

Jetzt  
kaufen auf  
shop.wvgw.de  
Als Print oder  
PDF-Download



Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.



[www.dvgw-forschung.de](http://www.dvgw-forschung.de)

# Bestimmung der Methanemissionen von Verdichtern im Verteilnetz (ME VerV)

## Abschlussbericht

**Charlotte Große**

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Jenny Sammüller**

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Marco Petersilge**

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Wenke Müller**

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Stefanie Lehmann**

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Herausgeber**

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1-3

53123 Bonn

T +49 228 91885

F +49 228 9188990

[info@dvwg.de](mailto:info@dvwg.de)

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

**Bestimmung der Methanemissionen  
von Verdichtern im Verteilnetz  
(ME VerV)**

**Abschlussbericht**

März 2024

DVGW-Förderkennzeichen G 202137

Weitere Förderung durch

**schwaben netz gmbh**

**Energienetze Bayern GmbH & Co. KG**

# Zusammenfassung

## Hintergrund

Methan ist nach Kohlenstoffdioxid die zweitgrößte Quelle des anthropogenen Beitrags zum Klimawandel [1, S. 24;1034]. Daher rückt Methan zunehmend in den Fokus politischer Regulierungsbestrebungen. Die Europäische Kommission sieht unter anderem im Energie-Sektor das Potenzial, Methanemissionen kosteneffizient zu senken. Ein erster Entwurf einer EU-Methanverordnung wurde im Dezember 2021 vorgestellt [2]. Seitdem gab es mehrere Abstimmungen und Versionen. Am 10.04.2024 erfolgte die Verabschiedung der EU-Methanverordnung, die noch ratifiziert und in alle Sprachen der EU übersetzt werden muss [3]. Die Verordnung enthält Verpflichtungen zu Messungen, Berichterstattungen und Verifizierung von Methanemissionen sowie zu Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen für die Assets der Betreiber und soll voraussichtlich Mitte 2024 in Kraft treten.

Methanemissionen der Erdgasinfrastruktur sind teilweise bereits erforscht und quantifiziert. Dem Bericht des DVGW-Forschungsprojektes ME DSO zufolge belaufen sich die Emissionen für erdverlegte Leitungen und Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDR(M)A) im deutschen Verteilnetz auf jährlich 8.100 Tonnen Methan [4, S. 60]. Für die Berechnung der Methanemissionen von Verdichtern (deutschlandweit ca. 480 MW Verdichterleistung installiert [5]) steht aktuell nur ein Emissionsfaktor aus dem Transportnetz<sup>1</sup> zur Verfügung, welcher in der aktuellen Berichterstattung des Umweltbundesamts aus Mangel an Alternativen auch für das Verteilnetz angesetzt wird. Da Transportverdichter deutlich komplexer aufgebaut sind und andere Antriebs- und Dichtungssysteme besitzen als Verdichter im Verteilnetz, ist davon auszugehen, dass der EF nicht für Verdichter im Verteilnetz repräsentativ ist [7, S. 278].

## Ziel und Untersuchungsrahmen

Das DVGW-Forschungsvorhaben ME VerV hatte zum Ziel diese Forschungslücke zu schließen. Es stellt ein Pilotprojekt dar und sollte die Methanemissionen von Verdichtern bei vier verschiedenen Gasverteilnetzbetreibern (VNB) quantifizieren. Dazu wurden Messungen als auch ingenieurstechnische Berechnungen (für Wartungsemissionen) durchgeführt.

Es wurden Biogaseinspeise-, Netzregulierungs- sowie CNG-Füllanlagen untersucht. Zunächst erfolgte die Auswahl des Messverfahrens und die Bewertung möglicher Einflussparameter auf die Messungen. Anschließend wurden die Messungen durchgeführt und auf Grundlage der erhaltenen Messwerte Emissionsfaktoren (EF) gebildet.

## Methoden

Das Messprogramm umfasste 15 Anlagen von vier VNB, bei denen die Methanemissionen von insgesamt 33 Verdichtern quantifiziert wurden. In den Anlagen kamen Hubkolben-, Drehschieber- und Schraubenverdichter zum Einsatz.

