

GASWÄRME

International

Gas Anwendung in Industrie und Gewerbe

<http://www.gaswaerme-online.de>

Schwerpunkt
Erdgas in der industriellen Fertigung

Gasdruckerhöhungseinrichtungen nach DVGW Arbeitsblatt G620 – Interpretation bei Einsatz eines frequenzgeregelten Verdichters

**Gas-pressure booster systems in conformity with DVGW Code G620: Interpretation for
use of a frequency-controlled compressor**

Jens Kümper, Andreas Büscher
Elster GmbH, Lotte (Büren), Abt: Kromschroder Systemtechnik

erschienen in

GASWÄRME International 8/2007

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Ansprechpartner: Stephan Schalm, Telefon 0201/82002-12, E-Mail: s.schalm@vulkan-verlag.de

Gasdruckerhöhungseinrichtungen nach DVGW Arbeitsblatt G620 – Interpretation bei Einsatz eines frequenzgeregelten Verdichters

Gas-pressure booster systems in conformity with DVGW Code G620: Interpretation for use of a frequency-controlled compressor

Brenner in industriellen Thermoprozessanlagen oder in Blockheizkraftwerken benötigen einen minimalen Versorgungsdruck. Steht am Brenner nicht genügend Gasdruck zur Verfügung, beispielsweise durch hohe Druckverluste im Leitungssystem, kann der Einsatz einer Gasdruckerhöhungseinrichtung notwendig werden. Besonders bei Biogasanlagen, in denen der Gasdruck verfahrensbedingt sehr niedrig ist, bietet sich der Einsatz an, wenn direkt ein Verbraucher – etwa ein BHKW – betrieben wird. Der Einsatz eines Frequenzumrichters ermöglicht hierbei einen wirtschaftlichen Betrieb und einen großen Regelbereich. Durch eine kompakte Bauweise und die anschlussfertige Lieferung erhält der Betreiber ein schnell einsatzbereites System, welches perfekt auf die individuellen Einsatzbedingungen abgestimmt ist.

Burners in industrial thermal-processing plants and in unit-type power+heat cogeneration plants require a minimum supply pressure. The use of a gas-pressure booster system may be necessary if adequate gas pressure is not available at the burner, as a result, for example, of high pressure losses in the piping system. In biogas systems, in particular, in which gas pressure is extremely low as a result of the process used, use of a booster may be appropriate in case of a directly operated load, such as a CHP. The utilization of a frequency-converter permits cost-efficient operation of such systems and a large control range. Compact design and ready-to-connect delivery gives the operator a rapidly usable system which is perfectly harmonized with his individual operating conditions.

Der Aufbau und die Installation von Gasdruckerhöhungseinrichtungen (im weiteren Text auch als GDEE abgekürzt) mit einem Betriebsdruck von bis zu 1 bar (**Bild 1**) und einer Arbeitsleistung von max. 50 kW erfolgt nach dem DVGW-Arbeitsblatt G620. Bei höheren Drücken greift das Arbeitsblatt G497. Des Weiteren müssen alle einschlägigen Richtlinien und Normen berücksichtigt werden. Hier sind besonders die Maschinenrichtlinie 98/37/EG und die Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV zu nennen. Hinsichtlich der Zumutbarkeit von Lärmbelastung in der Nachbarschaft gelten die Immissionswerte der TA Lärm bzw. die VDI-Richtlinie 2058 Blatt 2 und Blatt 3.

Generell dürfen GDEE nur mit Genehmigung des zuständigen Gasversorgungsunternehmens angeschlossen, betrieben und verändert werden. Sie müssen so beschaffen sein und betrieben werden, dass von ihnen keine Störungen anderer Abnehmer oder der öffentlichen Versorgungseinrichtungen (z. B. durch Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen, die zur Unterbrechung

Bild 1: Gasdruckerhöhungseinrichtung Typ GDEE in kompakter und anschlussfertiger Bauform

Fig. 1: Type GDEE compact design gas-pressure booster, supplied ready-for-connection



der Gasversorgung führen) auftreten können.

