolenschaltvorgangs entfernt "gesehen" werden. Bestimmte Typen von in Kraftstoffzapfsäulen verwendeten Zählern können einen Kraftstoffdurchfluss anzeigende Zähler signale weiterhin an das Steuersystem übertragen, obgleich im Kraftstoffströmungspfad Strömungsstörungen auftreten, durch die die Kraftstoffströmung unterbrochen und/oder dazu führen, dass der Kraftstoff in die Rückwärtsrichtung strömt. Die Strömungsstörungen können aufgrund von Druckwellen oder -impulsen auftreten, die durch einen instabilen Zustand erzeugt werden. Der instabile Zustand kann durch einen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht werden. Die Strömungsstörungen führen zu ungenauen Zählermessungen. Außerdem kann im Kraftstoffströmungspfad ein Strömungsschalter angeordnet sein, der erfasst, wenn die Kraftstoffströmung unterbrochen ist. Die Druckwellen oder -impulse führen dazu, dass der Strömungsschalter springt und fehlerhafte Durchflusssignale an das Steuersystem übertragen werden. Durch die kumulative Wirkung der Ungenauigkeit der Zählermessung und des Springens des Strömungsschalters wird bewirkt, dass die Kraftstoffzapfsäulenanzeigen eine fehlerhafte Kraftstoffdurchflussmenge und ein fehlerhaftes abgegebenes Kraftstoffvolumen anzeigen. Diese Wirkung ist im US-Patent Nr. 6935191 mit dem Titel "FUEL DISPENSER FUEL FLOW METER DEVICE, SYSTEM AND METHOD" beschrieben, auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird.

**[0028]** Die vorliegende Erfindung betrifft das Korrigieren des Volumenmesswertes des durch eine Kraftstoffzapfsäule abgegebenen Kraftstoffs basierend auf im Kraftstoffströmungspfad der Kraftstoffzapfsäule erfassten Druckschwankungen, wie beispielsweise Druckspitzen. Drucksensoren erfassen einen Druck im Kraftstoffströmungspfad einer Kraftstoffzapfsäule und übertragen den erfassten Druck anzeigende Drucksignale an ein Steuersystem der Kraftstoffzapfsäule. Basierend auf den Drucksignalen bestimmt das Steuersystem, ob im Kraftstoffströmungspfad ein instabiler Zustand vorliegt, der beispielsweise durch einen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht werden kann. Wenn das Steuersystem bestimmt, dass ein derartiger instabiler Zustand aufgetreten ist, unterbricht das Steuersystem für eine

vorgegebene Zeitdauer die Umwandlung von Zähler signalen in eine Kraftstoffdurchflussmenge und ein abgegebenes Kraftstoffvolumen, um zu ermöglichen, dass der Druck im Kraftstoffströmungspfad auf einen eine normale Kraftstoffströmung in einem stabilen Zustand anzeigenden Wert zurückkehrt. Alternativ kann das Steuersystem die Umwandlungsberechnung mathematisch anpassen, um eine Korrektur für die Zeitdauer des instabilen Zustands vorzunehmen. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer fährt das Steuersystem damit fort, die Zähler signale auf eine normale Weise umzuwandeln.

**[0029]** In der vorliegenden Patentanmeldung beinhalten Druckschwankungen Druckspitzen, plötzliche Druckanstiege und/oder Schockwellen. Jeder dieser Ausdrücke wird austauschbar verwendet, um eine eine Strömungsstörung anzeigende Druckschwankung darzustellen, z. B. eine unstetige Strömung oder eine instationäre Strömung. Durch keinen dieser Ausdrücke soll die Erfindung oder ihre Anwendung auf irgendeine Weise eingeschränkt werden.

**[0030]** In der Hauptausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Turbinen-Durchflussmesser als Zähler der Kraftstoffzapfsäule beschrieben. Der Turbinen-Durchflussmesser kann ein im US-Patent Nr. 5689071 mit dem Titel "WIDE RANGE, HIGH ACCURACY FLOW METER", auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird, beschriebener Zähler sein. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung mit einem beliebigen Zählertyp, z. B. mit einem Verdrängerzähler, in die Praxis umgesetzt werden kann. Bevor spezifische Aspekte der vorliegenden Erfindung diskutiert werden, wird eine kurze Beschreibung einer Tankumgebung bereitgestellt.

**[0031]** [Fig. 1](#) zeigt eine herkömmliche exemplarische Tankumgebung **10**. Die Tankumgebung **10** kann beispielsweise ein Zentralgebäude **12**, mehrere Tankinseln **14** und eine Autowaschanlage **16** aufweisen. Das Zentralgebäude **12** muss nicht zentral in der Tankumgebung **10** angeordnet sein, sondern bildet eher das Hauptaugenmerk der Tankumgebung **10** und kann eine Steuerung **18** aufweisen, die eine Betriebssteuerung (Site Controller, SC) **18** sein kann, die in einer exemplarischen Ausführungsform eine Steuerung des Typs G-SITE<sup>®</sup> sein kann, die von Gilbarco Inc., Greensboro, North Carolina, vertrieben wird. Die Betriebssteuerung **18** kann einen Speicher **20** aufweisen und auf bekannte Weise die Autorisierung von Tankvorgängen und andere herkömmliche Aktivitäten steuern.

**[0032]** Außerdem kann die Betriebssteuerung **18** eine externe Kommunikationsverbindung **22** aufweisen, die eine Kommunikation mit einem abgesetzten Host-Verarbeitungssystem **24** zum Bereitstellen von Inhalt, für Mitteilungszwecke, usw. nach Erfordernis

oder auf Wunsch ermöglicht. Die externe Kommunikationsverbindung **22** kann nach Bedarf oder auf Wunsch über das Festnetz (Public Switched Telephone Network, PSTN) und/oder das Internet oder eine ähnliche Verbindung geführt werden.

**[0033]** Die Autowaschanlage **16** kann eine ihr zugeordnete (nicht dargestellte) Verkaufsstelle aufweisen, die über eine interne Kommunikationsverbindung **25** für Lagerbestand- oder Inventar- und/oder Verkaufszwecke mit der Betriebssteuerung **18** kommuniziert. Die interne Kommunikationsverbindung **25** kann ein lokales Netz (LAN), eine Zapfsäulenkommunikationsleitung, ein anderer Kommunikationskanal oder eine Kommunikationsleitung oder eine ähnliche Verbindung sein. Die Autowaschanlage **16** kann alternativ eine autarke oder selbständige Einheit sein und muss in der Tankumgebung nicht unbedingt vorhanden sein.

**[0034]** Die Tankinseln **14** können eine oder mehrere darauf angeordnete Zapfsäulen oder Kraftstoffzapfsäulen **26** aufweisen. Die Kraftstoffzapfsäulen **26** können beispielsweise Zapfsäulen des Typs ECLIPSE® oder ENCORE® sein, die von Gilbarco Inc., Greensboro, North Carolina vertrieben werden. Die Kraftstoffzapfsäulen **26** kommunizieren über die interne Kommunikationsverbindung **25** elektronisch mit der Betriebssteuerung **18**.

**[0035]** Die Tankumgebung **10** weist außerdem einen oder mehrere unterirdische Speicherbehälter (UST) **30A**, **30B** auf, die dazu geeignet sind, Kraftstoff **32A**, **32B** zu speichern. Ein unterirdischer Speicherbehälter **30A** kann beispielsweise Kraftstoff **32A** mit hoher Oktanzahl speichern, während der andere unterirdische Speicherbehälter **30B** Kraftstoff **32B** mit niedriger Oktanzahl speichern kann. Die unterirdischen Speicherbehälter **30A**, **30B** können doppelwandige Behälter sein. Jeder der unterirdischen Speicherbehälter **30A**, **30B** kann einen darin angeordneten Flüssigkeitspegelsensor oder einen anderen Sensor (nicht dargestellt) aufweisen. Die Sensoren können Information an einen ihnen zugeordneten Tankmonitor (TM) übertragen. Der Tankmonitor **34** kann über die interne Kommunikationsverbindung **25** nach Bedarf oder auf Wunsch entweder über die Betriebssteuerung **18** oder direkt mit den Kraftstoffzapfsäulen **26** kommunizieren, um abgegebene Mengen des Kraftstoffs **32** zu bestimmen und die abgegebene Menge des Kraftstoffs **32** mit aktuellen Füllständen des Kraftstoffs **32** in den unterirdischen Speicherbehältern **30** zu vergleichen, um zu bestimmen, ob in den unterirdischen Speicherbehältern **30** Leckverluste auftreten. Obwohl dies in **Fig. 1** nicht dargestellt ist, kann der Tankmonitor **34** auch im Zentralgebäude **12** und in der Nähe der Betriebssteuerung **18** angeordnet sein. Kraftstoff **32** strömt von den unterirdischen Speicherbehältern **30** über ein unterirdisches Kraftstoffzufuhrsystem, das ein Hauptkraftstofflei-

tung, -rohrleitung oder -rohr **38A**, **38B** und eine Zweig-Kraftstoffleitung, -rohrleitung oder -rohr **40A**, **40B** aufweist, zu den Kraftstoffzapfsäulen **26**. Die Zweig-Kraftstoffleitung **40** ermöglicht, dass Kraftstoff **32** von der Hauptkraftstoffleitung **38** über andere (in **Fig. 4** dargestellte) Strömungskomponenten zu einem in jeder Kraftstoffzapfsäule **26** angeordneten Zähler **28** strömt. Ein exemplarisches unterirdisches Kraftstoffzufuhrsystem ist im US-Patent Nr. 6435204 mit dem Titel "FUEL DISPENSING SYSTEM" beschrieben, auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird.

**[0036]** Der Tankmonitor **34** kann mit der Betriebssteuerung **18** kommunizieren und ferner eine externe Kommunikationsverbindung **36** zum Übertragen von Leckerfassungsinformation, Inventarinformation, usw. aufweisen. Ähnlich wie die externe Kommunikationsverbindung **22** kann die externe Kommunikationsverbindung **36** über das Festnetz (PSTN) und/oder das Internet, eine andere Kommunikationsleitung, usw. geführt werden. Wenn die externe Kommunikationsverbindung **22** vorhanden ist, muss die externe Kommunikationsverbindung **36** nicht unbedingt vorhanden sein, und umgekehrt, obgleich nach Bedarf oder auf Wunsch beide Verbindungen vorhanden sein können. Hierin stellen der Tankmonitor **34** und die Betriebssteuerung **18** in dem Sinne Betriebskommunikationseinrichtungen dar, dass sie eine externe Kommunikation ermöglichen und Betriebsdaten an eine entfernte Stelle übertragen.

**[0037]** Für weitergehende Information darüber, wie Elemente der Tankumgebung **10** Wechselwirken können, wird auf das US-Patent 5956259 mit dem Titel "INTELLIGENT FUELLING" verwiesen, auf das hierin in seiner Gesamtheit Bezug genommen wird. Informationen über Kraftstoffzapfsäulen können in den gemeinsamen US-Patenten Nr. 5734851 mit dem Titel "MULTIMEDIA VIDEO/GRAPHICS IN FUEL DISPENSERS" und 6052629 mit dem Titel "INTERNET CAPABLE BROWSER DISPENSER ARCHITECTURE" gefunden werden, auf die hierin in ihrer Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird. Ein exemplarischer Tankmonitor **34** ist ein Tankmonitor des Typs TLS-350R, der von Veeder-Root Company, Simsbury, Connecticut hergestellt und vertrieben wird.

**[0038]** **Fig. 2** zeigt die Vorderseite einer herkömmlichen Kraftstoffzapfsäule **26**. Die Kraftstoffzapfsäule **26** weist ein Gehäuse **42** auf und kann ein Werbedisplay **48** in der Nähe der Oberseite des Gehäuses **42** und ein Videodisplay **50** in Augenhöhe aufweisen. Das Videodisplay **50** kann ein Display des Typs Infocscreen® sein, das von Gilbarco Inc. hergestellt und vertrieben wird. Dem Videodisplay **50** können Zusatzinformationsdisplays zugeordnet sein, die mit einem aktuellen Tankvorgang in Beziehung stehen und ein Volumendisplay **52** zum Anzeigen des abgegebe-

nen Kraftstoffvolumens und ein Preisdisplay **54** zum Anzeigen des Preises des abgegebenen Kraftstoffs aufweisen. Die Displays **48**, **50**, **52** und **54** können in der Lage sein, nach Bedarf oder auf Wunsch Streaming-Videos darzustellen, und können Flüssigkristalldisplays (LCDs) sein. Die Zweig-Kraftstoffleitung **40** tritt über den Boden der Kraftstoffzapfsäule **26** in die Kraftstoffzapfsäule **26** ein. Der Zähler **28** und andere Strömungskomponenten (nicht dargestellt) sind im Gehäuse **42** der Kraftstoffzapfsäule **26** montiert. Der Kraftstoff **32** wird schließlich über einen Schlauch **44** und eine Zapfpistole **46** einem Kraftstofftank eines Fahrzeugs (nicht dargestellt) zugeführt.