Die Messungen auf Quellebene erfolgten zunächst mit einem Gasspürgerät (FID) in Verbindung mit der EPA-Methode bzw. der Methode nach EN 15446, die mithilfe von Korrelationsfaktoren die Berechnung von Volumenströmen auf der Grundlage von Konzentrationsmessungen erlaubt [8]. An Leckstellen mit Methankonzentrationen über 1.000 ppm und an allen Ausbläsern kam außerdem ein High Flow Sampler (HFS; Detektion ebenfalls mittels FID) zum

---

<sup>1</sup> EF für Verdichter im Transportnetz laut UBA: 3.109 kg/MW = 3,109 kg/kW [6].

Einsatz, um den Methanausstoß zu quantifizieren. Für diese Messungen wurde der Messdienstleister The Sniffers beauftragt.

Ergänzend dazu wurden Messungen auf Anlagenebene durchgeführt. Die Messungen erfolgten mit einer Drohne (Detektion mittels TDLAS) des Dienstleisters Aeromon. Mithilfe eines Algorithmus kann vom Konzentrationsprofil in der Abwindfahne auf die Volumenströme der Quelle(n) zurückgerechnet werden.

Die Abschätzung von Methanemissionen, die bei der Wartung der Anlagen entstehen, erfolgten mithilfe von ingenieurstechnischen Berechnungen auf der Grundlage von Daten der Anlagenbetreiber.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Von insgesamt 7.916 überprüften potenziellen Emissionsquellen wurden 96 Leckstellen gefunden und die Methanemissionen nach EPA quantifiziert. Bei 41 dieser 96 Leckstellen wurde zusätzlich mit dem High Flow Sampler gemessen. Von insgesamt 112 Ausbläsern wurden an 28 Ausbläsern Methanemissionen festgestellt und ebenfalls mittels High Flow Sampling quantifiziert. Davon dienten 22 Ausbläser der Abgabe von prozessbedingten, den Verdichtern nicht-zugehörigen Emissionen der Analysegeräte (PGC, Brennwert- und H<sub>2</sub>S-Messung). 6 Ausbläser wiesen Emissionen auf, die nicht prozessbedingt waren, sondern den Verdichtern zugehörig sind.

Leckstellen traten an Verbindungen, Kompressordichtungen, Flanschen und Regelventilen auf. Die Methanverluste an einzelnen Messstellen lagen im Bereich von 0,01 kg/a bis 51 kg/a. Aufgrund der eher geringen Stichprobengröße können bisher keine Einflussfaktoren für die Leckstellen zweifelsfrei benannt werden.

Um eine Indikation zu geben, wurden aus den Messwerten Emissionsfaktoren aufgestellt, die für Emissionsberichterstattungen genutzt werden können. Die Datenbasis ergibt sich aber zum Teil nur durch Messungen an einer Anlage und sollte daher in zukünftigen Forschungsprojekten vergrößert werden, um belastbarere Aussagen zu erhalten.

**Tabelle 1.1: Emissionsfaktoren für Verdichter im Verteilnetz, Angaben pro Verdichter**

	Emissionsfaktor		Datenbasis	
	Wert <sup>2</sup>	Einheit	Anzahl Verdichter	Anzahl Anlagen
<b>Diffuse Emissionen</b>				
Verdichter	16	kg/Verdichter-a	33	15
<b>Ausblaseemissionen</b>				
Wartungen (wenn keine Blow-Down-Behälter vorhanden sind)	0,01	kg/Vorgang	4 <sup>3</sup>	-
Auslösen SBV	0,01	kg/Vorgang <sup>4</sup>	3	1
PGC	166	kg/Verdichter-a	7	3
Brennwertmessung	462	kg/Verdichter-a	7	3
H <sub>2</sub> S-Messung	227	kg/Verdichter-a	2	1
Kurbelgehäuse / Entlüftung Verdichter (wenn nicht an Leckgasleitung angeschlossen)	443	kg/Verdichter-a	2	1
Störungen	34	kg/Störung	2	2

Die ermittelten Messwerte sind als eher konservativ zu bewerten, da für potenzielle Emissionsquellen, an denen keine Leckage festgestellt wurde, ein „Default Zero“ angenommen wurde, da nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob die Quelle keine Emission aufweist oder nur die Bestimmungsgrenze des Messgeräts dazu führt, dass keine Emission festgestellt wird. Bei Anlagen mit sehr vielen potenziellen Emissionsquellen wirkt sich dies stark auf das Gesamtergebnis aus.