Bei der Planung muss generell zwischen Anlagen mit einem Betriebsüberdruck bis 100 mbar und einem Betriebsüberdruck von mehr als 100 mbar (bis 1 bar) unterschieden werden:

Betriebsüberdruck bis 100 mbar

Erhöhungseinrichtungen mit einem Betriebsüberdruck ≤ 100 mbar, welche im DVGW Arbeitsblatt G620 unter Punkt 2.1.1 beschrieben sind, können in geschlossenen Räumen, im Freien oder in Gruben aufgestellt werden. Als Aufstellungsräume sind auch Werkhallen, Heizräume und ähnliche Räume zulässig, in denen beispielsweise Heiz-, Glüh-, Schmelz-, oder Durchlauföfen betrieben werden.

Der Aufstellungsraum muss ausreichend belüftet sein. Dieses ist dann gewährleistet, wenn etwa die freie Fläche der unverschließbaren Be- und Entlüftungsöffnungen mindestens 0,3 % der Grundfläche beträgt.



Jens Kümper
Elster GmbH, Lotte (Büren)
Abt: Kromschröder
Systemtechnik

Tel. 05 41/12 14-310
E-Mail:
jens.kuemper@elster.com



Andreas Büscher
Elster GmbH, Lotte (Büren)
Abt: Kromschröder
Systemtechnik

Tel. 05 41/12 14-471
E-Mail:
andreas.buescher@elster.com

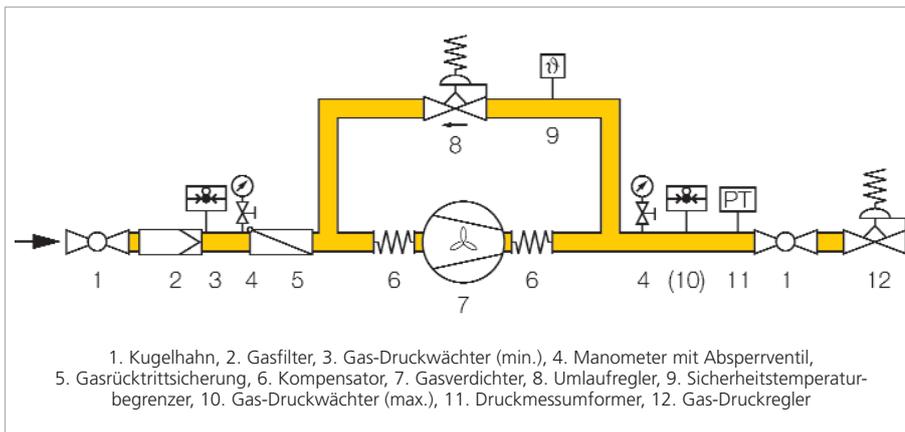


Bild 2: Schematische Darstellung

Fig. 2: Schematic view

Die für den Antrieb der Gasverdichter eingesetzten Elektromotoren müssen den DIN VDE-Bestimmungen – insbesondere der DIN EN 60034 – entsprechen. Für die eingesetzten Schaltgeräte ist die DIN EN 60439 zu beachten.

Betriebsüberdruck von mehr als 100 mbar (und bis 1 bar)

Gasdruckerhöhungseinrichtungen mit einem Betriebsüberdruck über 100 mbar werden im DVGW Arbeitsblatt G620 unter Punkt 2.1.2 beschrieben. Wenn die Aufstellung dieser Gasverdichter nicht im Freien oder in ausreichend belüfteten Werkhallen möglich ist, gelten hier zusätzlich folgenden Bestimmungen:

- Die Explosionsschutzrichtlinie 94/9 EG und das entsprechende Konformitätsbewertungsverfahren ist anzuwenden.
- Die Aufstellung muss in separaten, eingeschossigen Gebäuden erfolgen, wobei

– feste Decken unzulässig sind und eine leichte Bedachung vorzusehen ist.

