

GREENING THE GAS - VERBRENNUNGSTECHNISCHE UND SICHERHEITSRELEVANTE ANFORDERUNGEN IN HINBLICK AUF EINEN ERHÖHTEN BIOGAS- UND WASSERSTOFFANTEIL IM ERDGAS

Harald RAUPENSTRAUCH¹, Gregor BERGER, Hannes KERN, Christoph SPIJKER, Daniel EGGER, Michael HOHENBERGER, Andreas STREITMAYER, Rainer KAUPA

Inhalt

Um die Auswirkungen einer erhöhten Einspeisung von Wasserstoff und Biogas in das österreichische Erdgasnetz zu untersuchen, wurde von der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) das Projekt „Greening the Gas“ ins Leben gerufen, mit dem Ziel einen technischen Ordnungsrahmen für die Integration von Biogas und Wasserstoff in die bestehenden Gasnetze zu schaffen. Im Zuge dieses Großprojekts wurde der Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik (TPT) von der ÖVGW damit beauftragt, die verbrennungstechnischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen im Hinblick auf einen erhöhten Biogas- und Wasserstoffgehalt im Erdgas zu untersuchen.

Methodik

Um die von einer erhöhten Einspeisung von Wasserstoff und Biogas betroffenen Betriebe zu erheben wurde eine „Industrielandkarte Österreich“, die alle an das Gasnetz angeschlossenen Industriebetriebe enthält, entworfen. Für die Erstellung der „Industrielandkarte Österreich“ wurden im ersten Schritt die Industriesparten analysiert, die netzgebundenes Erdgas als Energieträger nutzen. Dabei wurden die Industriesparten Stahl, Nichteisenmetalle, Gießerei, Glas, Stein & keramische Produkte, Lebensmittel, Chemische und pharmazeutische Produkte, Papier und Energie identifiziert und ihre Aggregate, die Erdgas als Energieträger nutzen, aufgelistet. Die größten Betriebe der jeweiligen Sparte wurden in der Erdgasinfrastrukturkarte von Österreich [1] abgebildet.

Anschließend wurde die Änderung der für die Verbrennung relevanten physikalischen Größen (Reaktionsenthalpie, adiabate Verbrennungstemperatur, laminare Flammgeschwindigkeit und Sauerstoffbedarf) durch die Zumischung alternativer Gase zum Erdgas untersucht. Hierbei wurde der GRI 3.0 Reaktionsmechanismus [2] mit der dazugehörigen thermodynamischen Datenbank verwendet. Zur Lösung dieser komplexen Reaktionssysteme wurde die Toolbox Cantera [3] verwendet. Es wurde die Zumischung von drei Gasen zum Erdgas untersucht: Wasserstoff, Biogas (Rohbiogas) und Biomethan (aufbereitetes Biogas).

Der Einfluss einer Wasserstoffbeimengung auf das Brand- und Explosionsverhalten von Erdgas ist schon gut erforscht [4]. Demnach steigen der zeitliche Druckanstieg und die obere Explosionsgrenze mit zunehmendem Wasserstoffgehalt, wobei der maximale Explosionsdruck und die untere Explosionsgrenze davon nicht betroffen sind. Um den Einfluss einer Beimischung von Biogas auf das Brand- und Explosionsverhalten von Erdgas-Wasserstoffgemischen zu untersuchen, wurden Versuche mit der Siwek-Apparatur durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Hohlkugel aus Stahl mit einem Volumen von 20 Litern, in der Brennstoff-Luftgemische durch eine Funkenstrecke zur Zündung gebracht werden. Ein Piezodruckaufnehmer nimmt den Druck über die Zeit während der Zündung auf. Es wurden Versuche mit vier Mischungen durchgeführt, wobei der Anteil des Biogases mit 20% festgelegt wurde und kein Wasserstoff bzw. 10%, 20% und 30% Wasserstoff zugemischt wurden.

Die Verordnung über explosionsfähige Atmosphären, kurz VEXAT, ist die Umsetzung der EU – Richtlinie ATEX in Österreich und somit die geltende Verordnung für Betriebe in denen explosionsfähige Atmosphären auftretenden können. Dabei spielen Explosionsgruppen und Temperaturklassen für die

¹ MUL Leoben / Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik, Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben, +43 3842 402-5800, Fax: +43 3842 402-5802, harald.raupenstrauch@unileoben.ac.at, <https://www.tpt-unileoben.at/>

Auswahl von Betriebsmitteln eine Rolle. Die Explosionsgruppen werden über die Normspaltweite und/oder die Mindestzündenergie bestimmt. Die Temperaturklasse definiert die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen in gefährdeten Bereichen. Die Auswirkung einer Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas auf die Betriebsmittelauswahl nach ATEX und VEXAT wurden ebenfalls untersucht.

Ergebnisse

Die Industriekartenerstellung machte ersichtlich, dass mit der Mur-Mürz-Furche in der Steiermark, dem Wiener Becken in Niederösterreich und Wien, der Traun-Ager-Furche in Oberösterreich und dem Unterinntal in Tirol, vier Regionen mit besonders hoher Dichte an Industriebetrieben mit hohem Erdgasverbrauch vorliegen.

Aus der Änderung der für die Verbrennung relevanten physikalischen Größen wurden Zumischgrenzen, mit denen Wasserstoff, Biogas und Biomethan dem Erdgas beigemischt werden können, abgeleitet. Der Sauerstoffbedarf ist die limitierende Größe für Brenner ohne Anpassung der Luftmenge und die Zumischgrenzen wurden mit 4% für Wasserstoff und 9% für Biogas bestimmt. Wird bei Brennern eine Einstellung der Luftmenge durchgeführt, so ist die limitierende Größe die laminare Flammgeschwindigkeit. Die Zumischgrenzen wurden mit 10% für Wasserstoff und 20% für Biogas festgelegt. Biomethan ist aufgrund seines hohen Methangehalts dem Erdgas so ähnlich, dass jede Zumischung möglich ist.

Durch die Zumischung von Biogas wurde die untere Explosionsgrenze für alle Mischungen gegenüber der unteren Explosionsgrenze von Wasserstoff (4%) und Methan (4,4%) [5] auf 7% angehoben. Der Einfluss auf die obere Explosionsgrenze ist nicht signifikant. Durch die Zumischung von Biogas wird der maximale Explosionsdruck um etwa 1 bar gegenüber der Mischung von Methan und Wasserstoff gesenkt. Der maximale Druckanstieg weist ebenfalls geringere Werte auf, allerdings wird die Differenz bei höheren Wasserstoffbeimischungen geringer. Als Grund für die Verbesserung der sicherheitstechnischen Kennzahlen durch die Zumischung von Biogas zu Erdgas-Wasserstoffgemischen kann der hohe inerte CO₂-Anteil im Biogas genannt werden.

Bezüglich VETAX ist bekannt, dass sich Methan in der Explosionsgruppe IIA und Wasserstoff in der Explosionsgruppe IIC [6] befinden. Ab einer Zumischung von 30% Wasserstoff erfolgt der Übergang des Gemisches in Explosionsgruppe IIB [4]. Da sich Wasserstoff und Methan in der gleichen Temperaturklasse T1 befinden, kommt es in keinem Mischungsverhältnis dieser beiden Gase zu einer Änderung der Temperaturklasse [6].

Referenzen

- [1] Infrastruktur - AGGM - Austrian Gas Grid Management AG. [Online] Verfügbar unter: <https://www.aggm.at/netzinformationen/infrastruktur>. Zugriff am: 26. November 2019.
- [2] GRI-Mech releases. [Online] Verfügbar unter: <http://combustion.berkeley.edu/gri-mech/releases.html>. Zugriff am: 23. Juli 2019.
- [3] Cantera. [Online] Verfügbar unter: <https://www.cantera.org/>. Zugriff am: 23. Juli 2019.
- [4] V. Schröder, E. Askar, T. Tashqin und A. K. Habib, „Sicherheitstechnische Eigenschaften von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen“, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, 2016.
- [5] „CHEMSAFE: Datenbank für Empfohlene sicherheitstechnische Kenngrößen“. DECHEMA, BAM UND PTB, Inhouse-Version des BAM, 2014.
- [6] „ÖNORM EN 60079-20-1:2010 11 01: Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfmethode und Daten“.