**[0039]** In den meisten Kraftstoffzapfsäulen **26** wird eine dem unterirdischen Speicherbehälter (UST) zugeordnete Tauch-Turbinenpumpe (STP) (nicht dargestellt) zum Pumpen von Kraftstoff zur Kraftstoffzapfsäule **26** verwendet. Einige Kraftstoffzapfsäulen **26** können autark oder eigenständig sein, d. h., dass Kraftstoff durch eine Pumpe, die durch einen im Gehäuse **42** angeordneten Motor gesteuert wird, zur Kraftstoffzapfsäule **26** gefördert wird (wobei weder die Pumpe noch der Motor dargestellt ist). Der Zähler **28** und andere Kraftstoffströmungskomponenten der Kraftstoffzapfsäule **26** sind in einem anderen Raum angeordnet als die elektronischen Komponenten und durch eine Dampfsperre (nicht dargestellt) davon getrennt, wie bekannt und im US-Patent Nr. 5717564 mit dem Titel "FUEL PUMP WIRING" beschrieben ist, auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird. Daher erstreckt sich der Kraftstoffströmungspfad von den unterirdischen Speicherbehältern **30** zur Zapfpistole **46**, wo er in den Kraftstofftank eines Fahrzeugs abgegeben wird.

**[0040]** **Fig. 3** zeigt einen bestimmten Typ eines erfindungsgemäß verwendbaren herkömmlichen Zählers **28**. Dieser Zähler **28** ist ein Turbinen-Durchflussmesser **28**. Ein Beispiel eines Turbinen-Durchflussmessers **28** ist im US-Patent Nr. 5689071 mit dem Titel "WIDE RANGE HIGH ACCURACY FLOW METER" beschrieben, auf das vorstehend im Abschnitt "Hintergrund der Erfindung" Bezug genommen wurde. Der Turbinen-Durchflussmesser **28** besteht aus einem Zählergehäuse **55**, das typischerweise aus einem hochgradig permeablen Material (Material mit hoher Permeabilität) hergestellt ist, wie beispielsweise Monel, einer Nickel-Kupfer-Legierung, rostfreiem Stahl oder unmagnetischem rostfreiem Stahl der Serie 300. Das Zählergehäuse **55** bildet einen zylindrischen Hohlraum, der einen Einlass und einen Auslass für durch den Turbinen-Durchflussmesser **28** strömenden Kraftstoff **32** bildet. Im Zählergehäuse **55** befindet sich eine Welle **56** zum Tragen eines oder mehrerer Turbinenrotoren **58**, **60**. Im vorliegenden Beispiel sind zwar zwei Turbinenrotoren dargestellt: ein erster Turbinenrotor **58** und ein zweiter Turbinenrotor **60**, es kann aber auch genauso gut nur ein Turbinenrotor **58** verwendet werden.

**[0041]** Die Turbinenrotoren **58**, **60** drehen sich in einer sich senkrecht zur Achse der Welle **56** erstreckenden Achse. Die Turbinenrotoren **58**, **60** weisen einen oder mehrere auch als Blätter bekannte Flügel **62** auf. Wenn Kraftstoff den Einlass des Turbinen-Durchflussmessers **28** durchströmt und die Flügel **62** der Turbinenrotoren **58**, **60** passiert, drehen sich die Turbinenrotoren **58**, **60** und die Flügel **62** mit einer Geschwindigkeit, die der Durchflussmenge des den Turbinen-Durchflussmesser **28** durchströmenden Kraftstoffs **32** proportional ist. Das Verhältnis zwischen der Drehgeschwindigkeit des ersten Turbinenrotors **58** und derjenigen des zweiten Turbinenrotors **60** wird durch Zählen der die Abnahmespulen **64**, **65** passierenden Flügel **62** bestimmt. Die Drehgeschwindigkeit der Turbinenrotoren **58**, **60** kann zum Bestimmen der Durchflussmenge des den Turbinen-Durchflussmesser **28** durchlaufenden Kraftstoffs **32** verwendet werden, wie im vorstehend erwähnten US-Patent Nr. 5689071 beschrieben ist.

**[0042]** Im vorliegenden Beispiel sind zwei Abnahmespulen vorgesehen – eine in der Nähe des ersten Turbinenrotors **58** angeordnete erste Abnahmespule **64** und eine in der Nähe des zweiten Turbinenrotors **60** angeordnete zweite Abnahmespule **65**. Der Turbinen-Durchflussmesser **28** kann auch nur einen Turbinenrotor **58** zum Messen der Durchflussmenge aufweisen. Außerdem kann das Zählergehäuse **55** aus zwei Materialien mit verschiedenen Permeabilitäten bestehen, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 6854342 mit dem Titel "INCREASED SENSITIVITY FOR TURBINE FLOW METER" beschrieben ist, auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird.

**[0043]** Die Abnahmespulen **64**, **65** erzeugen ein Magnetsignal, das das permeable Zählergehäuse durchdringt und die Flügel **62** erreicht. Wenn die Turbinenrotoren **58**, **60** sich drehen, überlagern die Flügel **62** ein Zählersignal **66** in der Form eines Impulsgebersignals auf dem durch die Abnahmespulen **64**, **65** erzeugten Magnetsignal. Das Zählersignal **66** wird durch ein Steuersystem **68** analysiert, um die Geschwindigkeit der Flügel **62** zu bestimmen, die dann zum Berechnen der Durchflussmenge und/oder des Volumens des den Turbinen-Durchflussmesser **28** durchströmenden Kraftstoffs **32** verwendet werden kann.

**[0044]** Durch Druckschockwellen oder -pulse erzeugte Strömungsstörungen können eine un stetige Strömung oder eine instationäre Strömung verursachen, die dazu führt, dass die Kraftstoffdurchflussmenge sich schneller oder langsamer ändert als die Drehbewegung der Turbinenrotoren **58**, **60**. Aufgrund der Änderung der Kraftstoffdurchflussmenge entspricht die Kraftstoffdurchflussmenge möglicherweise nicht den Kalibrierungsbedingungen für einen stabilen Zustand des Zählers. In diesem Fall drehen sich

die Turbinenrotoren **58**, **60** weiter, und die Flügel **62** überlagern weiterhin ein Signal auf die Abnahmespulen **64**, **65**, wodurch Zählersignale **66** so erzeugt werden, als ob der stabile Zustand vorliegen würde. Diese Zählersignale **66** werden an das Steuersystem **68** übertragen. Das Steuersystem **68** wird die Zählersignale **66** verwenden und die Durchflussmenge und/oder das Volumen des Kraftstoffs **32** fehlerhaft bestimmen, weil der Kraftstoff **32** den Turbinen-Durchflussmesser **28** nicht im stabilen Zustand durchströmt hat. Daher muss das Steuersystem **68** eine Einrichtung aufweisen, die eine instabile Strömung oder eine instationäre Strömung des Kraftstoffs **32** am Turbinen-Durchflussmesser **28** während einer Zeitdauer bestimmt, die unabhängig vom Zählersignal **66** oder Strömungsschaltersignal ist, insofern ein Strömungsschalter (in [Fig. 3](#) nicht dargestellt) vorhanden ist.

[0045] [Fig. 4](#) zeigt ein schematisches Diagramm zum Darstellen eines Kraftstoffströmungspfades und von Kraftstoffströmungskomponenten gemäß einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzapfsäule **26**. Obwohl dies in [Fig. 4](#) nicht spezifisch dargestellt ist, sind die dargestellten Strömungskomponenten interne Komponenten der Kraftstoffzapfsäule oder erstrecken sich von dieser. Außerdem ist ein doppelter Satz von mehreren der Komponenten dargestellt (A, B), um getrennte Kraftstoffströmungspfade für Kraftstoff **32A** mit hoher Oktanzahl und Kraftstoff **32B** mit niedriger Oktanzahl darzustellen. Die Strömungskomponenten für die Kraftstoffe der beiden Oktanzahlen sind die gleichen, so dass die Diskussion dieser Strömungskomponenten für beide Kraftstoffarten zutrifft und nicht zwischen den Kraftstoffen der beiden Oktanzahlen unterschieden wird.

[0046] Der Kraftstoff **32** kann vom unterirdischen Speicherbehälter (UST) **30** (nicht dargestellt) über die Hauptkraftstoffleitung **38** (nicht dargestellt) und die Zweig-Kraftstoffleitung **40** zur Kraftstoffzapfsäule **26** strömen. Die Hauptkraftstoffleitung **38** und die Zweig-Kraftstoffleitung **40** können doppelwandige Rohrleitungen sein. Die Zweig-Kraftstoffleitung **40** kann sich über ein Scherventil **70** in das Gehäuse **42** (nicht dargestellt) der Kraftstoffzapfsäule **26** erstrecken. Das Scherventil **70** ist derart konstruiert, dass der Kraftstoffstrom durch die Zweig-Kraftstoffleitung **40** unterbrochen wird, wenn ein Aufprall gegen die Kraftstoffzapfsäule **26** stattfindet, wie in der Industrie allgemein bekannt ist. Ein Scherventil **70** ist im US-Patent Nr. 6575206 mit dem Titel "FLOW DISPENSER HAVING AN INTERNAL CATASTROPHIC PROTECTION SYSTEM" dargestellt, auf das hierin in seiner Gesamtheit Bezug genommen wird.

[0047] Der Kraftstoff **32** kann vom Scherventil **70** über ein Einlassrohr **72** zu einem Durchflussregelventil **74** strömen. Das Steuersystem **68** (nicht darge-

stellt) steuert das Durchflussregelventil **74** an, um es zu öffnen und zu schließen, wenn eine Kraftstoffabgabe erwünscht bzw. nicht erwünscht ist. Das Durchflussregelventil **74** kann ein proportional gesteuertes Solenoidventil sein, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 5954080 mit dem Titel "GATED PROPORTIONAL FLOW CONTROL VALVE WITH LOW FLOW CONTROL" beschrieben ist, auf das hierin in seiner Gesamtheit durch Verweis Bezug genommen wird. Wenn das Steuersystem **68** das Durchflussregelventil **74** ansteuert, um es zu öffnen und zu ermöglichen, dass Kraftstoff **32** abgegeben wird, tritt der Kraftstoff **32** in das Durchflussregelventil **74** ein und in eine Kraftstoffzufuhrleitung **76** aus. Die Kraftstoffzufuhrleitung **76** verbindet das Durchflussregelventil **74** mit dem Zähler **28**.

[0048] Der Kraftstoff **32** strömt durch die Kraftstoffzufuhrleitung **76** und durch den Zähler **28**. Der Zähler **28** misst die Volumendurchflussmenge des Kraftstoffs **32**, wie vorstehend unter Bezug auf [Fig. 3](#) diskutiert wurde. Nachdem der Kraftstoff **32** den Zähler **28** durchlaufen hat, durchläuft der Kraftstoff ein Absperrventil **78**. Alternativ kann der Kraftstoff an Stelle eines Absperrventils **78** einen Strömungsschalter **78** durchlaufen. Nachdem der Kraftstoff **32** das Absperrventil bzw. den Strömungsschalter **78** durchlaufen hat, strömt er durch eine Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff zu einem Auslassrohr **82**. Der Kraftstoff **32A** mit hoher Oktanzahl und der Kraftstoff **32B** mit niedriger Oktanzahl können im Auslassrohr **82** gemischt werden, um Kraftstoffe **32** mit anderen Oktanzahlen zu erzeugen. Der Kraftstoff **32** verlässt das Auslassrohr **82** und wird dem Schlauch **44** und der Zapfpistole **46** zugeführt, um schließlich in den Kraftstofftank eines Fahrzeugs (nicht dargestellt) abgegeben zu werden.

[0049] In [Fig. 4](#) sind Drucksensoren **84**, **86**, **88** dargestellt, die gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung an verschiedenen Stellen des Kraftstoffströmungspfades angeordnet sein können. Ein Einlassrohrdrucksensor **84** kann im Einlassrohr **72** angeordnet sein. Ein Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor **86** kann in der Kraftstoffzufuhrleitung **76** angeordnet sein. Ein Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff kann in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff angeordnet sein. Der Einlassrohrdrucksensor **84**, der Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor **86** und der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erfassen den Druck an den jeweiligen Stellen des Kraftstoffströmungspfades, an denen sie angeordnet sind.

[0050] [Fig. 5](#) zeigt ein Blockdiagramm der vorliegenden Erfindung und der in [Fig. 4](#) dargestellten Komponenten. Das Steuersystem **68** kann ein Mikrocontroller, ein Mikroprozessor oder eine andere Elektronik mit einem zugeordneten Speicher und darauf laufenden Softwareprogrammen sein, wie auf dem

Fachgebiet bekannt ist. Das Steuersystem **68** steuert das Durchflussregelventil **74** über eine Ventilkommunikationsleitung **90** an, um es zu öffnen und zu schließen, wenn eine Kraftstoffabgabe erwünscht bzw. nicht erwünscht ist. Wenn das Steuersystem **68** das Durchflussregelventil **74** ansteuert, um es zu öffnen und zu ermöglichen, dass Kraftstoff abgegeben wird, tritt der Kraftstoff vom Einlassrohr **72** in das Durchflussregelventil **74** ein und tritt davon in die Kraftstoffzufuhrleitung **76** und zum Zähler **28** aus.