- Erfolgt der Einbau in bestehende Gebäude oder durch einen Anbau an bestehende Gebäude, so sind offene Verbindungen (z. B. Türen, Durchbrüche) mit diesen Gebäuden unzulässig. Der Aufstellungsraum darf nur unmittelbar vom Freien aus zugänglich sein.
- Türen dürfen nicht nach innen aufschlagen und müssen in geöffnetem Zustand feststellbar sein. Weiterhin müssen Wege ins Freie stets nutzbar sein.
- Belüftungsöffnungen sind an der tiefsten Stelle, Entlüftungsöffnungen in Deckenhöhe anzubringen. Die freie Fläche unverschließbaren Be- und Entlüftungsöffnung muss jeweils mindestens 0,3 % der Grundfläche betragen. In der Regel ist eine Querbelüftung erforderlich.

Die Beurteilung, ob ein Bereich im Freien oder im geschlossenen Raum als explosionsgefährdet im Sinne der Richtlinien zu betrachten ist, obliegt dem Betreiber und der zuständigen Aufsichtsbehörde, z. B. der Arbeitsschutzbehörde. In diesem Fall ist vom Betreiber der Verdichteranlage ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Ergänzend zum Text der Richtlinie sei hierzu auf die von der europäischen Kommission veröffentlichten „Leitlinien zur Anwendung der Richtlinie 94/9/EG“ hingewiesen.

Elektrische Einrichtungen in explosionsgefährdeten Räumen sind jährlich auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch einen von der Berufsgenossenschaft anerkannten Sachverständigen zu prüfen. Das Prüfergebnis ist zu dokumentieren.

Gasverdichteranlagen

Aufbau

Bei der fachgemäßen Planung von Gasverdichteranlagen können zwei wichtige Punkte erreicht werden: Die laufenden Be-

triebskosten werden reduziert und die Umwelt entlastet.

Da der Verdichter für den höchsten Förderstrom ausgelegt wird, ist die Gasmenge bedarfsgerecht zu regeln. In der Vergangenheit, in der Energiekosten- und verbrauch eine untergeordnete Rolle spielten, wurde die Mengenregelung durch eine einfache Rückführung der überschüssigen Stoffmenge in den Kreislauf erreicht – die so genannte Umlaufregelung. Der Verdichter läuft hierbei immer mit voller Leistung.

Mit dem Einsatz eines drehzahlgeregelten Verdichters ist dagegen eine bedarfsgerechte Mengenregelung durch Anpassung der Motordrehzahl möglich. Diese technisch optimale Lösung entspricht dem heutigen Stand der Technik und soll in der weiteren Ausführung daher im Vordergrund stehen.

Mechanische Ausrüstung

Das DVGW-Arbeitsblatt regelt unter anderem die mechanische Ausführung von Gasverdichteranlagen. Danach muss der Aufbau einer Verdichteranlage den folgenden Mindestanforderungen entsprechen (**Bild 2**):

- Sicherheitseinrichtung, die selbsttätig ein Überschreiten des zulässigen Betriebsüberdrucks verhindert (z. B. Umlaufregler – **Bild 3**).
- Absperrarmaturen, ein- und ausgangsseitig zur Abgrenzung der Anlage.
- Sicherheitseinrichtung zum Abschalten der Anlage, wenn der vom Gasversorgungsunternehmen festgelegte Mindestdruck unterschritten wird (z. B. Druckwächter).
- In der Ansaugleitung muss eine Einrichtung eingebaut sein, die ein schlagartiges Entspannen des verdichteten Gasvolumens in Richtung des einspeisenden Netzes verhindert (z. B. eine Gasrücktrittssicherung – **Bild 4**).
- Zu Kontrollzwecken sind auf der Saug- und Druckseite Druckanzeigergeräte einzubauen.



