

## **Nachgiebige Elemente für den Einsatz in Gassicherheitsventilen**

Uhlig, René; Zentner, Lena

In: IFToMM D-A-CH Konferenz / Vierte IFToMM D-A-CH Konferenz 2018

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt.

Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: <https://doi.org/10.17185/duepublico/45320>

URN: <urn:nbn:de:hbz:464-20180213-123349-0>

Link: <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=45320>

# Nachgiebige Elemente für den Einsatz in Gassicherheitsventilen

Dipl.-Ing. René Uhlig, Univ.-Prof. Dr. Ing. habil. Lena Zentner, TU Ilmenau, Fachgebiet Nachgiebige Systeme, 98693 Ilmenau, Deutschland, rene.uhlig@tu-ilmenau.de;

## Kurzfassung

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Berechnungsmodells zur Dimensionierung nachgiebiger Elemente für den Einsatz in Gassicherheitsventilen (Gasströmungswächter). Basierend auf numerischen Simulationen in ANSYS® MECHANICAL wurde der Einfluss der Geometrie der nachgiebigen Elemente auf die resultierende Ventilkennlinie untersucht. Anhand der Simulationsergebnisse konnte ein Berechnungsmodell abgeleitet werden, auf dessen Basis die Dimensionierung der nachgiebigen Elemente erfolgen kann.

Gassicherheitsventile – nachfolgend GSV – sind passive Schutzvorrichtungen im Sinne der zivilen Sicherheit, die für den Einbau in Gasrohrleitungen vorgesehen sind. Der Einbau von GSV ist durch die TRGI [1] geregelt und ist bei Neuinstallationen zwingend vorgeschrieben. Die Funktionsweise des GSV beruht darauf, dass der Gasstrom bei unzulässig großer Durchströmung der Rohrleitung abgesperrt wird. Eine solche unzulässige Durchströmung kann auftreten, wenn eine Leckage in der Größenordnung der Querschnittsabmessungen der Rohrleitung vorliegt. Leckagen können beispielsweise durch unbefugte Manipulationen (Gasdiebstahl, nicht fachgerechte Arbeiten) oder Beschädigungen der Gasleitung („Baggerangriff“, Feuer) verursacht werden.

Herkömmliche GSV [3] bestehen aus einem Verschlusskörper, der bei unzulässig großem Volumenstrom (infolge eines Druckabfalls in einem dem Ventil nachfolgenden Rohrabschnitt) entgegen einer Feder in den Ventilsitz geschoben wird und den Gasstrom absperrt. Durch eine Überströmöffnung im GSV ist das Ventil in der Lage, selbsttätig wieder zu öffnen, nachdem die Beseitigung der Leckage erfolgt ist. Problematisch ist dabei jedoch, dass aufgetretene „Störungen“ meist unentdeckt bleiben und somit als potentielle Gefahrenquelle weiterbestehen.

Abhilfe wird durch eine neuartige Lösung [2] geschaffen. Durch die Verwendung nachgiebiger Elemente ist es möglich, die Linearführung des Verschlusskörpers und die Offenhaltefunktion der Feder in einer Komponente zu vereinen. Neben der Reduzierung des konstruktiven Aufwandes, lässt sich darüber hinaus ein bistabiles Schaltverhalten realisieren. Der Vorteil des bistabilen Schaltverhaltens besteht darin, dass das GSV nach dem „Auslösen“ verschlossen bleibt. Erst durch ein autorisiertes aktives Öffnen des Ventils (Gegendruck oder Aktuator) kann die Gasleitung wieder freigegeben werden. Der Gasversorger ist somit in der Lage, die Störungsursache zu ermitteln, bevor eine Freigabe erfolgt.

Der Aufbau des neuartigen GSV ist in Abbildung 1 (links) dargestellt. Der Verschlusskörper (4) ist über drei radial angeordnete und über den Umfang verteilte nachgiebige Aufhängungselemente (3) befestigt und gegenüber dem Ventilsitz (2) axial beweglich. Zur Realisierung des bistabilen Schaltverhaltens werden die Aufhängungselemente beim Einbau im Ventil vorgespannt (Vorspannweg  $v_x$ ). Durch das Vorspannen (Abbildung 1, rechts) kommt es zu einem elastischen Ausknicken der Aufhängungselemente.

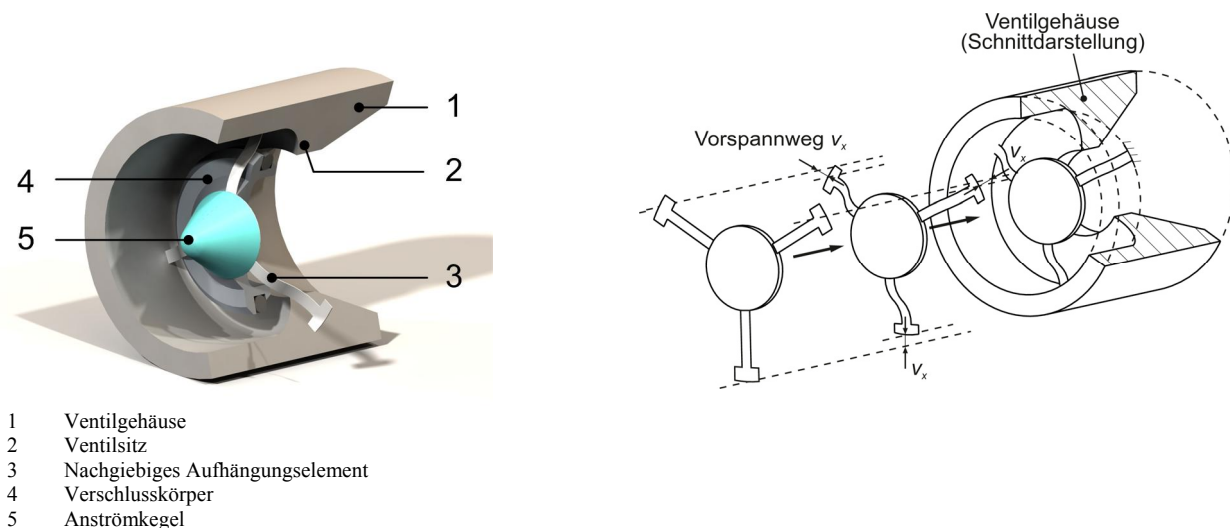


Abbildung 1: Neuartiges Sicherheitsventils. links: Aufbau; rechts: Vorspannen der Aufhängungselemente

Die Ventilkennlinie des GSV resultiert aus der Überlagerung der Kraft-Verschiebungs-Kennlinien der nachgiebigen Aufhängungselemente. Es wird vorausgesetzt, dass alle drei Aufhängungselemente dieselbe Kraft-Verschiebungs-

Kennlinie aufweisen. Die resultierende Ventilkennlinie wird qualitativ durch die Kraft-Verschiebungs-Kennlinie in Abbildung 2 beschrieben. In der geöffneten Ventilstellung (linker Bereich) wirkt bei „normaler“ Durchströmung eine Kraft  $F_y$  auf den Verschlusskörper. Aufgrund des steilen Anstiegs der Ventilkennlinie in diesem Bereich, wird der Verschlusskörper nur geringfügig ausgelenkt, somit bleibt das Ventil weit geöffnet. Wenn die Kraft  $F_y$  – infolge der unzulässig großen Durchströmung – einen kritischen Wert (Punkt 1) übersteigt, kommt es zu einem schlagartigem Ventilverschluss (Punkt 2). Der Übergang von der geöffneten in die geschlossene Ventilstellung ist durch eine durchschlagende Schaltcharakteristik gekennzeichnet. Nach Beseitigung der Leckage und nach einem erfolgten Druckausgleich in der Rohrleitung, verschwindet die Kraft  $F_y$ . Das Ventil verbleibt in der geschlossenen Schaltstellung, da – in Analogie zum Schließvorgang – für das Öffnen des Ventils eine entgegengesetzt wirkende Kraft (Punkt 3) erforderlich ist.

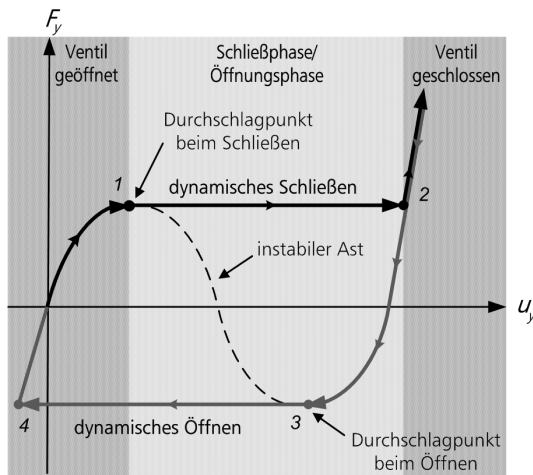


Abbildung 2: Ventilkennlinie

Im Hinblick auf die Dimensionierung von GSV lassen sich anhand der Ventilkennlinie zwei wesentliche Kenngrößen ablesen. Zum einen gibt die Ventilkennlinie Aufschluss über den Ventilweg (Differenz der Verschiebungswerte  $u_y$  für die geöffnete und geschlossene Ventilstellung), zum anderen lässt sich die Auslösekraft (Kraft  $F_y$  im Punkt 1) bestimmen. Bei der Dimensionierung von GSV sollte der Ventilweg so eingestellt werden, dass der durch das Ventil hervorgerufene Druckabfall reduziert wird. Zum anderen muss die Auslösekraft für das Ventil so dimensioniert werden, dass das Ventil bei einer definierten kritischen Durchströmung zuverlässig verschlossen wird.

Mit Hilfe der numerischen Simulationen wurde die Kraft-Verschiebungs-Kennlinie von Aufhängungselementen unterschiedlicher Abmessungen bestimmt. Anhand der Ergebnisse konnte abgeleitet werden, dass die resultierende Grundcharakteristik des Ventil (normierte Ventilkennlinie) für die untersuchten Aufhängungselemente identisch ist und unabhängig von der Vorspannung ist. Darüberhinaus wurde ein Berechnungsmodell entwickelt, mit dem die für die Dimensionierung des GSV relevanten Kenngrößen berechnen lassen. Die berechneten Kenngrößen dienen als Skalierungsparameter, anhand der Grundcharakteristik lässt sich die resultierende Ventilkennlinie ermitteln.

In weiterführenden Untersuchungen wurde zusätzlich ein Einspannwinkel  $\alpha$  berücksichtigt. Damit wird der Winkel bezeichnet, unter dem die Aufhängungselemente aus der Einspannstelle an der Rohrwand austreten. Es wurde festgestellt, dass durch veränderte Einspannwinkel nicht nur die Kenngrößen des Ventils beeinflusst werden können, sondern darüber hinaus auch die Grundcharakteristik der Ventilkennlinie verändert werden kann. Nicht zuletzt ist es damit möglich, ein wahlweise monostabiles oder bistabiles Schaltverhalten zu realisieren.

## Literatur

- [1] DVGW: *Technische Regel für Gasinstallationen DVGW-TRGI 2008*. Bonn: Technisch-wissenschaftlicher Verein, 2008. ISBN 978-3-89554-169-8 (Neufassung 2018 als Entwurf verfügbar)
- [2] FITR-GESELLSCHAFT FÜR INNOVATION IM TIEF- UND ROHRLEITUNGSBAU, 2008. *Sicherheitsabsperrvorrichtung, nämlich Strömungswächter für fluide Medien mit einem, insbesondere rohrförmigen Gehäuse*. Erfinder: Berger, W.; Beer, D. G.; Zentner, L.; Schneider, H. U.; Schurr, U. 29.05.2008, Anmeldung: 12.07.2007. DE, Patentschrift DE102007032550A1
- [3] OVENTROP GMBH, 2017. *Gasströmungswächter „Typ K“*. Olsberg: Oventrop GmbH & Co. KG [Zugriff am 01.12.2017]. Verfügbar unter: <http://www.ventrop.com/de-DE/produkte/produktgruppen/artikel/3028710>