

Berechnung und Kapazitätsüberprüfung von GDRM – Anlagen mit optionaler Beimischung von Wasserstoff

**Ergänzung der Excel –Arbeitsblätter zur
Dimensionierung und Kapazitätsnachrechnung
von Gas-Druckregel- und Messanlagen**

Autor

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.

Volker Ollesch

DVGW-Sachverständiger / SFI

An der Wolfskuhle 8

33619 Bielefeld

Tel.: 0521-103260

Fax: 0521-105022

Mobil: 0173-1435010

E-Mail: info[at]ollesch.eu

Inhalt

Aufgabenstellung
Leistungsangaben
Eingabefelder
Beispiel Berechnungsergebnis
Stoffwerte
KG-Wert-Berechnung
Vorwärmung
Sonstige Änderungen / Erweiterungen

Aufgabenstellung

Angesichts der aktuellen Diskussion in Bezug auf Wasserstoff kann es notwendig werden, GDRM-Anlagenleistungen im H₂-Beimischungsbereich 0% bis 100% Wasserstoff entweder

- neu zu berechnen oder
- bestehende Anlagen hinsichtlich der Kapazität bei Wasserstoffbeimischung zu berechnen.

Die bekannten ECXEL-Tools wurden deshalb entsprechend neu überarbeitet.

Die neuen Tools können unter **www.gdrmh2.de** herunter geladen werden.

Hinsichtlich der neuen Tools sind die folgenden Hinweise zu beachten.

Leistungsangaben

In Bezug auf die Anlagenleistung muss eine Neudefinition des Leistungswertes erfolgen. Während bisher in $[m^3Vn/h]$ gerechnet wurde muss bei H₂-Beimischung die Anlagenleistung in Watt, am zweckmäßigsten in **MW [MW]** definiert werden, damit die Leistung ohne und mit H₂-Beimischung vergleichbar ist. m^3 -Werte werden nur noch zur Info parallel berechnet.

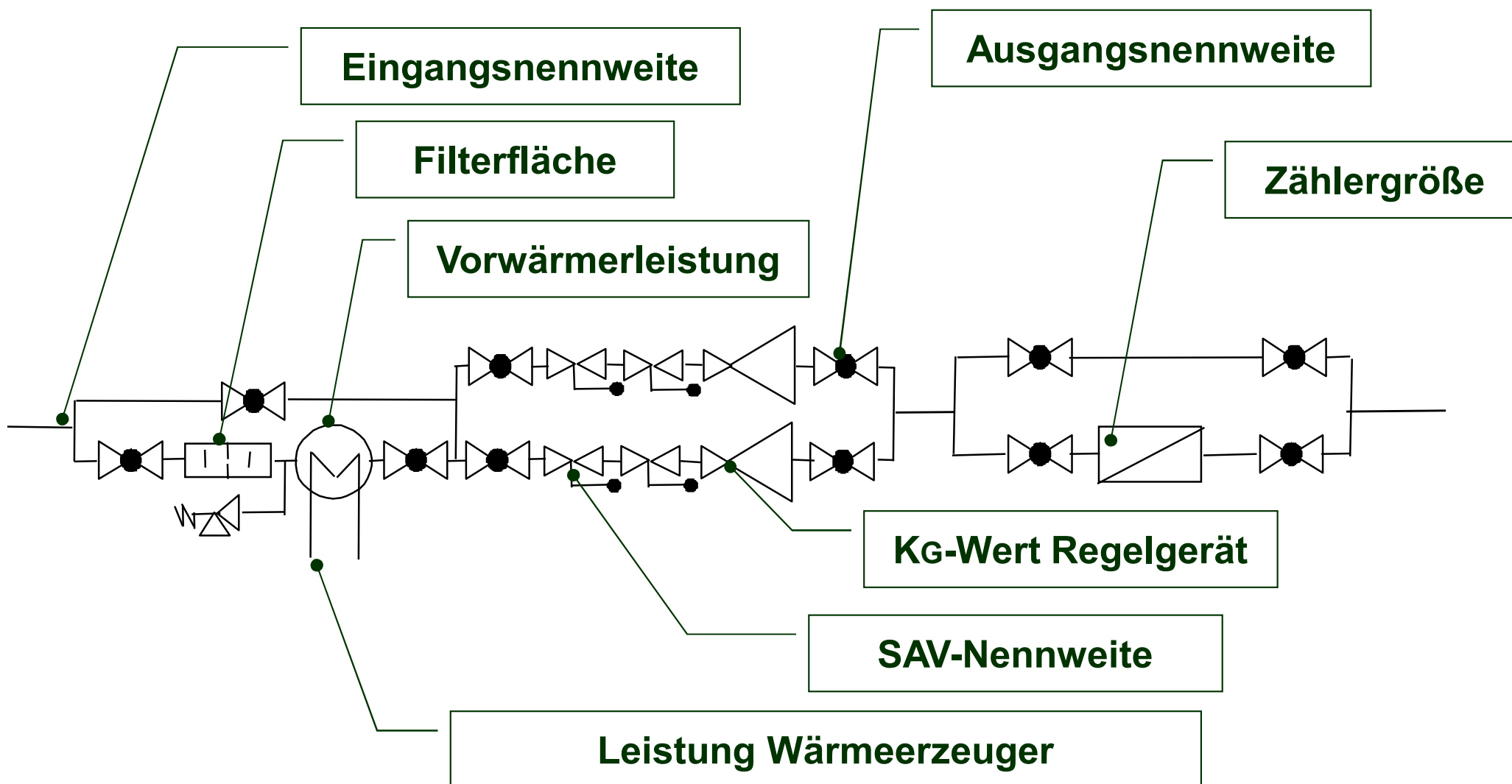
Im Rahmen dieser verfahrenstechnischen Neuberechnung bzw. Nachberechnung sind im wesentlichen folgende Anlagendaten von Interesse:

- Eingangsnennweite
- Ausgangsnennweite
- Leistungskennwert des Regelgerätes „K_G – Wert“
- Nennweiten der Sicherheitseinrichtungen
- Dimensionierung des Filters

sowie, falls vorhanden

- Leistung des Erdgasvorwärmers und des Wärmeerzeugers
- Zählergröße bzw. Zählerbelastung

Schematische Darstellung Berechnungsparameter GDRM



Die Bedienung der Arbeitsblätter

Grundlagen

Die Arbeitsblätter bestehen aus zwei grundsätzlichen Eingabebereichen:

Die anlagenspezifischen Werte müssen in grau unterlegten Feldern eingegeben werden:

Eingabewert

In den schraffierten Feldern sind allgemeingültige Vorschlagswerte hinterlegt, sie sollten nur bei Bedarf geändert werden:

Vorschlagswert

Eingabefelder

Eingabewerte:

Es müssen die grau hinterlegten Felder ausgefüllt werden.

In Bezug auf die Wasserstoff-Beimischung muss ein Beimischungs-Grad zwischen 0 und 100 Volumen-% vordefiniert werden.

Wasserstoff-Anteil:		20,0 Vol%
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	87,1 %thermisch	
Kennwerte Mischgas:		
dt/dp=	0,355	°C/bar
cp=	4,680	kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,674	kg/m ³
Heizwert=	8,708	kWh/m ³
	relative Dichte=	0,521
	Korrekturfaktor KG-Wert:	1,11

Wasserstoff-Anteil:		70,0 Vol%
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	54,8 %thermisch	
Kennwerte Mischgas:		
dt/dp=	0,118	°C/bar
cp=	10,629	kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,308	kg/m ³
Heizwert=	5,478	kWh/m ³
	relative Dichte=	0,238
	Korrekturfaktor KG-Wert:	1,63

Beispiel Berechnungsergebnis

Beispiel:

Eine GDRM 1.000 m³Vn/h ohne H₂-Beimischung hat bei L-Gas-HO= 10kWh/m³

eine Leistung von 10kWh/m³ × 1.000 m³Vn/h = 10.000 $\frac{kW \cdot h \cdot m^3 Vn}{m^3 Vn \cdot h}$ = 10.000 kW = 10 MW

Bei 20Vol% H₂-Beimischung nur noch 8,6 MW, also 86%.

Grundsätzliches zu den Berechnungsverfahren:

Die Stoffwerte CeH₄/Erdgas und H₂ werden in den Berechnungstools in Abhängigkeit von der H₂-Beimischung linear interpoliert.

Wasserstoff hat einen negativen Joule-Thomson-Koeffizienten dt/dp = - 0,240.

Ab einer Beimischung von ca. 90 Vol.% H₂ zum Erdgas wird deshalb keine Vorwärmung benötigt.

Stoffwerte

Grundsätzliches zu den Berechnungsverfahren:

Die Stoffwerte CeH_4 /Erdgas und H_2 werden in den Berechnungstools in Abhängigkeit von der H_2 -Beimischung linear interpoliert.

Wasserstoff hat einen negativen Joule-Thomson-Koeffizienten.

Vorschlagswerte	L-Gas	H-Gas	Wasserstoff		
dt/dp=	0,450	0,500	-0,024	°C/bar	(gem. G 499)
cp=	2,300	2,600	14,199	kJ/(kg*K)	(gem. G 499)
Normdichte=	0,820	0,790	0,089	kg/m ³	(gem. G 499)
Heizwert Ho=	10,000	11,500	3,540	kWh/m ³	
Sicherheitszuschlag KG-Wert Regler=		10		% (10% nach EN 334)	

Wasserstoff-Anteil: 20,0 Vol%	
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	87,1 %thermisch
Kennwerte Mischgas:	
dt/dp=	0,355 °C/bar
cp=	4,680 kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,674 kg/m ³
Heizwert=	8,708 kWh/m ³
relative Dichte=	0,521
Korrekturfaktor KG-Wert:	1,11

Wasserstoff-Anteil: 70,0 Vol%	
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	54,8 %thermisch
Kennwerte Mischgas:	
dt/dp=	0,118 °C/bar
cp=	10,629 kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,308 kg/m ³
Heizwert=	5,478 kWh/m ³
relative Dichte=	0,238
Korrekturfaktor KG-Wert:	1,63

KG - Wert

Zur KG-Wert-Berechnung wird ein Korrektur-Faktor zur Leistungsberechnung bestimmt.

Der Korrektur-Faktor wird definiert nach:

$$k = \sqrt{\frac{dv \text{ Erdgas}}{dv \text{ Mischgas}}}$$

mit:

k = Korrekturfaktor zur Berechnung des KG-Wertes

dv Erdgas = Verhältnis Erdgasdichte zu Luftdichte

dv Mischgas = Verhältnis Mischgasdichte zu Luftdichte

thermische Anlagenleistung

Im Fall einer Wasserstoff-Beimischung zu einem definierten Volumenstrom sinkt die thermische Anlagenleistung.

Der entsprechende Wert wird im Berechnungstool ausgewiesen.

Wasserstoff-Anteil:	20,0 Vol%
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	87,1 %thermisch
Kennwerte Mischgas:	
dt/dp=	0,355 °C/bar
cp=	4,680 kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,674 kg/m³
Heizwert=	8,708 kWh/m³
relative Dichte=	0,521
Korrekturfaktor KG-Wert:	1,11

Wasserstoff-Anteil:	70,0 Vol%
Energieinhalt Mischgas zu Erdgas:	54,8 %thermisch
Kennwerte Mischgas:	
dt/dp=	0,118 °C/bar
cp=	10,629 kJ/(kg*K)
Normdichte=	0,308 kg/m³
Heizwert=	5,478 kWh/m³
relative Dichte=	0,238
Korrekturfaktor KG-Wert:	1,63

Vorwärmung

Wasserstoff hat einen negativen Joule-Thomsen-Koeffizienten.

Ab einer Beimischung von ca. 90 Vol.% H₂ zum Erdgas wird deshalb keine Vorwärmung benötigt.

Sonstige Änderungen / Erweiterungen

- Es ist jetzt auch möglich, Vorwärmanlagen bei ΔP kleiner/gleich 16 bar zu berechnen.
- Es wird jetzt immer auch die Ausgangstemperatur angegeben, die sich bei Verzicht auf Vorwärmung ergeben würde

Danke für Ihre Aufmerksamkeit