Um die ermittelten Messwerte zu überprüfen, wurde an zwei Anlagen zusätzlich mit einem weiteren Messverfahren gemessen (Site-Level-Messung mit Hilfe einer Drohne). Dadurch kann ein Vergleich entsprechend OGMP-Level 5 stattfinden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Source- und der Site-Level-Messungen ist allerdings nur begrenzt gegeben, da sich das Projekt auf Verdichter fokussiert und als Untersuchungsrahmen der Raum festgelegt wurde, in dem sich der/ die Verdichter befindet/ befinden. Da die Site-Level-Messungen jedoch die Emissionen des gesamten Standortes erfassen (z.B. auch von Analysegeräten), war es unvermeidbar, dabei auch Emissionen zu messen, die sich außerhalb des Untersuchungsrahmens befanden. Darüber hinaus erfolgte ein Vergleich mit den Ablesewerten der Gasanalysegeräte. Dadurch ließ sich allerdings keine eindeutige Tendenz zwischen den Messverfahren und den Ablesewerten ableiten.

### Ausblick

Das Projekt ME VerV ermittelte erstmals Emissionsfaktoren für Verdichter im deutschen Gasverteilnetz. Die ermittelten Messergebnisse können für Emissionsberichterstattungen (z.B. gegenüber OGMP, EU-Methanverordnung) genutzt werden.

Es wird dennoch empfohlen, ein Folgeprojekt durchzuführen, um folgende Punkte zu berücksichtigen:

<sup>2</sup> Mittelwerte aus Abschnitt 4.1

<sup>3</sup> Abschätzung, die auf vier Schätzwerten beruht (Abschnitt 4.2)

<sup>4</sup> Vorgangsdauer 2 min.

### 1.) Stichprobengröße vergrößern, um Einflussfaktoren zu bestimmen

Die Stichprobengröße von 33 Verdichtern in 15 Anlagen ist vergleichsweise gering und unter den Verdichtern zeigt sich eine signifikante Variabilität der Messwerte. Daher sollte die Stichprobengröße in Folgeprojekten vergrößert werden, um aussagekräftigere EF bilden zu können.

### 2.) Test weiterer Site-Level-Verfahren

In diesem Projekt kam als Site-Level-Verfahren eine Drohne zum Einsatz. Diese erscheint jedoch eher für komplexere Anlagen als geeignet. Generell befinden sich Site-Level-Verfahren noch in der Entwicklung und sind noch nicht breit verfügbar. Bei fortschreitender Entwicklung könnten in zukünftigen Messkampagnen aber auch andere Site-Level-Verfahren auf ihre Einsetzbarkeit hin geprüft werden.

### 3.) Hinweise für Netzbetreiber

Bei den Source-Level-Messungen in Biogaseinspeiseanlagen wurden Leckstellen festgestellt, die nicht gerochen werden konnten, da das Gas vor der Verdichtung nicht odoriert wurde. Es wird empfohlen zu prüfen, ob eine Odorierung vor der Verdichtung möglich ist oder alternativ fest installierte Gaswarngeräte eingesetzt werden können, um ggf. Leckstellen schneller zu erkennen. Die Problematik besteht auch bei Übernahmeregelanlagen, bei denen am Stationsausgang odoriert wird.