Bild 3: Umlaufregler Typ: KROMSCHRÖDER VAR
Fig. 3: VAR speed governor (KROMSCHRÖDER)

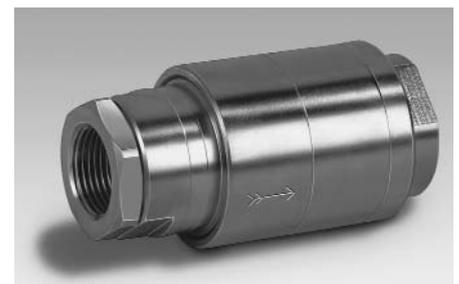


Bild 4: Gasrücktrittssicherung Typ: KROMSCHRÖDER GRS
Fig. 4: Type GRS gas non-return valve (KROMSCHRÖDER)

Durch den Einsatz drehzahl geregelter Verdichter hat sich dieser Aufbau nicht grundsätzlich verändert. Der Einsatz von mechanischen Sicherheitseinrichtungen kann jedoch neu interpretiert werden. Auch der zusätzliche Einbau eines druckseitig (also ausgangsseitig) angeordneten Gas-Druckreglers hat sich in der Praxis bewährt.

Gas-Druckregler

Bei einem drehzahl geregelten Verdichter wird die geförderte Gasmenge durch Drehzahländerung der jeweiligen Abnahmemenge der angeschlossenen Verbraucher angepasst. Systembedingt ergibt sich bei dieser Art der Regelung eine gewisse Trägheit. Bei einem plötzlichen Lastwechsel, z. B. durch Zuschalten eines weiteren Verbrauchers, kommt es kurzzeitig zu einem Druckabfall. Da der Systemdruck der Gasdruckerhöhungsanlage jedoch über dem geforderten Ausgangsdruck liegt, kann der ausgangsseitig angebrachte Druckregler diese Schwankungen ausregeln (Bild 5). Für den Verbraucher steht somit über den gesamten Leistungsbereich ein konstanter Gasdruck zur Verfügung.

Umlaufregler

Wird im umgekehrten Fall durch Abschalten von einem oder mehreren Verbrauchern die Abnahmemenge verringert, kommt es zu einer Druckspitze. Bis die elektronische Regelung durch Drehzahländerung reagiert hat, wird dieser kurze Druckstoß über das Umlaufregelgerät auf einen maximal zulässigen Wert begrenzt (Bild 5). Auch in diesen Fall werden die angeschlossenen Verbraucher mit einem konstanten Gasdruck versorgt.

