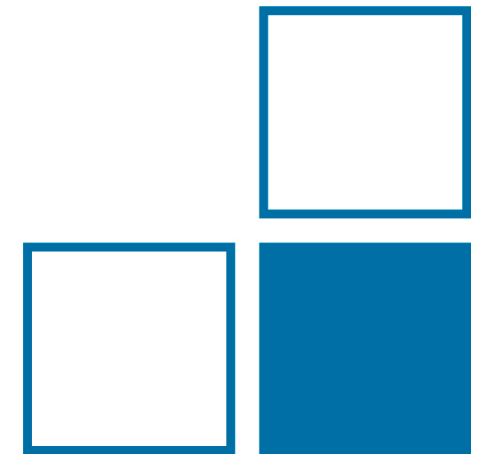


# **Einhaltung der Verwenderpflichten bei der Berechnung der K-Zahl im Fall von Wasserstoff- einspeisungen in das öffentliche Gasnetz**

Dr. Roland Schmidt  
Arbeitsgruppe 1.42 „Gasmessgeräte“

Vollversammlung für das Mess- und  
Eichwesen

Braunschweig, 23.11.2022



nehmen die Umrechnung auf das Volumen im Normzustand im laufenden Betrieb an der Messstelle vor:

$$V_n = V_b \cdot \frac{T_n}{T_b} \cdot \frac{p_b}{p_n} \cdot \frac{1}{K}$$

Hier wie im gesamten Vortrag gilt:

$T$  ist die **absolute** Temperatur in Kelvin

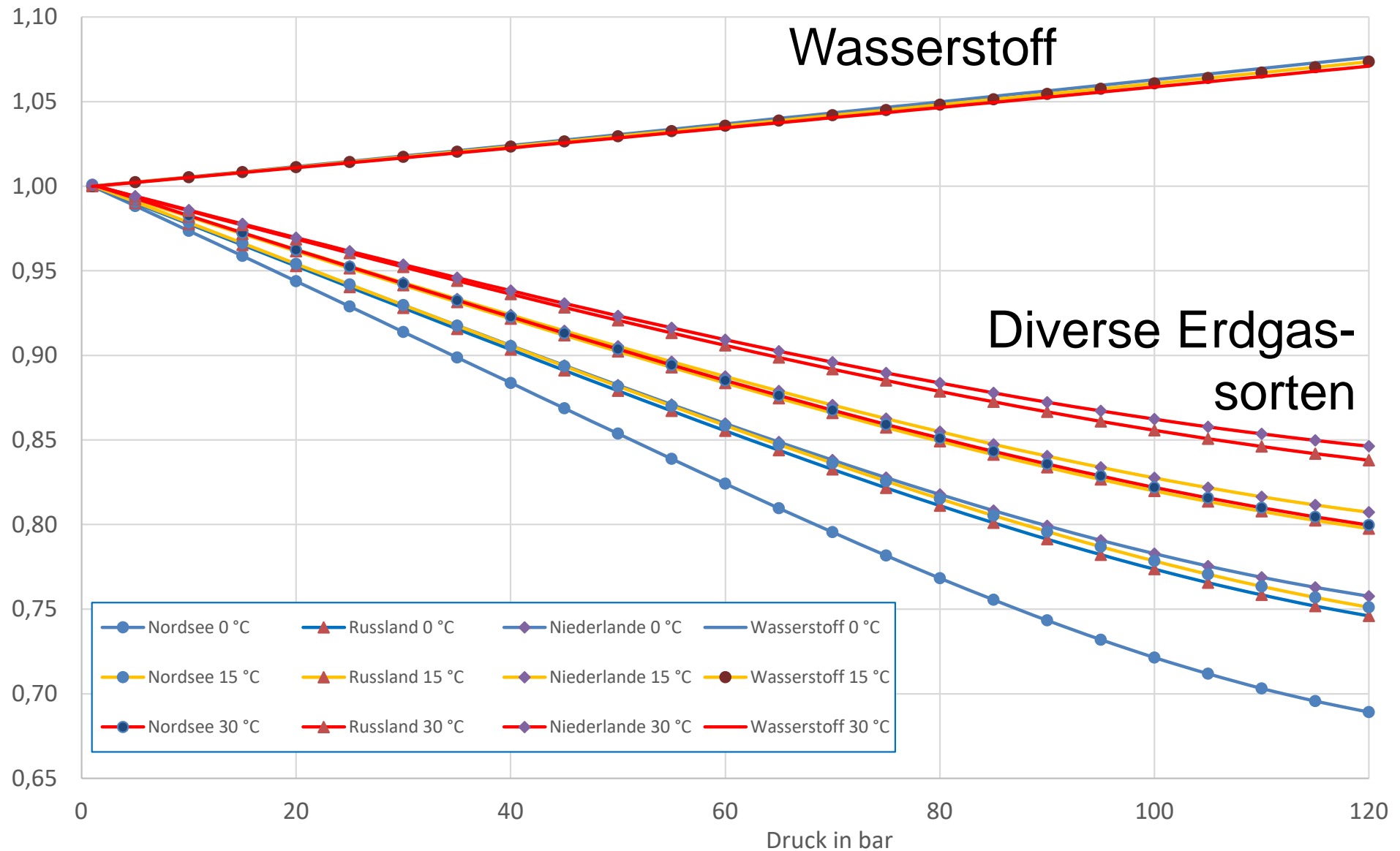
$p$  ist der absolute Druck

Messwerte folgender Geräte:

- Gaszähler
- Temperatur-aufnehmer
- Druckaufnehmer für den Absolutdruck

Festwerte für die Temperatur und den Druck des Normzustandes:  
 $p_n = 1013,25 \text{ mbar}$   
 $T_n = 273,15 \text{ K (0 °C)}$

$K$ : Berechneter Wert Kompressibilitätszahl  
 Verhältnis der Realgasfaktoren im Betriebs- und im Normzustand



im Mengenumwerter aus

- **Absolutdruck**
- **Temperatur**
- **Eingangsdaten bezüglich der Gasbeschaffenheit**
  
- Wie rechnet man?
- Welche Gasbeschaffenheits-Daten stellt man im Mengenumwerter ein?
- Wie reagiert man, wenn sich später herausstellt, dass eine andere Gasbeschaffenheit vorlag?

Regelung im DVGW-Arbeitsblatt G685 „Gasabrechnung“, Teil 6.

Kürzlich **erhebliche Überarbeitung**, um die Zumischung von Wasserstoff zu berücksichtigen.

- Stand der Technik
  
- Liegt dem REA vor

- Eingangsdaten: **Vollanalyse** ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$  ...)
- Einsatz vor allem im Hochdrucknetz, wo diese Daten z.T. vorliegen
- Wird nur von einem Teil der Geräte angeboten
- Bisher:  $\text{H}_2$ -Grenzwert 10 %
- **Berechnungen und Vergleiche mit experimentellen Daten zeigen:  
Die Ergebnisse sind bis 100 %  $\text{H}_2$  zuverlässig.**

wird von allen Geräten auf dem Markt angeboten.

Eingangsdaten:

Größe	Einheit	Minimalwert	Maximalwert
Brennwert	kWh/m <sup>3</sup>	5,55	13,33
Dichte im Normzustand	kg/m <sup>3</sup>	0,711	1,16
Kohlendioxid CO <sub>2</sub>	%	0	30
Wasserstoff H <sub>2</sub>	%	0	10

**Grenzwerte sind fester Bestandteil des Verfahrens!**

Annahme: H<sub>2</sub> tritt gemeinsam mit CO auf

Modifikation von SGERG-88:

- Mindestwerte für Dichte und Brennwert abgesenkt
- Wasserstoffanteile bis 100 % sind zulässig
- CO-Anteil wird immer auf 0 % gesetzt

Dieses Verfahren liefert

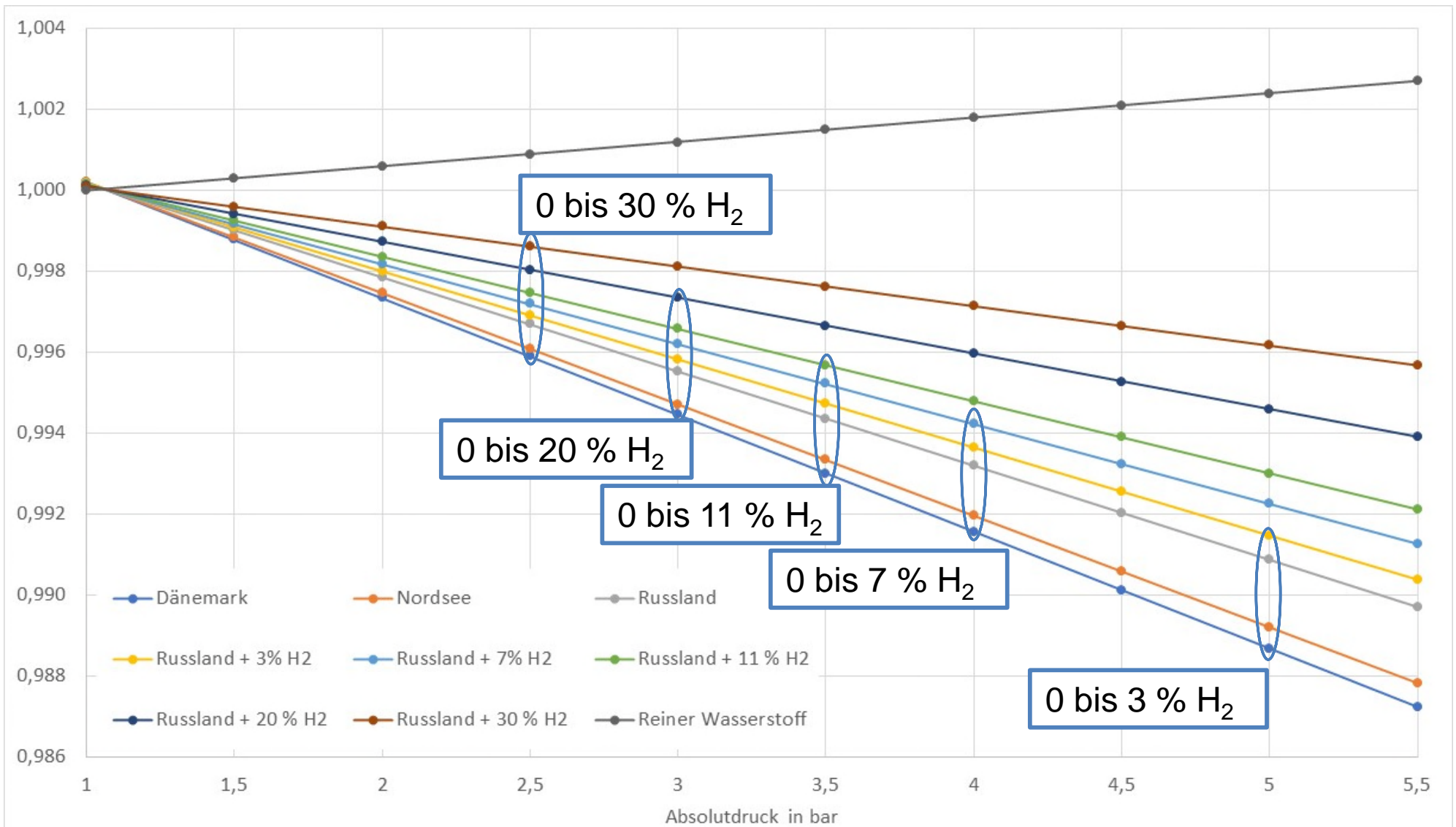
- für Erdgas ohne Wasserstoff: identische Ergebnisse
  - für Erdgas mit Wasserstoff-Zumischung: bessere Ergebnisse oder überhaupt Ergebnisse anstelle von Fehlermeldungen
  - Sehr gute Übereinstimmung mit Messwerten für die Gasdichte
- SGERG-mod-H2 könnte daher SGERG-88 vollständig ersetzen.

Problem: Verbreitung im Gerätebestand

**Bis 5 bar Absolutdruck** gilt seit einigen Jahren:

- K-Zahlen **müssen** mit SGERG-88 unter Verwendung von festgelegten „**MKV-Parametern**“ berechnet werden
- MKV = **Mittleres Kompressibilitätsverhalten**
- Das Ergebnis für  $V_n$  wird direkt für die Abrechnung verwendet





## Kein Zusammenhang zur Beschaffenheit des tatsächlich gelieferten Gases

Zulässiger H <sub>2</sub> -Anteil	Mol-%	0-3	0-7	0-11	0-20	0-30
Druckgrenze	bar (Absolutdruck)	5	4	3,5	3	2,5
Brennwert	kWh/m <sup>3</sup>	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5
Dichte im Normzustand	kg / m <sup>3</sup>	0,7740	0,8086	0,8329	0,8192	0,8059
CO <sub>2</sub> -Anteil	mol-%	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> -Anteil (Eingangsparemeter)	mol-%	0	0	0	0	0

- Eingangsparemeter „H<sub>2</sub>-Anteil“ ist 0, somit rechnet SGERG-88 mit CO=0  
⇒ Identische Ergebnisse bei SGERG-88 und SGERG-Mod-H2
- Grund für die größeren Ergebnisse bei der K-Zahl-Berechnung:
  - Niedriger Brennwert
  - Hohe Dichte im Normzustand
  - CO<sub>2</sub> = 0



SGERG-88 und SGERG-mod-H2 errechnen einen hohen Stickstoffanteil. Dieser führt wie gewünscht zu größeren K-Zahlen

## Kein Zusammenhang zur Beschaffenheit des tatsächlich gelieferten Gases

Zulässiger H <sub>2</sub> -Anteil	Mol-%	0-3	0-7	0-11	0-20	0-30
Druckgrenze	bar (Absolutdruck)	5	4	3,5	3	2,5
Brennwert	kWh/m <sup>3</sup>	10,0	9,5	9,0	8,5	7,5
Dichte im Normzustand	kg / m <sup>3</sup>	0,7865	0,8236	0,8514	0,8452	0,9007
CO <sub>2</sub> -Anteil	mol-%	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> -Anteil (Eingangsparemeter)	mol-%	0	0	0	0	0

- Eingangsparemeter „H<sub>2</sub>-Anteil“ ist 0, somit rechnet SGERG-88 mit CO=0  
⇒ Identische Ergebnisse bei SGERG-88 und SGERG-Mod-H2
- Grund für die größeren Ergebnisse bei der K-Zahl-Berechnung:
  - Niedriger Brennwert
  - Hohe Dichte im Normzustand
  - CO<sub>2</sub> = 0



SGERG-88 und SGERG-mod-H2 errechnen einen hohen Stickstoffanteil. Dieser führt wie gewünscht zu größeren K-Zahlen

- Der Mengenumwerter berechnet **vorläufige** K-Zahlen mit fest eingestellten Parametern, derzeit meistens mit SGERG-88
- Parametrierung mit den Gasbeschaffenheitsdaten entsprechend der „bestmöglichen Schätzung des zukünftig gelieferten Gases“
- Falls das gelieferte Gas von der Voreinstellung abweicht, kann das dazu führen, dass die berechneten K-Zahlen von den tatsächlichen abweichen
- K-Zahl wird beim Abrechnungsprozess mit einem exakt definierten Verfahren überprüft und wenn nötig korrigiert
- **Im Fall einer K-Zahl-Korrektur:  
Abrechnung nicht mit dem geeichten Messergebnis des Mengenumwerters!**

- Bei Erdgas mit H<sub>2</sub>-Zumischung bestimmt man eine Gasbeschaffenheit mit dem Mittelwert aus maximaler und minimaler Zumischung
- Die Daten dieses Gases kann man direkt im **Mengennumwerter** als Parameter für **AGA8-92DC** benutzen
- Dasselbe gilt für **SGERG-mod-H2**
- Für SGERG-88 im Mengennumwerter wurde ein Vorgehen definiert, um **Ersatzparameter** zu finden
  - => die Mengennumwerter müssen nicht ausgetauscht werden.
- Zur Berechnung der „wahren“ K-Zahl im Abrechnungssystem darf man nur **AGA8-92DC** oder **SGERG-mod-H2** benutzen

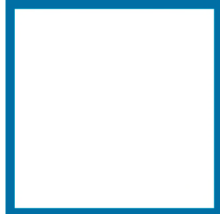
**Nur anzuwenden, wenn**

- (1) Betriebsdruck zu hoch für MKV-Parameter und**
- (2) max. H<sub>2</sub>-Anteil > 3 %**

- Für die erwartete Gasbeschaffenheit wird die K-Zahl bei **8 bar, 0°C** berechnet (**nicht** mit SGERG-88)
- Diese Zahl wird kaufmännisch auf **drei** Nachkommastellen gerundet
- Es sind 15 Ergebnisse möglich von **0,979** bis **0,993**
- Für jedes ist ein passender für SGERG-88 zulässiger Parametersatz angegeben
- Dieser darf **im Mengenumwerter** bis **26 bar** verwendet werden.
- Grundsätzlich sind eine **Kontrollrechnung** mit SGERG-mod-H2 oder AGA8-92-DC und ggf. eine **Korrektur** notwendig

Gerundete K-Zahl bei $p_{abs} = 8 \text{ bar}$ , $T = 273,15 \text{ K}$	SGERG-88-Ersatzparameter Brennwert in kWh/m <sup>3</sup>	SGERG-88-Ersatzparameter Dichte im Normzustand in kg/m <sup>3</sup>	SGERG-88-Ersatzparameter Stoffmengenanteil CO <sub>2</sub> in Prozent	SGERG-88-Ersatzparameter Stoffmengenanteil H <sub>2</sub> in Prozent
0,979	12	0,8088	0	0
0,980	11	0,8872	0	0
0,981	11	0,8444	0	0
0,982	11	0,7993	0	0
0,983	10	0,8761	0	0
0,984	10	0,8301	0	0
0,985	10	0,7812	0	0
0,986	9	0,8564	0	0
0,987	9	0,8058	0	0
0,988	9	0,7721	0	10
0,989	8,5	0,7798	0	10
0,990	7	0,9056	0	10
0,991	7	0,8522	0	10
0,992	6,5	0,8547	0	10
0,993	6	0,8549	0	10

- Die beiden derzeit benutzten Berechnungsverfahren wurden auf Eignung für Wasserstoffzumischung überprüft
- AGA8-92DC ist uneingeschränkt geeignet
- SGERG-88 wurde modifiziert zu SGERG-mod-H2
- Angepasste MKV-Parameter für niedrigen Druck wurden bis 30 % Wasserstoff definiert und sind mit beiden SGERG-Varianten nutzbar
- Auch bei höherem Druck kann man Mengenumwerter mit SGERG-88 bei Wasserstoffzumischung weiter benutzen, da Ersatzparameter definiert wurden
- **Die Behandlung von Wasserstoffzumischung ist ohne Austausch der Geräte möglich**



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Braunschweig und Berlin**

Bundesallee 100

38116 Braunschweig



Roland Schmidt

Telefon: 0531 592-1350

E-Mail: [roland.schmidt@ptb.de](mailto:roland.schmidt@ptb.de)

[www.ptb.de](http://www.ptb.de)



Stand: 11/2022