**[0051]** Die Kraftstoffdurchflussmenge wird durch den Zähler **28** gemessen, und der Zähler **28** überträgt die Kraftstoffdurchflussmenge mittel eines Zähler Signals **66** zum Steuersystem **68**. Auf diese Weise verwendet das Steuersystem **68** das Zähler Signal **66** zum Bestimmen des durch die Kraftstoffzapsäule strömenden und einem Fahrzeug zugeführten Kraftstoffs. Das Steuersystem **68** aktualisiert das abgegebene Gesamtvolumen auf dem Volumendisplay **52** über die Volumendisplaykommunikationsleitung **94** und den Preis des abgegebenen Kraftstoffvolumens auf dem Preisdisplay **54** über eine Preisdisplaykommunikationsleitung **96**.

**[0052]** Ein Strömungsschalter **78**, falls vorhanden, zeigt dem Steuersystem **68** durch ein Signal **92** an, wenn Kraftstoff durch der Zähler **28** strömt, wenn die Turbinenrotoren **58**, **60** sich weiterdrehen, nachdem der Tankvorgang abgebrochen wurde. Alternativ kann der Strömungsschalter **78** nicht vorhanden sein, und die Kraftstoffzapsäule **26** kann nur ein Absperrventil **78** aufweisen. Kraftstoff tritt vom Strömungsschalter/Absperrventil **78** zur Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff aus und strömt zum Auslassrohr **82** (nicht dargestellt) und dann zum Schlauch **44** und zur Zapfpistole **46**. [Fig. 5](#) zeigt, dass die Abnahmespulen **64**, **65** das Zähler Signal **66** für das Steuersystem **68** erzeugen. Die Abnahmespulen **64**, **65** können im Zähler **28** oder extern vom Zähler **28** angeordnet sein.

**[0053]** Obwohl das Steuersystem **68** den Öffnungs- und Schließvorgang des Durchflussregelventils **74** steuert, um eine Kraftstoffströmung zu ermöglichen oder zu unterbrechen, kann das Steuersystem **68** nicht sicherstellen, dass Kraftstoff durch die Kraftstoffzapsäule strömt, nur weil das Steuersystem **68** das Durchflussregelventil **74** angesteuert hat, um es zu öffnen. Wenn ein Zapfpistolenschaltvorgang, d. h. ein schnelles Schließen und Öffnen der Zapfpistole, oder ein anderer instabiler Zustand in der Tankumgebung **10** auftritt, wird eine Druckschockwelle erzeugt, durch die Strömungsstörungen am Zähler **28** verursacht werden, die zu einer fehlerhaften Durchflussanzeige führen. Wenn ein Strömungsschalter **78** vorhanden ist, veranlassen die Druckschockwellen, dass der Strömungsschalter prellt, wodurch ebenfalls eine fehlerhafte Durchflussanzeige an das Steuersystem **68** übertragen wird. Außerdem kann eine

Rückwärtsströmung des Kraftstoffs **32** auftreten. Auch hinsichtlich der durch die Druckschockwelle verursachten Strömungsstörungen kann das Steuersystem **68** weiterhin die Zähler Signale **66** von den Abnahmespulen **64**, **65** des Zählers **28** empfangen und damit fortfahren, den Kraftstoffdurchfluss so zu registrieren, als ob ein stabiler Zustand vorhanden wäre, so dass die Strömungsstörungen nicht berücksichtigt werden.

**[0054]** Im Kraftstoffströmungspfad angeordnete Drucksensoren erfassen Druckschockwellen, die Strömungsstörungen verursachen. Die Druckschockwellen zeigen sich in der Form von Druckspitzen. Die Drucksensoren sind mit dem Steuersystem **68** verbunden und erfassen den Druck im Kraftstoffströmungspfad. Die Drucksensoren übertragen Drucksignale an das Steuersystem **68**, einschließlich Drucksignale, die Druckspitzen anzeigen. In [Fig. 5](#) sind drei Drucksensoren dargestellt. Der Einlassrohrdrucksensor **84** ist im Einlassrohr **72** angeordnet und erfasst den Druck im Einlassrohr. Der Kraftstoffzufuhrleitungssensor **86** ist in der Kraftstoffzufuhrleitung **76** angeordnet und erfasst den Druck in der Kraftstoffzufuhrleitung. Der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff ist in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff angeordnet und erfasst den Druck in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff. Der Einlassrohrdrucksensor **84** überträgt ein Einlassrohrdrucksignal **98** an das Steuersystem **68**. Der Kraftstoffzufuhrleitungssensor **86** überträgt ein Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal **100** an das Steuersystem **68**. Der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff überträgt ein Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem **68**. Das Steuersystem **68** kann die Kraftstoffdurchflussmenge und das abgegebene Kraftstoffvolumen in Antwort auf die Drucksignale **98**, **100** und **102** korrigieren.

**[0055]** Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen ein Ablaufdiagramm zum Beschreiben der Arbeitsweise der vorliegenden Erfindung, wobei das Steuersystem **68** die Drucksignale **98**, **100** und **102** von den Drucksensoren **84**, **86** und **88** verwendet, um den Zapfpistolenschaltvorgang zu korrigieren und das durch den Zähler **28** strömende Kraftstoffvolumen präzise zu bestimmen. Die Verarbeitung beginnt (Block **200**), und der Kunde leitet einen Tankvorgang an der Kraftstoffzapsäule **28** ein (Block **202**). In einigen Ausführungsformen ist der Einlassrohrdrucksensor **84** vorhanden und erfasst den Druck im Einlassrohr **72** (Block **204**) und überträgt das Einlassrohrdrucksignal **98** an das Steuersystem **68** (Block **206**). Das Steuersystem **68** steuert das Durchflussregelventil **74** an, um es zu öffnen (Block **208**). Das Durchflussregelventil **74** öffnet, und Kraftstoff strömt durch das Durchflussregelventil **74** (Block **210**).

**[0056]** In einigen Ausführungsformen der vorliegen-

den Erfindung ist der Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor **86** vorhanden und erfasst den Druck in der Kraftstoffzufuhrleitung **76**, wenn der Kraftstoff vom Durchflussregelventil **74** zufließt (Block **212**). Der Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor **86** überträgt den Kraftstoffzufuhrleitungsdruck **100** an das Steuersystem **68** (Block **214**). Der Kraftstoff **32** strömt durch die Kraftstoffzufuhrleitung **76** und durch den Zähler **28** (Block **216**). Wenn der Kraftstoff **32** durch der Zähler **28** strömt, dreht der Kraftstoff **32** die Turbinenrotoren **58, 60**, wodurch Zählersignale **66** erzeugt werden. Die Zählersignale **66** werden an das Steuersystem **68** übertragen (Block **218**). Der Kraftstoff **32** strömt vom Zähler **28** durch den Strömungsschalter bzw. das Absperrventil **78** und die Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff (Block **220**). Wenn ein Strömungsschalter **78** vorhanden ist, erfasst der Strömungsschalter den Durchfluss bzw. die Strömung des Kraftstoffs **32** und überträgt ein Signal **92** an das Steuersystem **68** (Block **222**). Der Strömungsschalter **78** muss nicht unbedingt vorhanden sein, weil die Drucksensoren **84, 86, 88** ausreichende Anzeigeeinformation über den Durchfluss des Kraftstoffs **32** an das Steuersystem **68** übertragen können. Der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erfasst den Druck in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff (Block **224**) und überträgt das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem **68** (Block **226**).

[0057] Das Steuersystem **68** wandelt die Zählersignale **66** in eine Kraftstoffdurchflussmenge und ein Kraftstoffvolumen um. Das Steuersystem **68** korrigiert die Kraftstoffdurchflussmenge und das Kraftstoffvolumen basierend auf dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff und in einigen Ausführungsformen auch basierend auf dem Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal **100** und dem Einlassrohrdrucksignal **98** (Block **228**). Das Steuersystem **68** zeigt dann das abgegebene Kraftstoffvolumen auf dem Volumendisplay **52** und den Preis für den abgegebenen Kraftstoff **32** auf dem Preisdisplay **54** an (Block **230**).

[0058] [Fig. 7](#) zeigt eine grafische Darstellung **103** des Drucks in Pfund pro Quadratzoll (PSI) **[104]** (diese und die nachfolgenden eckigen Klammern beziehen sich auf Bereiche der dargestellten Diagramme in den Figuren 7 und 9.) über die Zeit in Sekunden **[106]** des Einlassrohrdrucksignals **98**, des Kraftstoffzufuhrleitungssignals **100** und des Drucksignals **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff der Kraftstoffzapfsäule **26** in Antwort auf Betätigungen der Zapfpistole **46** an der Kraftstoffzapfsäule **26**. Die grafische Darstellung **103** zeigt einen offenen Zustand **[108]** der Zapfpistole **46**, der bis zu einer Zeit von etwas über 10 Sekunden anhält, woraufhin der Kunde an der Kraftstoffzapfsäule **26** einen Zapfpistolenschaltvorgang **110** ausführt, der auch als lokaler Zapfpistolenschaltvorgang bezeichnet wird, und

zeigt, dass die Zapfpistole **46** kurz vor dem Ablauf von 30 Sekunden geschlossen wird, wenn der Kunde den Tankvorgang beendet hat.

[0059] Die grafische Darstellung **103** von [Fig. 7](#) zeigt das Einlassrohrdrucksignal **98**, das relativ konstant ist und den Druck von den unterirdischen Speicherbehältern **30** in der Tankumgebung **10** widerspiegelt. Das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal **100** und das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erreichen einen Pegel **[114]**, der anzeigt, dass der Kraftstoff **32** normal durch die Kraftstoffzapfsäule **26** strömt und der Tankvorgang fortgeschritten ist. Die Differenz zwischen dem Einlassrohrdrucksignal **98** von ungefähr 30 PSI und dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff von ungefähr 25 PSI zeigt an, dass der Kraftstoff **32** vom Einlassrohr **72** normal durch der Zähler **28** strömt.

[0060] Zum Zeitpunkt des Zapfpistolenschaltvorgangs **110** tritt eine Druckspitze **[116]** auf. Das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff steigt rasch auf einen Wert von etwa 65 PSI oder etwa auf das 2,5-fache des normalen Kraftstoffströmungsdrucks von 25 PSI an **[116a]** und fällt dann rasch auf etwa 12 PSI oder das 0,5-fache des normalen Kraftstoffströmungsdrucks von 25 PSI ab **[116b]**. Der rasche Anstieg und Abfall des Drucksignals **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff zeigt an, dass als Ergebnis des Zapfpistolenschaltvorgangs **110** eine Strömungsstörung in der Leitung für abgemessenen Kraftstoff aufgetreten ist.

[0061] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt ist, beginnt das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff, sich wieder auf einen normalen Pegel **[116b]** einzupendeln und erreicht diesen Pegel etwa 1,0 Sekunden nach Beginn des Zapfpistolenschaltvorgangs **[110]**. Das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal **110** pendelt sich ebenfalls wieder auf einen normalen Pegel **118** ein.

[0062] Wenn die Zapfpistole **46** geschlossen wird **[112]**, tritt eine andere Druckspitze **[120]** auf. Das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff steigt rasch auf einen Wert von etwa 65 PSI an **[120a]**, fällt jedoch rasch auf 30 PSI **[120b]** oder den gleichen Druckwert zurück wie das Einlassrohrdrucksignal **98**. Weil nun keine Differenz zwischen dem Einlassrohrdrucksignal **98** und dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff mehr vorhanden ist, ist keine Strömung des Kraftstoffs **32** vorhanden, wodurch angezeigt wird, dass die Zapfpistole **46** geschlossen ist **[112]**.

[0063] [Fig. 8](#) zeigt ein Ablaufdiagramm der Arbeitsweise des Steuersystems **68** der Kraftstoffzapfsäule **26** zum Korrigieren der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens basierend

auf einem lokalen Zapfpistolenschaltvorgang an der Kraftstoffzapfsäule **26**. Die Verarbeitung startet, wenn im Druck in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff eine Druckspitze auftritt (Block **300**). Der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erfasst die Druckspitze in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff (Block **302**) und überträgt in Antwort auf die Druckspitze ein Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem **68** (Block **304**).

**[0064]** Das Steuersystem **68** bestimmt basierend auf dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff, dass ein Zapfpistolenschaltvorgang aufgetreten ist (Block **306**). Die aufgrund des Zapfpistolenschaltvorgangs erzeugte Druckspitze erzeugt eine Strömungsstörung am Zähler **28** (Block **308**). Das Steuersystem nimmt eine Korrektur für die Strömungsstörung am Zähler **26** vor, indem Zählersignale **66**, die zum Zeitpunkt der Druckspitze auftreten, und für eine darauf folgende vorgegebene Zeitdauer ausgeklammert werden (Block **310**). Das Steuersystem **68** kann Zählersignale **66** ausklammern, indem einfach die Zählersignale **66** für die vorgegebene Zeitdauer ignoriert und daher die ignorierten Zählersignale **66** nicht in abgegebenes Kraftstoffvolumen umgewandelt werden. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer kann das Steuersystem **68** damit fortfahren, die Zählersignale **66** in abgegebenes Kraftstoffvolumen umzuwandeln. Alternativ kann das Steuersystem **68** einen mathematischen Faktor auf den Umwandlungsprozess anwenden, um die Strömungsstörung zu berücksichtigen.