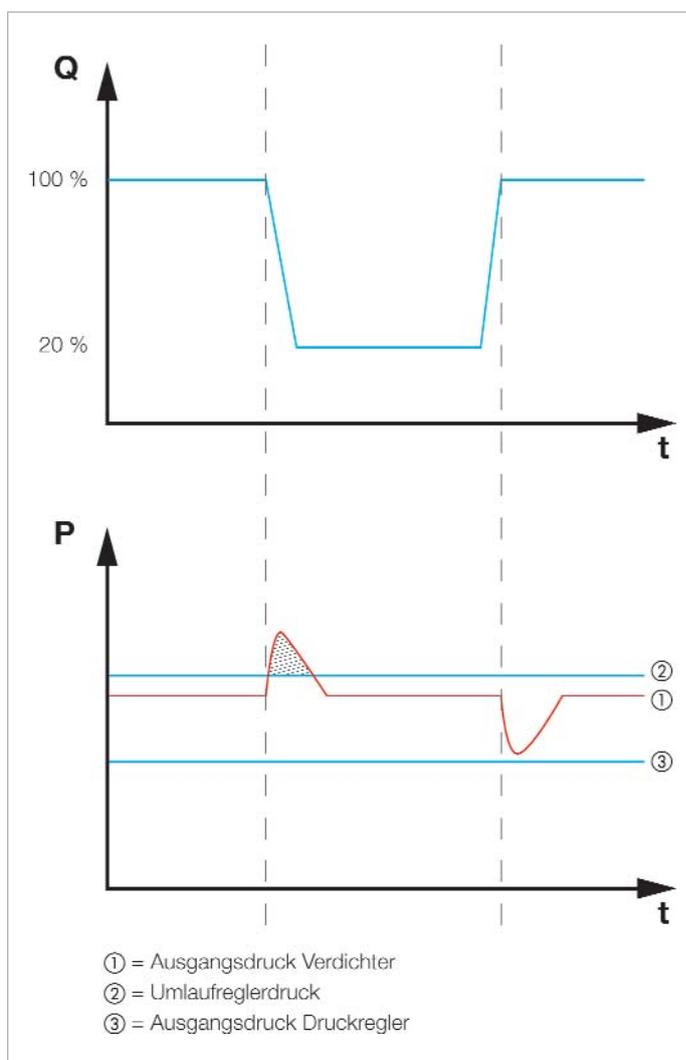
Gasrücktrittsicherung

Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Gasdruck im Ausgang der GDEE und somit auch im nachfolgenden Leitungsnetz über dem Eingangsdruck liegt. Beim Abschalten der Anlage muss verhindert werden, dass



Bild 6: Seitenkanalverdichter Typ MAPRO CL
Fig. 6: Type MAPRO CL side-channel compressor

Bild 5: Ansprechverhalten bei plötzlichem Lastwechsel
Fig. 5: Reaction behaviour at sudden load change



sich dieses komprimierte Gas schlagartig in Richtung des einspeisenden Netzes entspannen kann. Hierfür kommen in der Regel Rückschlagklappen oder Gasrücktrittsicherungen (Bild 4) zum Einsatz.

Seitenkanalverdichter

Ein wesentliches Bauteil der Gasdruckerhöhungseinrichtung ist der Verdichter. Hier bietet sich der Einsatz von Seitenkanalverdichtern an (Bild 6). Sie decken einen weiten Leistungs- und Druckbereich ab. Durch eine Reihe von Verwirbelungen und der Nutzung von Zentrifugalkräften wird der Druck des angesaugten Gases durch einen Seitenkanalverdichter stetig und pulsationsfrei erhöht.

Weil die rotierenden Schaufeln das Gehäuse nicht berühren, gibt es keine Reibung, weshalb auch keine Schmierung notwendig ist. Der Verdichtungsprozess erfolgt also ohne Verunreinigung des Gases. Weitere Vorteile eines Seitenkanalverdichters sind der geringe Schalldruckpegel, der vibrationsfreie Betrieb und nicht zuletzt der geringe Wartungsaufwand.

Der Hersteller muss die „technische Dichtigkeit“ des Aggregats gewährleisten und entsprechend bescheinigen. Dieses wird unter anderem erreicht durch eine doppelte Wellenabdichtung und weitere konstruktive Maßnahmen. Die Geräte müssen natürlich nach Richtlinie 98/37 (Maschinenrichtlinie) zertifiziert sein und der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) entsprechen.

Steuerung

Die Steuerung ist das zentrale Bauteil einer Gasdruckerhöhungseinrichtung. Sie regelt den Betrieb der Anlage und schaltet diese im Störfall ab. Die eigentliche Gas-Volumenregelung übernimmt ein Frequenzumrichter (FU). Der im FU integrierte PI(D)-Regler erhält seinen Gasdruck-Istwert von einem in der Rohrleitung installierten Druck-Messumformer. Durch die Anpassung der elektrischen Leistung an den momentan benötigten Gas-Volumenstrom wird der Regelbereich erhöht. Als wesentlicher Vorteil ist hier die mögliche Energieeinsparung zu nennen, die durch die Drehzahlregelung erreicht wird.