In einigen Fällen traten Emissionen im Projekt an Ausbläsern zutage und wurden auf SBV als Quelle zurückgeführt, die kurzzeitig Gas emittierten. Die Wahrscheinlichkeit des Auslösens hängt von der Größe des Pufferbehälters des Verdichters ab, wobei größere Pufferbehälter helfen können, diese Emissionen zu vermeiden. Des Weiteren sollte die Möglichkeit geprüft werden, bereits vorhandene, aber nicht benötigte SBV zurückzubauen, um potenzielle Emissionsquellen zu eliminieren.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen.....	3
2.1	Anlagen mit Verdichtern im Gasverteilnetz .....	3
2.1.1	Biogaseinspeiseanlagen .....	3
2.1.2	Rückspeiseanlagen .....	5
2.1.3	Anlagen zur Netzregulierung .....	6
2.1.4	CNG-Füllanlagen .....	6
2.2	Klassifizierung von Methanemissionen .....	6
2.2.1	Diffuse Emissionen .....	7
2.2.2	Ausblaseemissionen.....	7
2.2.3	Emissionen durch unvollständige Verbrennung .....	8
2.3	Kategorisierung von Messmethoden.....	8
2.3.1	Source-Level .....	8
2.3.2	Site-Level .....	8
2.4	Mögliche Messverfahren.....	8
2.4.1	Emissionsmessung nach EN 15446 bzw. EPA .....	9
2.4.2	IR-Kamera mit Quantifizierung.....	10
2.4.3	High Flow Sampler .....	11
2.4.4	Mobile Plattform: Fahrzeugbasierte Messung .....	11
2.4.5	Mobile Plattform: Drohne .....	13
2.4.6	Tracer-Methode .....	14
2.4.7	Inverse Dispersionsmodellierungsmethode.....	15
2.4.8	Absaugmethode .....	15
2.5	Potenzielle Einflüsse auf die Methanemissionen bei Verdichtern.....	16
2.5.1	Anlagenart .....	16
2.5.2	Anlagengröße .....	16
2.5.3	Verdichterart.....	16
2.5.4	Betriebsweise der Verdichter .....	19
2.5.5	Art der Dichtung.....	19
2.5.6	Antriebsart .....	19
2.5.7	Baujahr .....	19
2.6	Berechnung von Emissionsfaktoren.....	19
3	Methodik.....	21
3.1	Festlegung von Systemgrenzen.....	21
3.2	Kategorisierung von Verdichtern.....	21
3.3	Auswahl des Messverfahrens .....	23
3.3.1	Auswahl des Source-Level-Verfahrens .....	23
3.3.2	Auswahl des Site-Level-Verfahrens .....	23
3.4	Auswahl der Anlagen.....	24
3.4.1	Stichprobengröße nach OMGP.....	27
3.4.2	Standorte der Anlagen.....	27
3.5	Vorbereitung der Messungen.....	28
3.6	Auswertung.....	28
4	Ergebnisse .....	29

4.1	Ergebnisse der Messungen .....	29
4.1.1	Ergebnisse der Source-Level-Messungen .....	29
4.1.2	Ergebnisse der Site-Level-Messungen .....	34
4.2	Weitere Emissionen (Ausblasemissionen bei Wartungen) .....	37
4.3	Weitere Emissionen (Störungen) .....	38
5	Interpretation und Diskussion .....	39
5.1	Emissionen an Ausbläsern .....	39
5.2	Potenzielle Einflüsse auf die Methanemissionen von Verdichtern .....	39
5.2.1	Anlagenart .....	39
5.2.2	Anlagengröße .....	40
5.2.3	Verdichterart .....	41
5.2.4	Betriebsweise der Verdichter .....	42
5.2.5	Art der Dichtung .....	42
5.2.6	Baujahr .....	42
5.3	Vergleich von Source- und Site-Level-Messung und Ablesewerten .....	43
5.4	Herausforderungen bei den Drohnenmessungen .....	45
5.5	Herausforderungen bei den Messungen von „The Sniffers“ .....	46
5.6	Emissionsfaktoren .....	46
5.7	Erläuterungen zur Befüllung des OGMP-Templates .....	47
5.7.1	Diffuse Emissionen .....	47
5.7.2	Ausspülen und Ausblasen .....	47
5.7.3	Pneumatische Geräte .....	47
5.7.4	Gasanalysegeräte .....	48
5.7.5	Dichtungen der Verdichtereinheiten .....	48
5.7.6	Ausblasen bei Start/Stop .....	48
5.7.7	Störungen .....	48
5.7.8	Unvollständige Verbrennung .....	48
5.7.9	Sonstiges .....	48
6	Handlungsempfehlungen und Ausblick .....	49
6.1	Planung, Durchführung und Auswertung von Messungen .....	49
6.2	Hinweise für Netzbetreiber .....	49
6.3	Folgeforschung .....	50
7	Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes .....	51
8	Glossar .....	53
9	Literaturverzeichnis .....	55
10	Abbildungsverzeichnis .....	59
11	Tabellenverzeichnis .....	61
Anhang	62	