**[0065]** [Fig. 9](#) zeigt eine andere grafische Darstellung **124** des Drucks in Pfund pro Quadratzoll (PSI) **[104]** über die Zeit in Sekunden **[106]** des Einlassrohrdrucksignals **98**, des Kraftstoffzufuhrleitungssignals **100** und des Drucksignals **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff der Kraftstoffzapfsäule **26**. In [Fig. 9](#) zeigt, ähnlich wie in [Fig. 7](#), das Einlassrohrdrucksignal **98** einen Druck von etwa 30 PSI an, und das Kraftstoffzufuhrleitungssignals **100** und das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erreichen einen Wert von etwa 25 PSI **[114]**, wodurch eine normale Kraftstoffströmung angezeigt wird. Außerdem zeigt das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff in [Fig. 7](#) zum Schließzeitpunkt **[112]** der Zapfpistole einen raschen Anstieg **[120]**.

**[0066]** Anders als im grafischen Diagramm **103** von [Fig. 7](#) zeigt [Fig. 9](#) jedoch, dass sowohl das Einlassrohrdrucksignal **98** als auch das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff eine Druckspitze **126** zeigen. Das Einlassrohrdrucksignal **98** steigt rasch auf etwa 66 PSI an **[126a]**, während das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff rasch auf etwa 50 PSI ansteigt **[126b]**. Sowohl das Einlassrohrdrucksignal **98** als auch das Drucksignal

**102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff kehren innerhalb von etwa 0,25 Sekunden auf normale Kraftstoffströmungsdruckwerte zurück **[126c]**. Die Druckspitze **[126]** tritt ohne jegliche Betätigung der Zapfpistole **46** auf. Daher wurde die Druckspitze **[126]** durch eine Druckstörung aufgrund eines instabilen Zustands verursacht, der irgendwo in der Tankumgebung **10** auftritt und nicht mit einer Betätigung durch den Kunden an der Kraftstoffzapfsäule **26** in Beziehung steht. Die Druckspitze **[126]** wurde durch eine Zapfpistolenschaltvorgang an einer anderen Kraftstoffzapfsäule verursacht, der auch als entfernter Zapfpistolenschaltvorgang bezeichnet wird.

**[0067]** Wenn der Tankvorgang abgeschlossen ist und die Zapfpistole **46** geschlossen wird **[112]**, reagiert das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff auf ähnliche Weise wie in [Fig. 7](#). D. h., das Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff steigt rasch an, fällt jedoch rasch auf den gleichen Druck zurück wie das Einlassrohrdrucksignal **98**. Weil nun keine Differenz zwischen dem Einlassrohrdrucksignal **98** und dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff auftritt, tritt auch keine Strömung des Kraftstoffs **32** auf, wodurch angezeigt wird, dass die Zapfpistole **46** geschlossen ist.

**[0068]** [Fig. 10](#) zeigt ein Ablaufdiagramm der Arbeitsweise des Steuersystems **68** der Kraftstoffzapfsäule **26** zum Korrigieren der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens basierend auf einem lokalen Zapfpistolenschaltvorgang an der Kraftstoffzapfsäule **26** und einem entfernten Zapfpistolenschaltvorgang an einer anderen Stelle in der Tankumgebung **10**. Die Verarbeitung startet, wenn im Druck in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff eine Druckspitze auftritt (Block **400**). Der Drucksensor **88** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff erfasst die Druckspitze in der Leitung **80** für abgemessenen Kraftstoff (Block **402**) und überträgt in Antwort auf die Druckspitze ein Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff an das Steuersystem **68** (Block **404**).

**[0069]** Das Steuersystem **68** bestimmt basierend auf dem Drucksignal **102** der Leitung für abgemessenen Kraftstoff, dass ein Zapfpistolenschaltvorgang stattgefunden hat (Block **406**). Das Steuersystem **68** analysiert den Zustand des Einlassrohrdrucksensors **84** (Block **408**). Das Steuersystem **68** bestimmt, ob es ein Einlassrohrdrucksignal **98** empfangen hat, das eine Druckspitze im Einlassrohr **72** anzeigt (Block **410**).

**[0070]** Wenn das Steuersystem **68** bestimmt, dass es kein Einlassrohrdrucksignal **98** empfangen hat, das eine Druckspitze im Einlassrohr **72** anzeigt, bestimmt das Steuersystem **68**, dass ein lokaler Zapfpistolenschaltvorgang an der Kraftstoffzapfsäule **26**

stattgefunden hat (Block 412), der eine Strömungsstörung am Zähler 28 verursacht hat (Block 414). Das Steuersystem 68 nimmt eine Korrektur für die aufgrund des lokalen Zapfpistolenschaltvorgangs verursachte Strömungsstörung am Zähler 28 vor, indem die zum Zeitpunkt der Druckspitze und für eine vorgegebene Zeitdauer danach auftretenden Zählersignale 66 ausgeklammert und ignoriert werden (Block 416).

[0071] Wenn das Steuersystem 68 bestimmt, dass es ein Einlassrohrdrucksignal 98 empfangen hat, das eine Druckspitze im Einlassrohr 72 anzeigt, bestimmt das Steuersystem 68, dass irgendwo in der Tankumgebung 10 ein entfernter Zapfpistolenschaltvorgang stattgefunden hat (Block 418), der eine Strömungsstörung am Zähler 28 erzeugt hat (Block 420). Das Steuersystem 68 nimmt eine Korrektur für die aufgrund des entfernten Zapfpistolenschaltvorgangs verursachte Strömungsstörung am Zähler 28 vor, indem die zum Zeitpunkt der Druckspitze und für eine vorgegebene Zeitdauer danach auftretenden Zählersignale 66 ausgeklammert und ignoriert werden (Block 422).

[0072] Die vorgegebene Zeitdauer zum Ausklammern der Zählersignale 66 aufgrund eines lokalen Zapfpistolenschaltvorgangs muss nicht die gleiche sein wie die vorgegebene Zeitdauer zum Ausklammern der Zählersignale 66 aufgrund eines entfernten Zapfpistolenschaltvorgangs, sondern ist vorzugsweise davon verschieden. Das Steuersystem 68 kann die Zählersignale 66 einfach dadurch ausklammern, dass die Zählersignale 66 für die vorgegebene Zeitdauer ignoriert und daher die ignorierten Zählersignale 66 nicht in abgegebenes Kraftstoffvolumen umgewandelt werden. Nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer kann das Steuersystem 68 damit fortfahren, die Zählersignale 66 in abgegebenes Kraftstoffvolumen umzuwandeln. Alternativ kann das Steuersystem 68 einen mathematischen Faktor auf den Umwandlungsprozess anwenden, um die Strömungsstörung zu berücksichtigen. Der zum Ausführen einer Korrektur für einen lokalen Zapfpistolenschaltvorgang verwendete mathematische Faktor muss nicht der gleiche sein wie der zum Ausführen einer Korrektur für einen entfernten Zapfpistolenschaltvorgang verwendete mathematische Faktor.

[0073] Fig. 11 zeigt ein Ablaufdiagramm der Arbeitsweise des Steuersystems 68 der Kraftstoffzapfsäule 26 zum Bestimmen einer geeigneten Strömung des Kraftstoffs 32 durch den Zähler durch Vergleichen des Drucks der Leitung für abgemessenen Kraftstoff mit dem Kraftstoffzufuhrleitungsdruck. Die Verarbeitung beginnt damit, dass das Steuersystem 68 das Drucksignal 102 der Leitung für abgemessenen Kraftstoff mit dem Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal 100 und dem Einlassrohrleitungsdrucksignal 98 vergleicht (Block 500).

[0074] Das Steuersystem 68 bestimmt, ob das Drucksignal 102 der Leitung für abgemessenen Kraftstoff höher ist als das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal 100 oder das Einlassrohrleitungsdrucksignal 98 (Block 502). Wenn das Steuersystem 68 bestimmt, dass das Drucksignal 102 der Leitung für abgemessenen Kraftstoff nicht höher ist als das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal 100, strömt Kraftstoff 32 normal durch der Zähler 28 (Block 504), und das Steuersystem 68 fährt damit fort, die Zählersignale 66 in eine Kraftstoffdurchflussmenge und ein abgegebenes Kraftstoffvolumen umzuwandeln (Block 506).

[0075] Wenn das Steuersystem 68 bestimmt, dass das Drucksignal 102 der Leitung für abgemessenen Kraftstoff höher ist als das Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal 100, fließt Kraftstoff 32 in die Rückwärtsrichtung (Block 508). Das Steuersystem 68 erkennt die Rückwärtsströmung des Kraftstoffs und wandelt die Zählersignale 66 nicht in eine Kraftstoffdurchflussmenge und ein abgegebenes Kraftstoffvolumen um (Block 510). Die Verarbeitung wird in einer ununterbrochenen Schleife abgearbeitet, in der das Steuersystem 68 das Drucksignal 102 der Leitung für abgemessenen Kraftstoff mit dem Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal 100 und dem Einlassrohrleitungsdrucksignal 98 vergleicht (Block 500).

[0076] Obwohl die Verwendung von Drucksensoren zum Bestimmen instabiler Zustände und Ausführen einer Korrektur für instabile Zustände in einer Tankumgebung beschrieben wurde, ist für Fachleute ersichtlich, dass Drucksensoren auch zum Bestimmen des Kraftstoffdurchflusses und zum Verbessern des Zählerbetriebs in stabilen Zuständen verwendbar sind. Außerdem können die Drucksensoren an Stelle eines Strömungsschalters verwendet werden. Insbesondere kann nicht nur der durch einen Drucksensor erfasste Druckwert zum Bestimmen eines Kraftstoffdurchflusses verwendet werden, sondern es kann die Differenz zwischen einem durch einen stromabwärtsseitigen Drucksensor erfassten Druck und einem durch einen stromaufwärtsseitigen Drucksensor erfassten Druck zum Bestimmen und Verbessern der Genauigkeit einer Kraftstoffdurchflussmenge und eines abgegebenen Kraftstoffvolumens verwendet werden.

[0077] Für Fachleute sind anhand der hierin beschriebenen Konzepte und des durch die beigefügten Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der Erfindung Verbesserungen und Modifikationen der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ersichtlich.

#### Bezugszeichenliste

10	Tankumgebung
12	Zentralgebäude

14	Tankinseln	System und ein Verfahren zum Erhöhen der Genauigkeit einer Kraftstoffdurchflussmessung durch eine Kraftstoffzapfsäule bereitgestellt. Im Kraftstoffströmungspfad angeordnete Drucksensoren erfassen den Druck im Kraftstoffströmungspfad und übertragen Drucksignale an ein Steuersystem der Kraftstoffzapfsäule. Die Drucksignale werden durch das Steuersystem zum Erhöhen der Genauigkeit der Kraftstoffdurchflussmenge und des abgegebenen Kraftstoffvolumens verwendet, die das Steuersystem durch Umwandeln von Zählersignalen von einem Zähler bestimmt. Insbesondere werden die Drucksignale durch das Steuersystem verwendet, um zu bestimmen, ob im Kraftstoffströmungspfad ein instabiler Zustand vorliegt, und um die Kraftstoffdurchflussmenge und das abgegebene Kraftstoffvolumen basierend auf der Erfassung des instabilen Zustands zu korrigieren.
16	Autowaschanlage	
18	Steuerung (Betriebssteuerung)	
20	Speicher	
22	Kommunikationsverbindung	
24	Host-Verarbeitungssystem	
25, 36	Kommunikationsverbindung	
26	Kraftstoffzapfsäulen	
28	Zähler, Turbinen-Durchflussmesser	
30, 30A, 30B	Speicherbehälter	
32, 32A, 32B	Kraftstoff	
34	Tankmonitor	
38, 38A, 38B	Hauptkraftstoffleitung, -rohrleitung oder -rohr	
40, 40A, 40B	Zweig-Kraftstoffleitung, -rohrleitung oder -rohr	
42	Gehäuse	
44	Schlauch	
46	Zapfpistole	
48	Werbedisplay	
50	Videodisplay	
52	Volumendisplay	
54	Preisdisplay	
55	Zählergehäuse	
56	Welle	
58, 60	Turbinenrotoren	
62	Flügel	
64, 65	Abnahmespulen	
66	Zählersignale	
68	Steuersystem	
70	Scherventil	
72	Einlassrohr	
74	Durchflussregelventil	
76	Kraftstoffzufuhrleitung	
78	Absperrventil, Strömungsschalter	
80	Leitung	
82	Auslassrohr	
84	Einlassrohrdrucksensor	
86	Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksensor	
88	Drucksensor der Leitung	
90	Ventilkommunikationsleitung	
92	Signal	
94	Volumendisplaykommunikationsleitung	
96	Preisdisplaykommunikationsleitung	
98	Einlassrohrdrucksignal	
100	Kraftstoffzufuhrleitungsdrucksignal	
102	Drucksignal der Leitung	
103, 124	graphische Darstellung des Drucks	
110	Zapfpistolenschaltvorgang	
200–510	Blöcke	

#### Zusammenfassung

System und Verfahren zum Erfassen von Druckschwankungen in Kraftstoffzapfsäulen zum präziseren Messen der abgegebenen Kraftstoffmenge

[0078] Durch die vorliegende Erfindung werden ein

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 5689071 [[0005](#), [0030](#), [0040](#), [0041](#)]
- US 6935191 [[0027](#)]
- US 6435204 [[0035](#)]
- US 5956259 [[0037](#)]
- US 5734851 [[0037](#)]
- US 6052629 [[0037](#)]
- US 5717564 [[0039](#)]
- US 6854342 [[0042](#)]
- US 6575206 [[0046](#)]
- US 5954080 [[0047](#)]

### Patentansprüche

1. Kraftstoffzapfsäule zum Abgeben von Kraftstoff von Kraftstoffspeicherbehältern in ein Fahrzeug, mit:

einem Steuersystem (68);  
 einem Kraftstoffströmungspfad zum Empfangen von Kraftstoff von den Kraftstoffspeicherbehältern für eine Abgabe an das Fahrzeug;  
 einem im Kraftstoffströmungspfad angeordneten Zähler (28), durch den Kraftstoff strömt und der dazu geeignet ist, ein Zählersignal, das mit der durch den Zähler (28) strömenden Kraftstoffmenge in Beziehung steht, zu erzeugen und an das Steuersystem (68) zu übertragen; und  
 einem im Kraftstoffströmungspfad angeordneten Drucksensor (84, 86, 88) zum Erfassen eines Drucks im Kraftstoffströmungspfad und zum Übertragen eines mit dem erfassten Druck in Beziehung stehenden Drucksignals an das Steuersystem (68);  
 wobei das Steuersystem (68) dazu geeignet ist: das Zählersignal vom Zähler (28) zu empfangen; ein Volumen oder eine Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal zu berechnen; basierend auf dem vom Drucksensor (84, 86, 88) empfangenen Drucksignal zu erfassen, ob ein instabiler Zustand im Kraftstoffströmungspfad vorliegt; und das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands zu korrigieren.

2. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands durch Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer zu korrigieren.

3. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 2, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer mit der Berechnung eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal fortzufahren.

4. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands durch Anwenden eines mathematischen Faktors auf das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge zu korrigieren.

5. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei die Erfassung des instabilen Zustands auf einer Erfassung einer Druckspitze im Kraftstoffströmungs-

pfad basiert.

6. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei der instabile Zustand durch einen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wird.

7. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 6, wobei der Zapfpistolenschaltvorgang ein lokaler Zapfpistolenschaltvorgang ist.

8. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 6, wobei der Zapfpistolenschaltvorgang ein entfernter Zapfpistolenschaltvorgang ist.

9. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei der Drucksensor (84, 86, 88) im Kraftstoffströmungspfad stromabwärts vom Zähler (28) angeordnet ist.

10. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, wobei der Drucksensor (84, 86, 88) stromaufwärts vom Zähler (28) angeordnet ist.

11. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 1, ferner mit:

einem im Kraftstoffströmungspfad stromabwärts vom Zähler (28) angeordneten ersten Drucksensor (84) zum Erfassen des Drucks im Kraftstoffströmungspfad und zum Übertragen eines mit dem erfassten Druck in Beziehung stehenden ersten Drucksignals an das Steuersystem (68); und  
 einem im Kraftstoffströmungspfad stromaufwärts vom Zähler (28) angeordneten zweiten Drucksensor (86) zum Erfassen des Drucks im Kraftstoffströmungspfad und zum Übertragen eines mit dem erfassten Druck in Beziehung stehenden zweiten Drucksignals an das Steuersystem (68);  
 wobei das Steuersystem (68) dazu geeignet ist: das Zählersignal vom Zähler (28) zu empfangen; ein Volumen oder eine Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal zu berechnen; basierend auf dem vom ersten Drucksensor (84) empfangenen ersten Drucksignal und/oder auf dem vom zweiten Drucksensor (86) empfangenen zweiten Drucksignal zu erfassen, ob ein instabiler Zustand im Kraftstoffströmungspfad vorliegt; und das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands zu korrigieren.

12. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 11, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands durch Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer zu korrigieren.

13. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 11, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, nach

Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer mit der Berechnung eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal fortzufahren.

14. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 11, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands durch Anwenden eines mathematischen Faktors auf das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge zu korrigieren.

15. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 11, wobei die Erfassung des instabilen Zustands auf einer Erfassung einer Druckspitze im Kraftstoffströmungspfad durch den ersten Drucksensor (84) und/oder den zweiten Drucksensor (86) basiert.

16. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 11, wobei das Steuersystem (68) das erste Drucksignal, das mit dem durch den ersten Drucksensor (84) erfassten Druck in Beziehung steht, mit dem zweiten Drucksignal vergleicht, das mit dem durch den zweiten Drucksensor (86) erfassten Druck in Beziehung steht, und anhand des Vergleichsergebnisses bestimmt, ob im Kraftstoffströmungspfad ein instabiler Zustand vorliegt.

17. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 16, wobei das Steuersystem (68) basierend auf dem Vergleich zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal bestimmt, dass der instabile Zustand durch einen lokalen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurde.

18. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 16, wobei das Steuersystem (68) basierend auf dem Vergleich zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal bestimmt, dass der instabile Zustand durch einen entfernten Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurde.

19. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 16, wobei das Steuersystem (68) ferner dazu geeignet ist, das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands durch Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer zu korrigieren, und wobei die vorgegebene Zeitdauer auf dem Vergleich zwischen dem ersten Drucksignal, das mit dem durch den ersten Drucksensor (84) erfassten Druck in Beziehung steht, und dem zweiten Drucksignal basiert, das mit dem durch den zweiten Drucksensor (86) erfassten Druck in Beziehung steht.

20. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 16, wobei der instabile Zustand eine Umkehr der Kraftstoffströ-

mungsrichtung im Kraftstoffströmungspfad ist.

21. Kraftstoffzapfsäule nach Anspruch 16, ferner mit:  
einem im Kraftstoffströmungspfad stromaufwärts vom Zähler (28) angeordneten dritten Drucksensor (88), der den Druck im Strömungspfad erfasst und ein mit dem erfassten Druck in Beziehung stehendes drittes Drucksignal an das Steuersystem (68) überträgt;  
wobei das Steuersystem (68) dazu geeignet ist:  
das Zählersignal vom Zähler (28) zu empfangen;  
mindestens eines der Drucksignale unter dem durch den ersten Drucksensor (84) erzeugten ersten Drucksignal, dem durch den zweiten Drucksensor (86) erzeugten zweiten Drucksignal und dem durch den dritten Drucksensor (88) erzeugten dritten Drucksignal zu empfangen; und  
ein Volumen oder eine Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal und mindestens einem Drucksignal unter dem ersten Drucksignal, dem zweiten Drucksignal und dem dritten Drucksignal zu berechnen.

22. Verfahren zum Abgeben von von Kraftstoffspeicherbehältern zugeführtem Kraftstoff an ein Fahrzeug, mit den Schritten:  
Empfangen eines Zählersignals von einem Zähler (28), wobei das Zählersignal mit einer durch den Zähler (28) strömenden Kraftstoffmenge in Beziehung steht;  
Berechnen eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal;  
Erfassen eines instabilen Zustands im Kraftstoffströmungspfad basierend auf einem Drucksignal, das von einem im Kraftstoffströmungspfad angeordneten Drucksensor (84, 86, 88) empfangen wird; und  
Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Korrigieren des berechneten Volumens oder der berechneten Durchflussmenge des Kraftstoffs in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands das Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer aufweist.

24. Verfahren nach Anspruch 23, ferner mit dem Fortsetzen der Berechnung eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer.

25. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands das Anwenden eines mathematischen Faktors auf das be-

rechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge aufweist.

26. Verfahren nach Anspruch 22, wobei das Erfassen des instabilen Zustands im Kraftstoffströmungspfad das Erfassen einer Druckspitze im Kraftstoffströmungspfad aufweist.

27. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Drucksensor (**84**, **86**, **88**) stromabwärts vom Zähler (**28**) angeordnet ist.

28. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Drucksensor (**84**, **86**, **88**) stromaufwärts vom Zähler (**28**) angeordnet ist.

29. Verfahren nach Anspruch 22, ferner mit den Schritten:  
Erfassen eines instabilen Zustands im Kraftstoffströmungspfad basierend auf einem ersten Drucksignal, das von einem im Kraftstoffströmungspfad stromabwärts vom Zähler (**28**) angeordneten ersten Drucksensor (**84**) empfangen wird, und/oder einem zweiten Drucksignal, das von einem im Kraftstoffströmungspfad stromaufwärts vom Zähler (**28**) angeordneten zweiten Drucksensor (**86**) empfangen wird; und Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands das Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer aufweist.

31. Verfahren nach Anspruch 30, ferner mit dem Fortsetzen der Berechnung eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer.

32. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands das Anwenden eines mathematischen Faktors auf das berechnete Kraftstoffvolumen oder die berechnete Kraftstoffdurchflussmenge aufweist.

33. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das Erfassen des instabilen Zustands auf der Erfassung einer Druckspitze im Kraftstoffströmungspfad durch den ersten Drucksensor (**84**) und/oder den zweiten Drucksensor (**86**) basiert.

34. Verfahren nach Anspruch 29, ferner mit dem Schritt zum Vergleichen des ersten Drucksignals, das mit dem durch den ersten Drucksensor (**84**) erfassten

Druck in Beziehung steht, mit dem zweiten Drucksignals, das mit dem durch den zweiten Drucksensor (**86**) erfassten Druck in Beziehung steht, und Bestimmen, ob ein instabiler Zustand im Kraftstoffströmungspfad vorliegt, basierend auf dem Vergleichsergebnis.

35. Verfahren nach Anspruch 29, ferner mit dem Schritt zum Bestimmen, dass der instabile Zustand durch einen lokalen Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurde.

36. Verfahren nach Anspruch 29, ferner mit dem Schritt zum Bestimmen, dass der instabile Zustand durch einen entfernten Zapfpistolenschaltvorgang verursacht wurde.

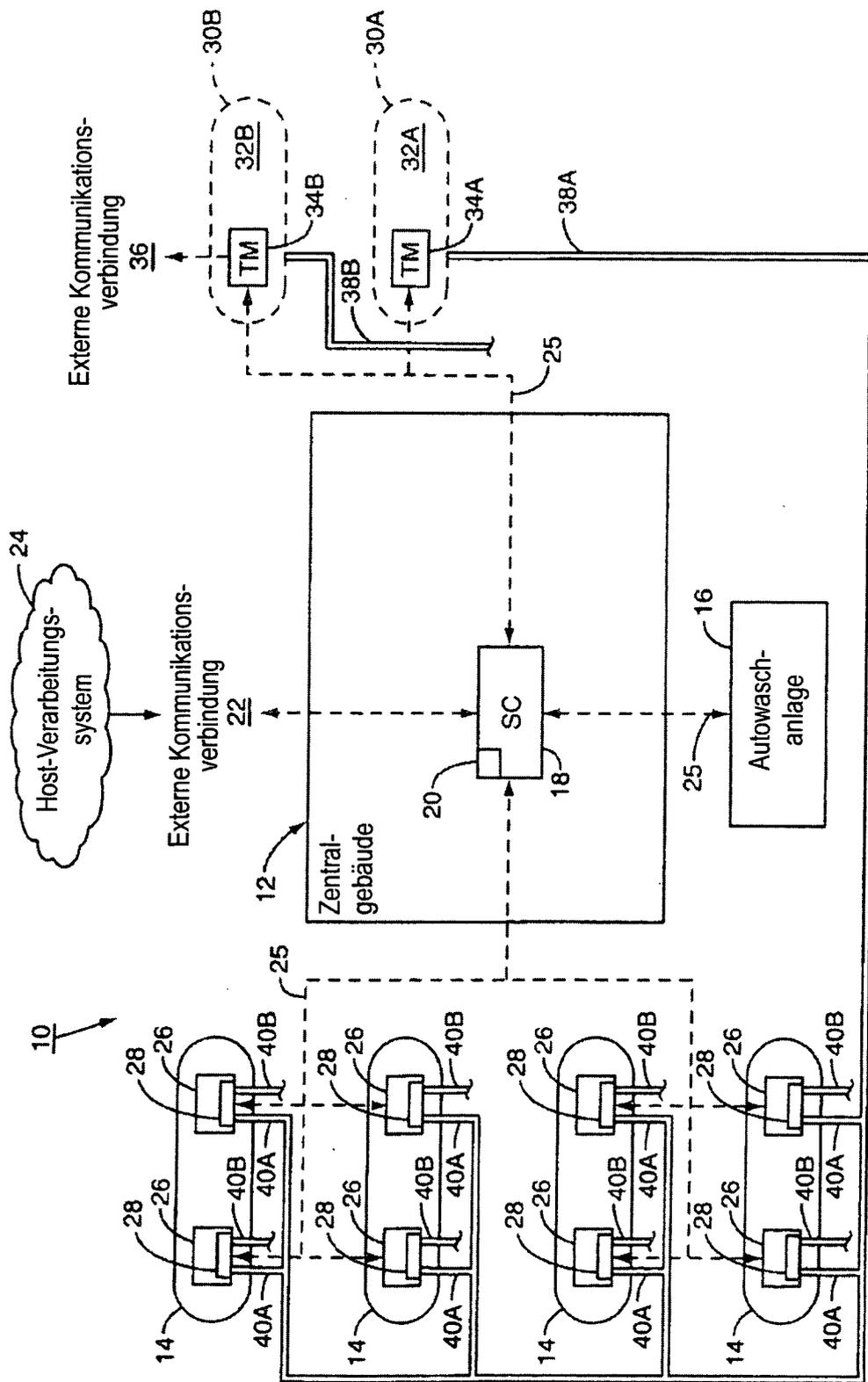
37. Verfahren nach Anspruch 29, wobei das Korrigieren des berechneten Kraftstoffvolumens oder der berechneten Kraftstoffdurchflussmenge in Antwort auf die Erfassung des instabilen Zustands das Ignorieren des Zählersignals für eine vorgegebene Zeitdauer aufweist, und wobei die vorgegebene Zeitdauer auf einem Vergleich zwischen dem ersten Drucksignal, das mit dem durch den ersten Drucksensor (**84**) erfassten Druck in Beziehung steht, und dem zweiten Drucksignal basiert, das mit dem durch den zweiten Drucksensor (**86**) erfassten Druck in Beziehung steht.

38. Verfahren nach Anspruch 29, wobei der instabile Zustand eine Umkehr der Kraftstoffströmungsrichtung im Kraftstoffströmungspfad aufweist.

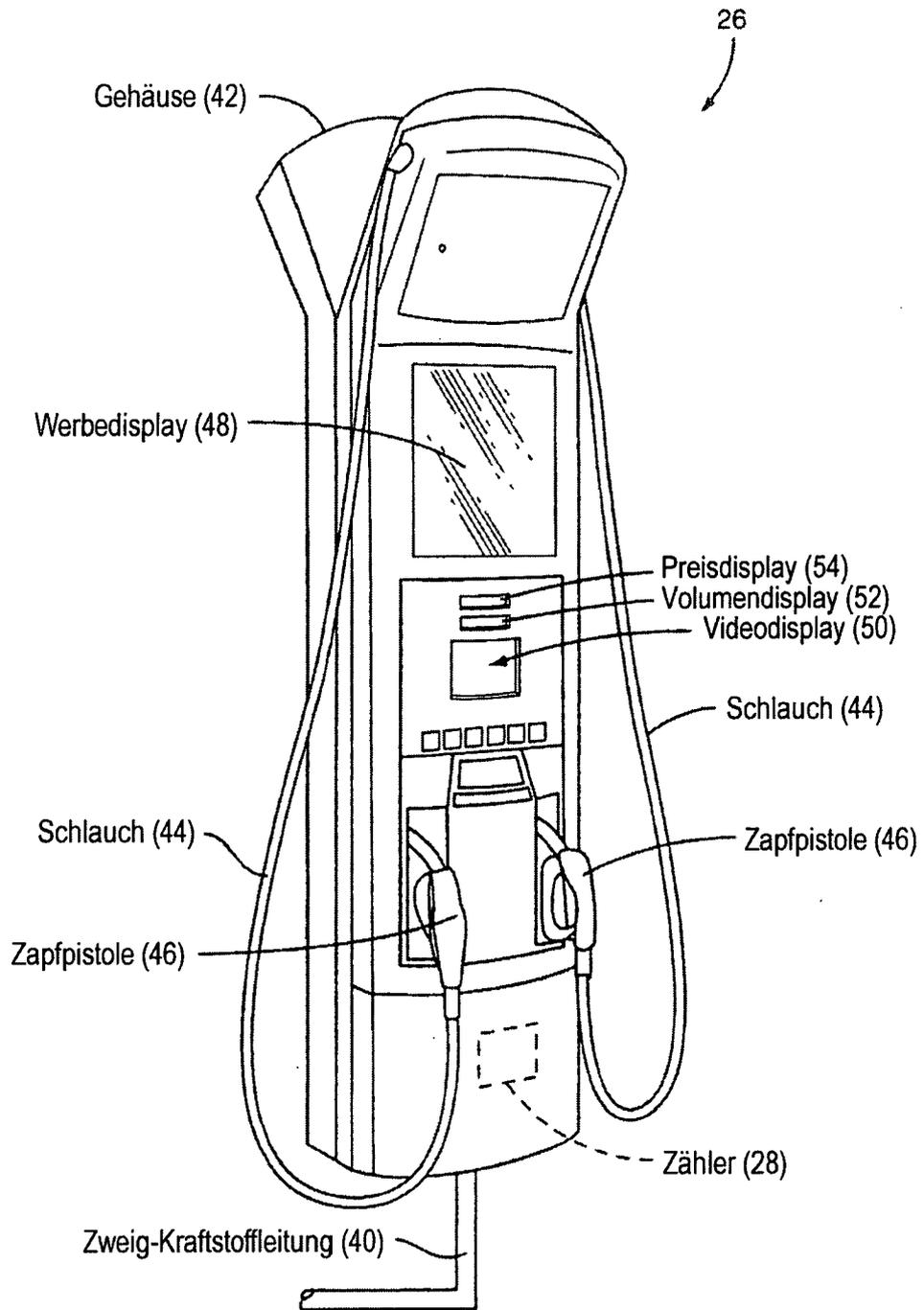
39. Verfahren nach Anspruch 29, ferner mit den Schritten:  
Erfassen eines dritten Drucksignals von einem dritten Drucksensor (**88**), der stromaufwärts vom Zähler (**28**) im Kraftstoffströmungspfad angeordnet ist; und Berechnen eines Volumens oder einer Durchflussmenge des an das Fahrzeug abgegebenen Kraftstoffs basierend auf dem Zählersignal, dem ersten Drucksignal und mindestens einem Drucksignal unter dem zweiten Drucksignal und dem dritten Drucksignal.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

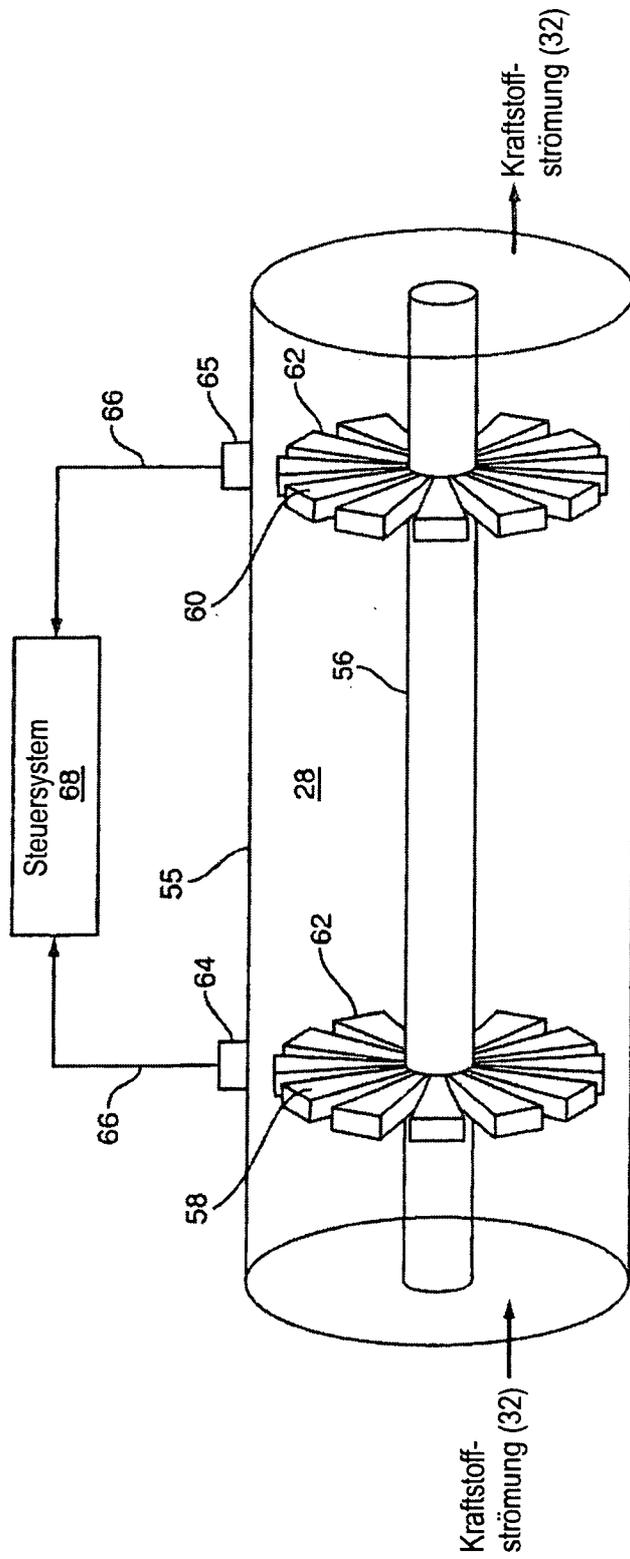
Anhängende Zeichnungen



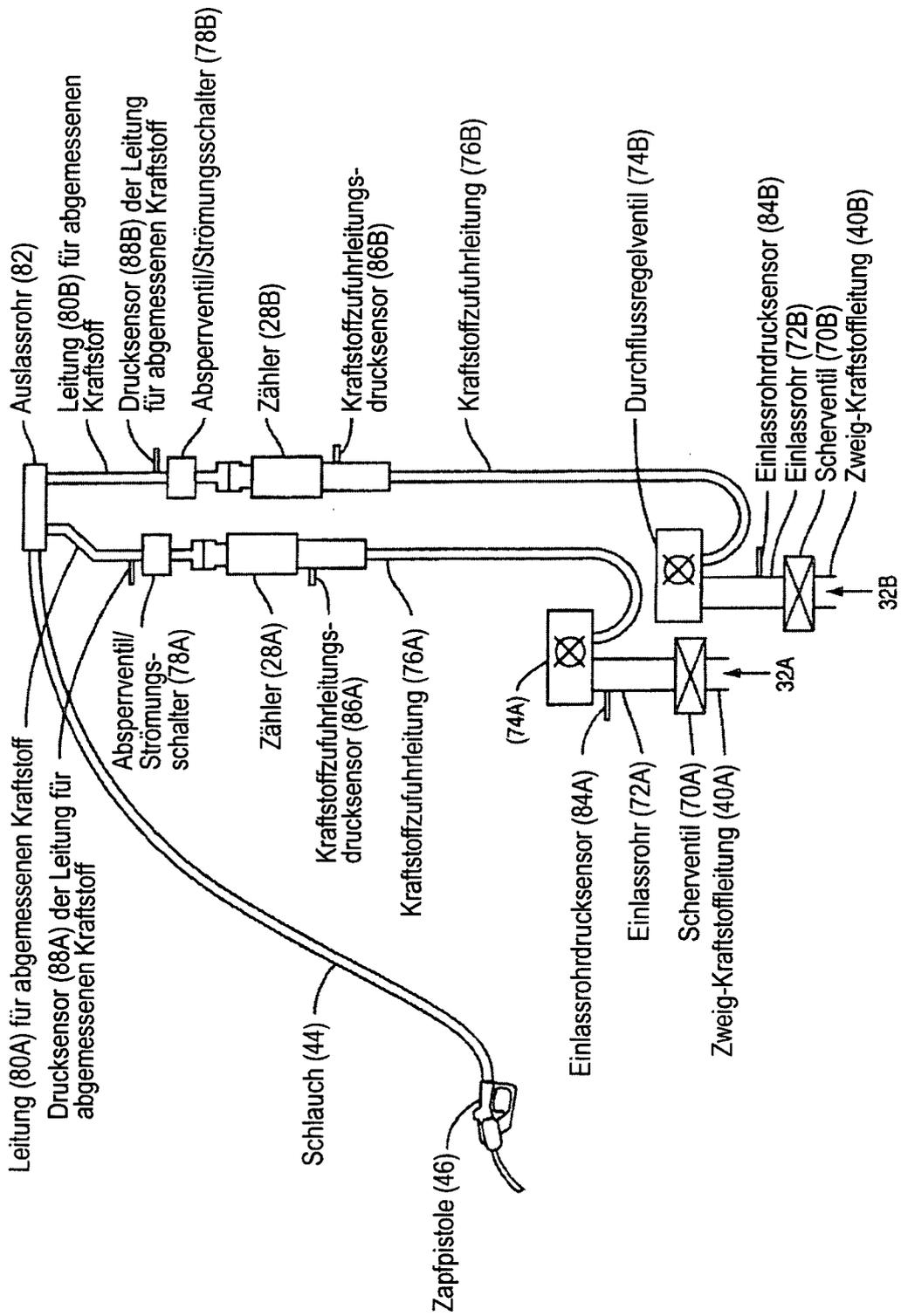
**FIG. 1**  
STAND DER TECHNIK



**FIG. 2**  
**STAND DER TECHNIK**



**FIG. 3**  
**STAND DER TECHNIK**



**FIG. 4**

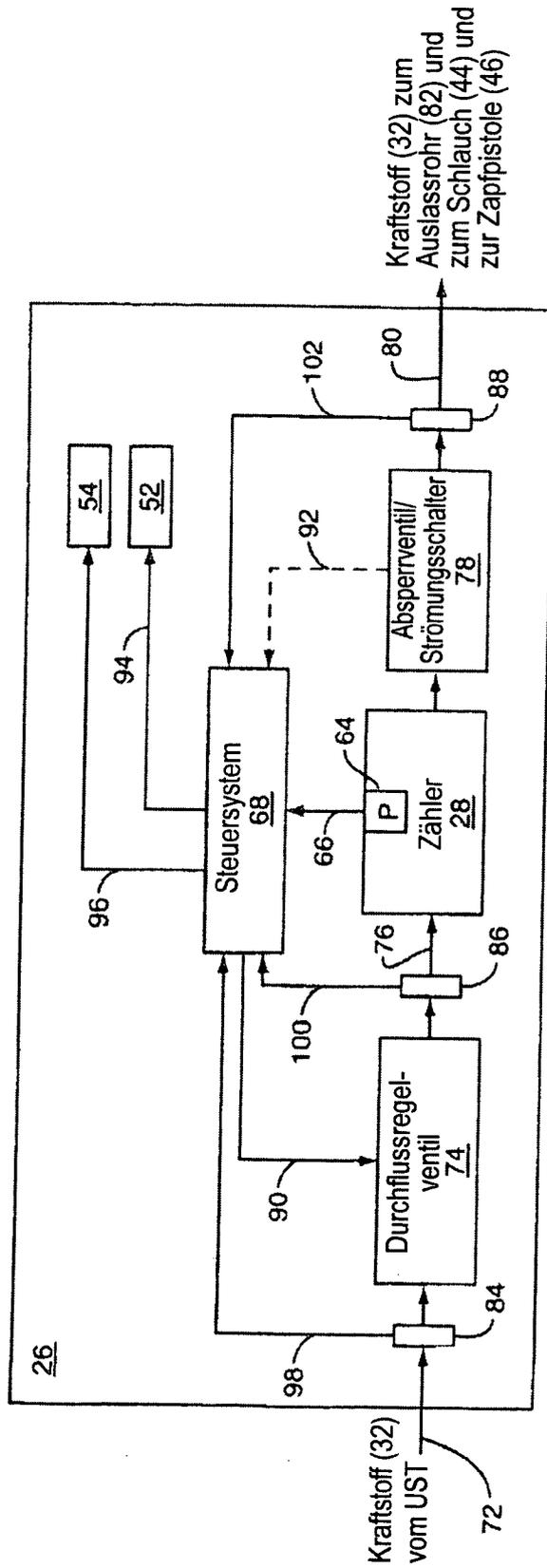
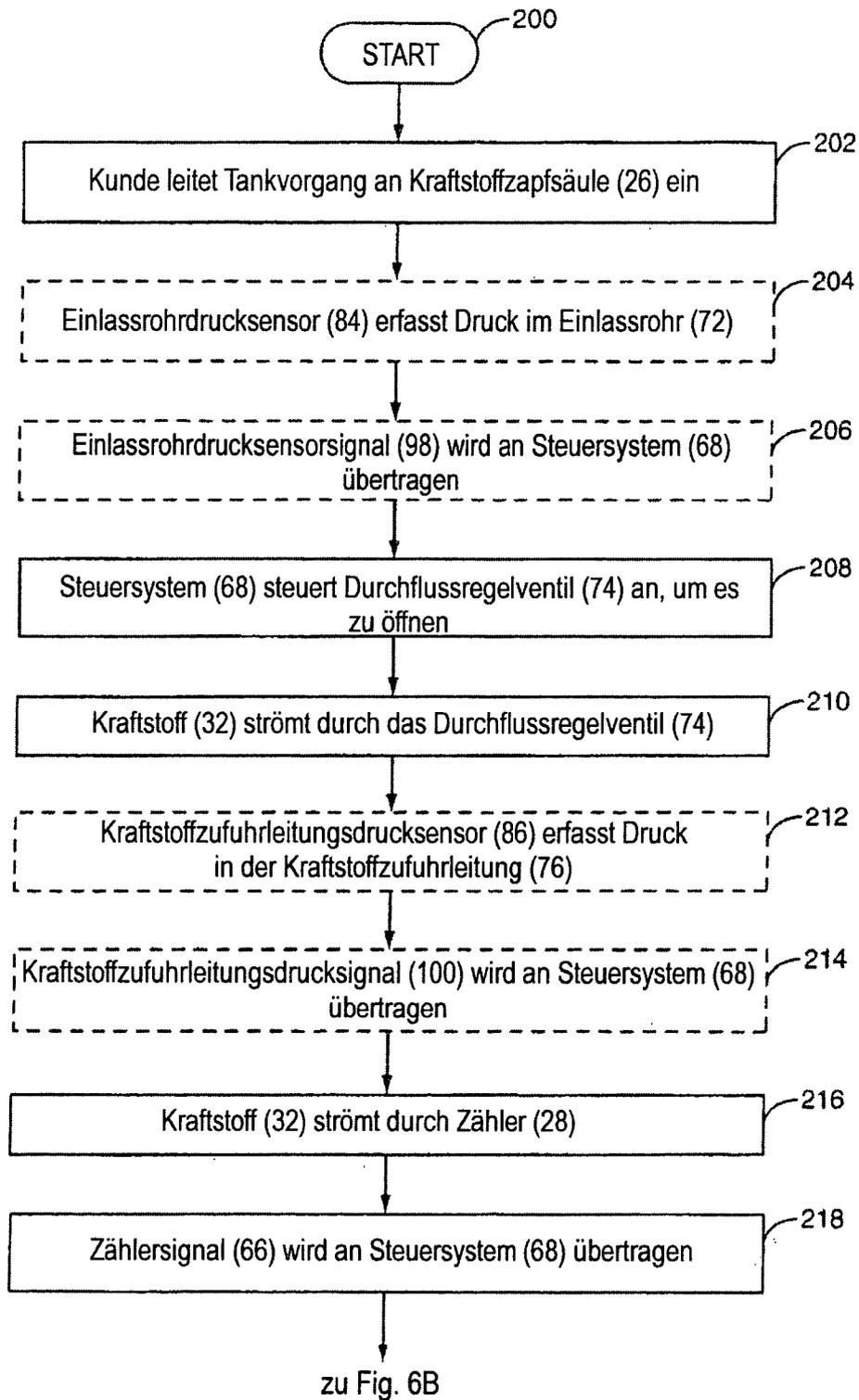
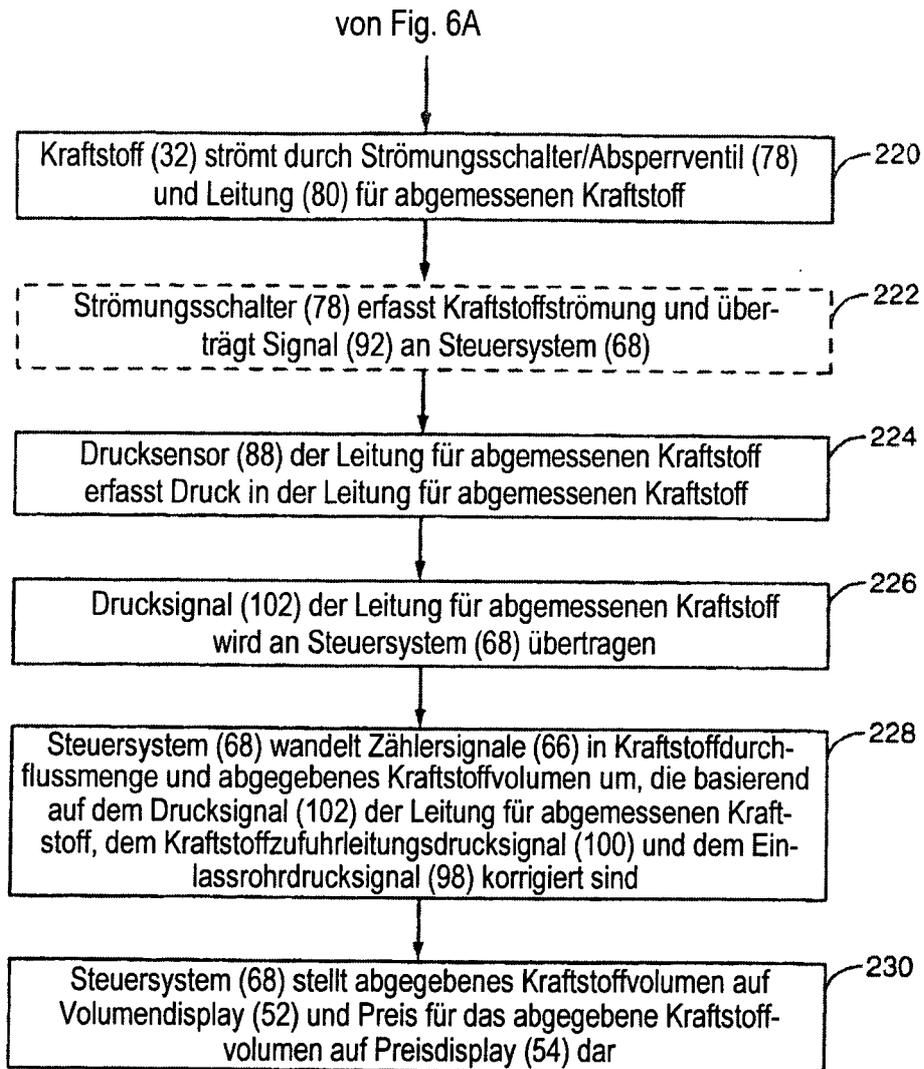


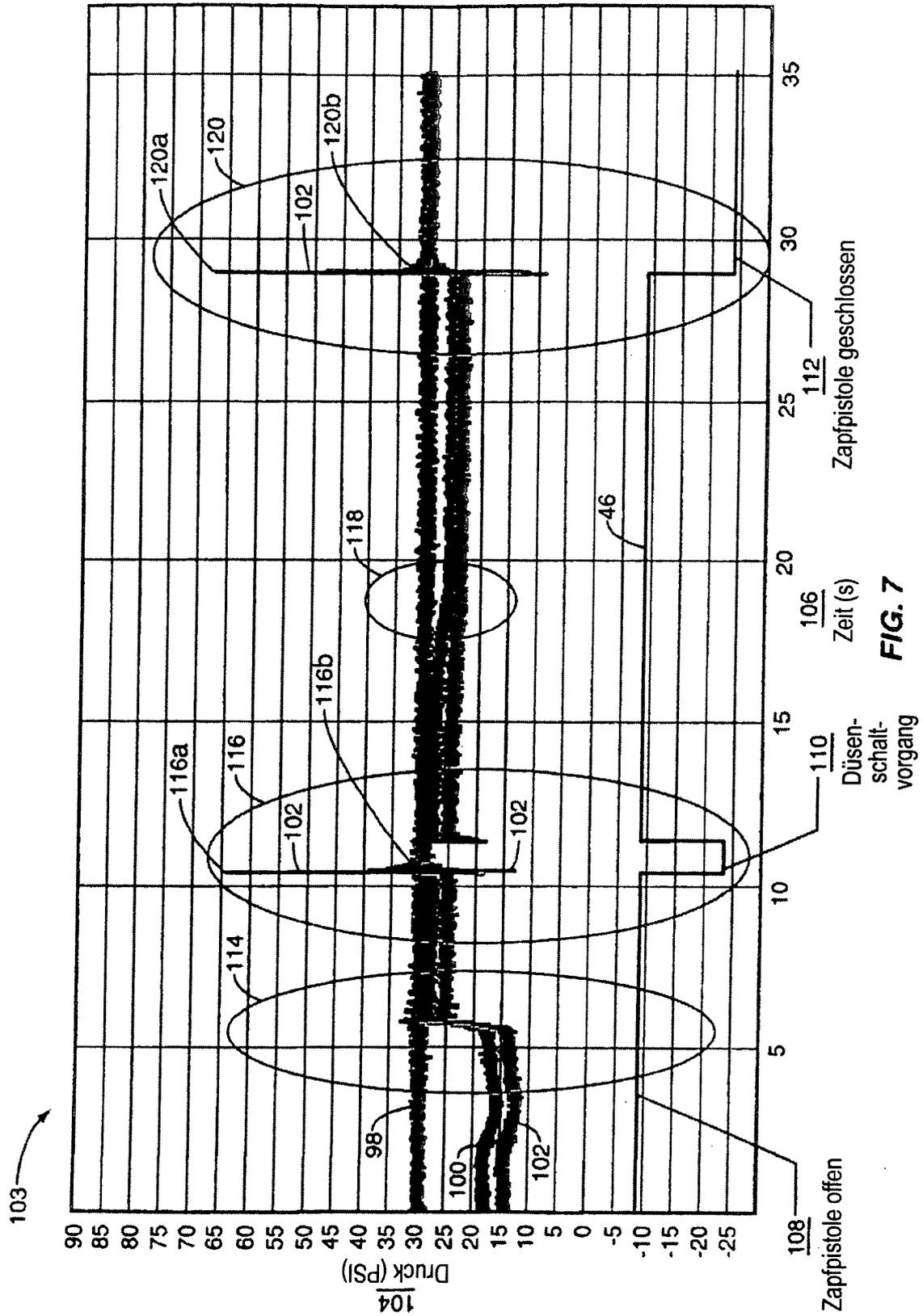
FIG. 5

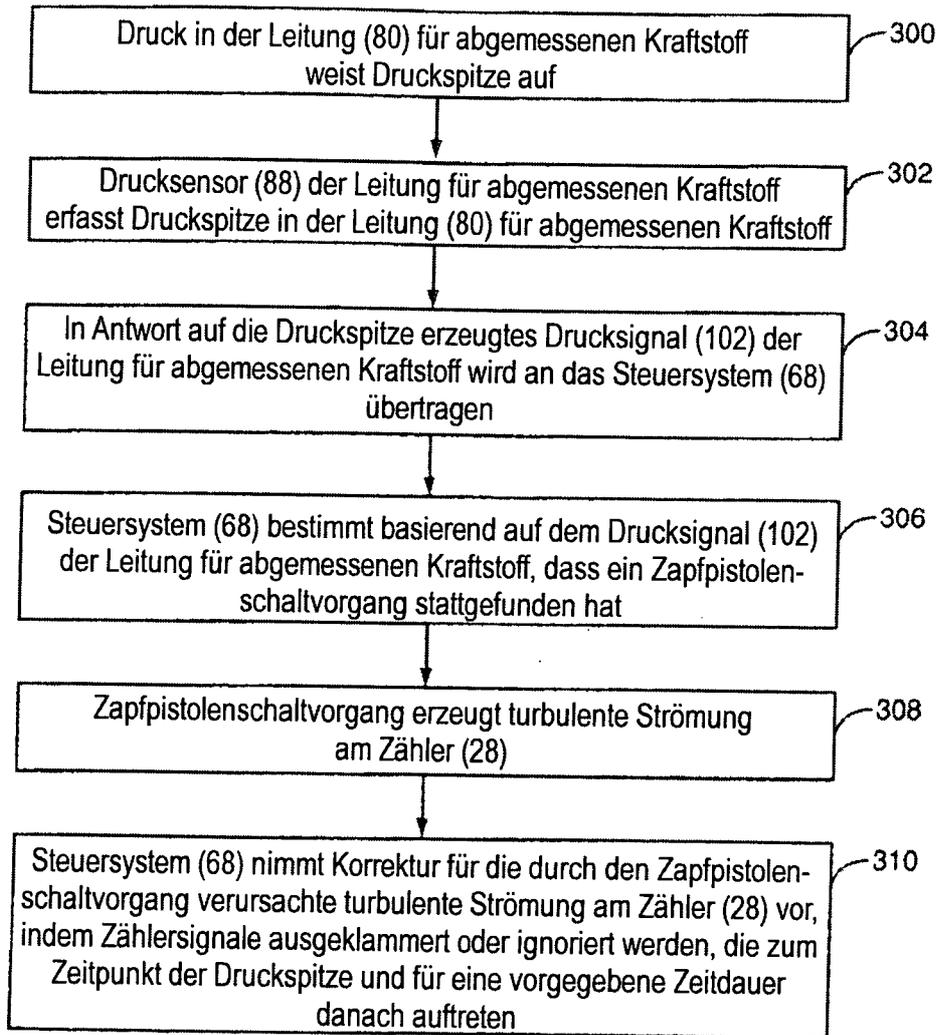


**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 8**

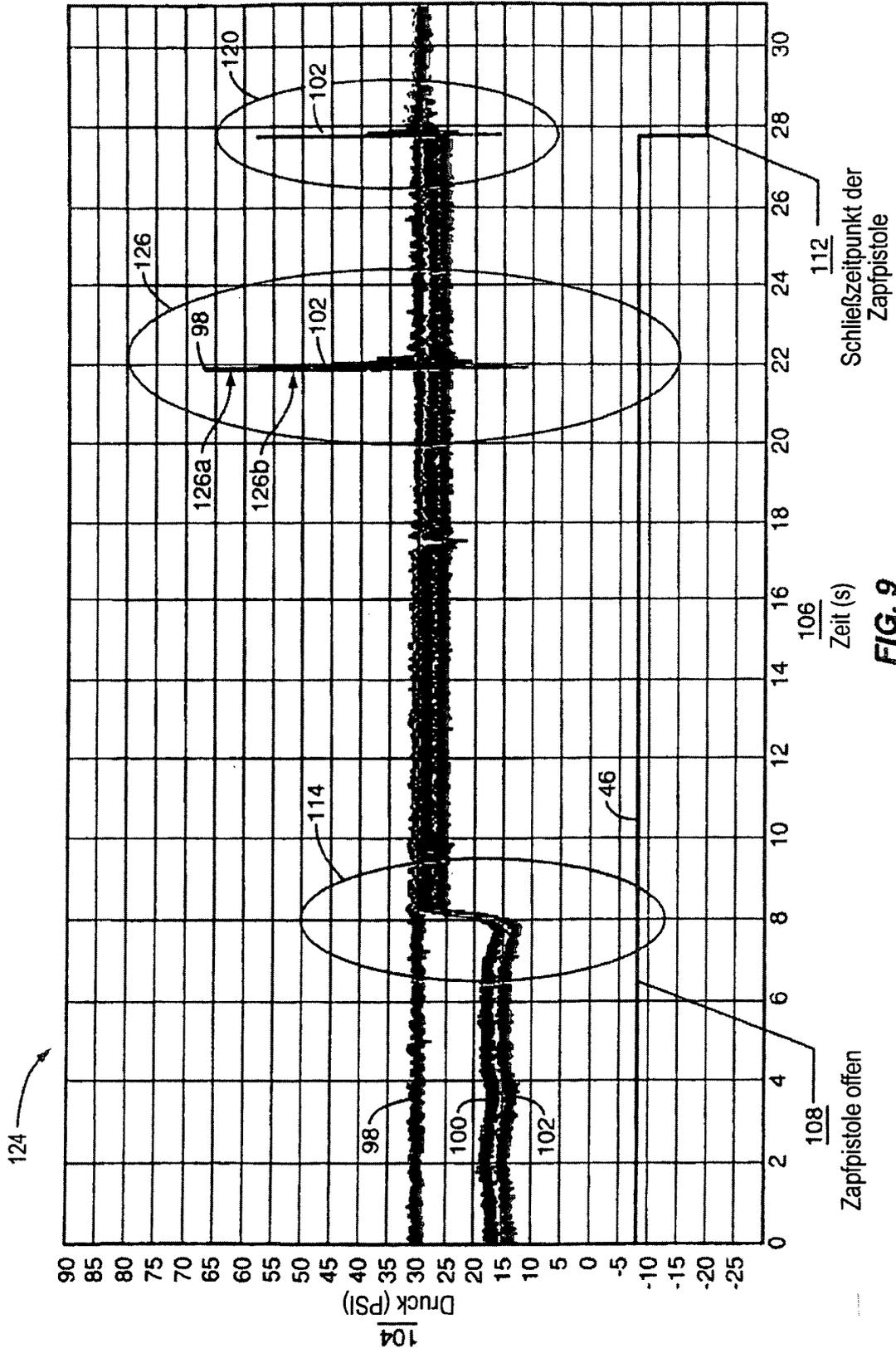


FIG. 9

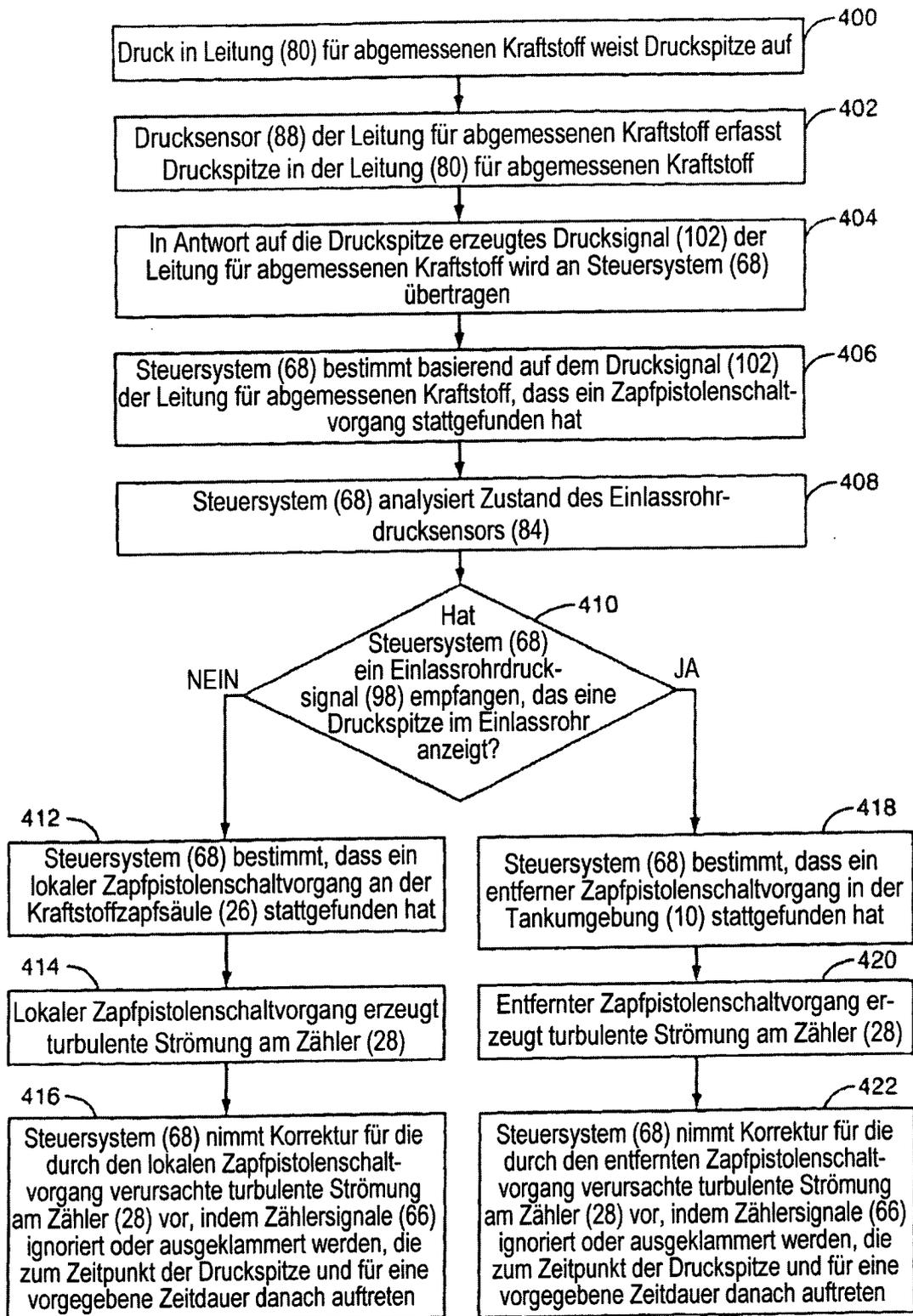


FIG. 10

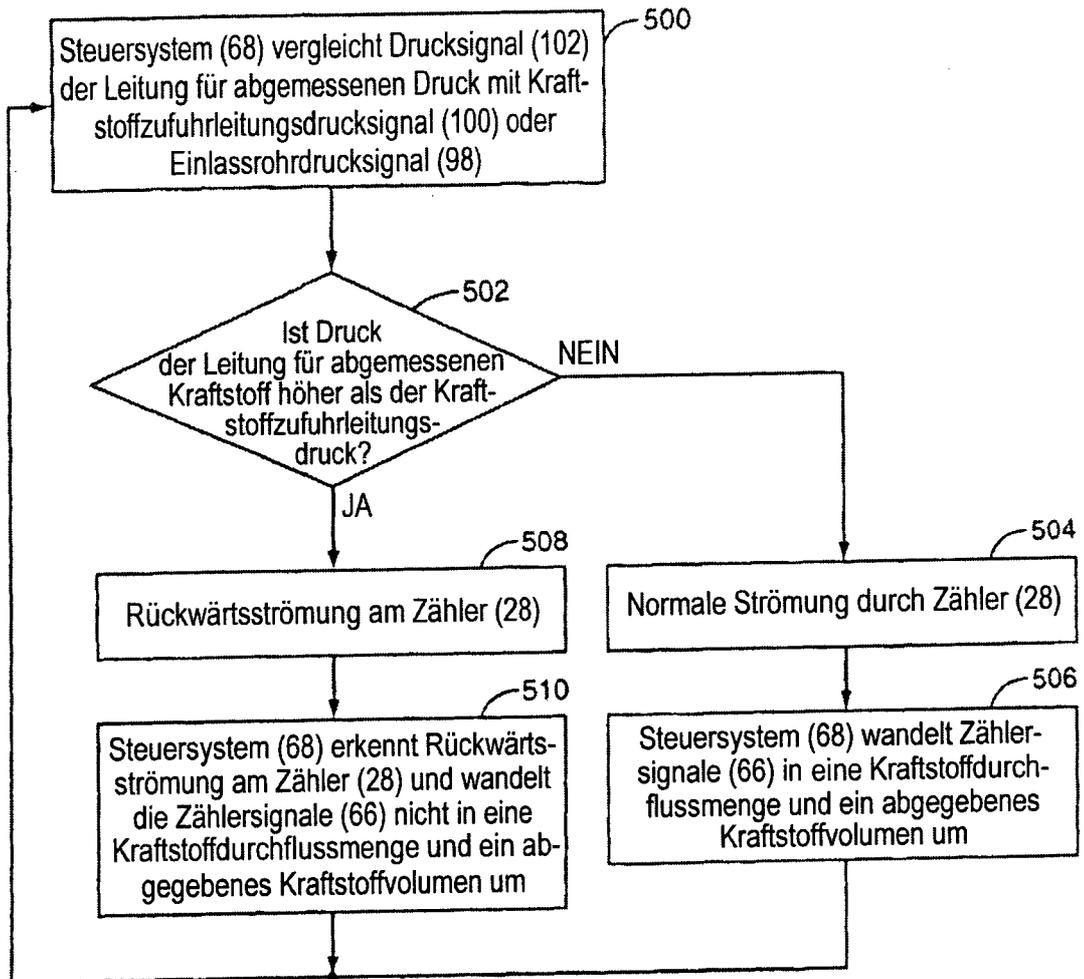


FIG. 11