Bild 7: Statusanzeige der Steuerung

Fig. 7: Status display for the control system

In Bild 1 ist der Aufbau einer Erhöhungseinrichtung zu erkennen, bei der alle für den sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen Steuerungskomponenten in einem kompakten, an der Anlage montierten Schaltschrank untergebracht sind. Die Visualisierung wie auch die intuitive Bedienung erfolgen im Wesentlichen über das vollgrafikfähige, hinterleuchtete Multifunktionsdisplay mit seinen Funktionstasten. Alle Bedienvorgänge und auch der Anlagenstatus werden in grafischer und textlicher Form in entsprechenden Menüs angezeigt. Der Anwender erhält Informationen über Soll- und Ist-Druck, die aktuelle Motorfrequenz sowie die Betriebsstunden des Aggregates (Bild 7). Die Steuerung übernimmt die Überwachung und Auswertung der für den sicheren Betrieb relevanten Signale (Gasdruck, Gastemperatur, etc.). Erkennt die Steuerung einen Fehler wie etwa Gasmangel, eine unzulässig hohe Gastemperatur oder einen Sensorfehler, schaltet die Anlage selbsttätig ab. Im Display wird dann die entsprechende Störmeldung im Klartext angezeigt.

Durch eine entsprechende Konzeption der Steuerung ist ein hohes Maß an Betriebssicherheit zu erreichen. Stillstandzeiten werden durch die Klartextanzeige von Störungen und die daraus resultierende schnelle Störungsbeseitigung auf ein Minimum reduziert.

Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung

Die Inbetriebnahme, der Betrieb und die Außerbetriebsetzung einer GDEE sind nach der vom Hersteller beigefügten Betriebsan-

leitung durchzuführen. In dieser sind weitere, für die Instandhaltung der Anlage wichtige Hinweise zu finden. Ferner ist die Bedienung der Anlage sowie das Verhalten bei Störungen bzw. die Fehlerbeseitigung im Störfall beschrieben.

Wartungen sind in der Regel einmal jährlich und nach Angaben des Herstellers durchzuführen. Insbesondere die Wellendichtungen am Verdichter unterliegen dem Verschleiß und sind – je nach Hersteller – nach maximal 8 000 bis 10 000 Betriebsstunden zu wechseln. Die Wartungen der Anlagen dürfen nur vom Hersteller selbst oder durch Sachkundige erfolgen. Alle Wartungen müssen schriftlich dokumentiert werden.

Fazit

Gasdruckerhöhungseinrichtungen kommen immer dann zum Einsatz, wenn der am Verbraucher zur Verfügung stehende Gasdruck nicht ausreicht. Eine individuelle Planung und der Einsatz eines frequenzgeregelten Verdichters ermöglichen hierbei einen großen Regelbereich. Je nach Verdichtertyp sind Regelbereiche im Gesamtsystem von 1:20 möglich. Die Planung und die Installation erfolgen nach dem DVGW-Arbeitsblatt G620 unter Berücksichtigung weiterer einschlägiger Richtlinien und Normen. Durch den Einsatz optimal ausgewählter Komponenten wie Gasverdichter, Umlaufregler und Ausgangsdruckregler in Verbindung mit einer intuitiv zu bedienenden Steuerung erhält der Betreiber ein System, das seinen Anforderungen und Erwartungen hinsichtlich Verfügbarkeit und Effizienz voll entspricht.

Relevante Normen und Richtlinien

- DVGW-Arbeitsblatt G 620: Installation von Gasverdichtern mit einem Betriebsüberdruck bis zu 1 bar und einer Antriebsleistung bis 100 kW für Gasverbrauchseinrichtungen
- DVGW-Arbeitsblatt G 497: Verdichteranlagen
- Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) / Ersatz für 98/37/EG (1998-06-22).
- Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG: Richtlinie des Rates betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (73/23/EWG), geändert durch die Richtlinie (93/68/EWG) vom 30.08.1993
- EMV Richtlinie 2004/108/EG: Richtlinie des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit.
- Richtlinie 94/9/EG für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX 95).
- VDI 2058 Blatt 2: Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung
- VDI 2058 Blatt 3: Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten
- Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1 Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen (IEC 60439-1:1999 + A1:2004)
- DIN EN 60204-1:2005: Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 730-2: Gasschweißgeräte – Sicherheitseinrichtungen – Teil 2: Ohne integrierte Flammensperre
- DIN EN 60034-1:2006: Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten