



*Energiegase:  
Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase.*

## **TEIL 12 – Methanemissionen**

WS 2023/24

Ruhruniversität Bochum

Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

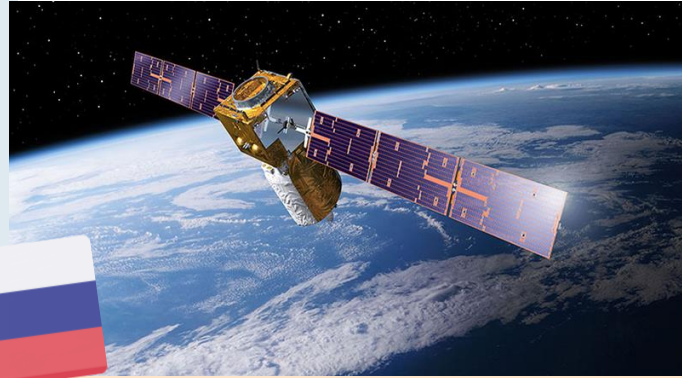
# Methanemissionen der russischen Gasinfrastruktur bieten Angriffsfläche für deutsche NGOs

NGOs kritisieren die **Verlässlichkeit** von russischen Daten zu Methanverlusten

Der Vorwurf: es wird **nicht richtig gemessen** und das Problem kaschiert

Man will daher mit **Satellitenmesstechnik** das vermeintliche Ausmaß darstellen

Forderungen nach einer **Grenzsteuer** auf Methanverluste werden immer lauter



- Auch das Projekt **Nordstream 2** ist in der Kritik. Die Deutsche Umwelthilfe fordert einen Baustopp aufgrund antizipierter hoher Methanverluste
- Durch schmelzende Permafrostböden **in Sibirien freigesetztes Methan** lenken zusätzliche Aufmerksamkeit auf die Klimawirksamkeit von Methan

Zur Klageschrift



# Doch auch deutschen Daten wird misstraut

Der *Environmental Defense Fund* (EDF) und die Universität Utrecht haben mit neuen Messtechnologien den **Methanschlupf in Hamburg** ermittelt.

 [Zum EDF-Positionspapier](#)



**SPIEGEL** Wissenschaft

## "Gasspürer" suchen nach Lecks

Insgesamt rund 286 Tonnen Methan gelangen jährlich allein über das Hamburger Gasnetz in die Atmosphäre, haben die Forscher ermittelt. Das entspricht gut 24.600 Tonnen CO<sub>2</sub>, wenn man die Klimawirkung des Methans über zwanzig Jahre betrachtet.

Rechnet man die Daten aus Hamburg auf das Bundesgebiet hoch, kommt man auf Emissionen in einer Größenordnung von 1,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Die Arbeit des Forscherteams wurde vom Uno-Umweltprogramm Unep, von der EU sowie vom EDF finanziert. Sie befindet sich derzeit im Peer-Review-Prozess.

Hinter der Studie verbirgt sich eine gute Nachricht: Mit dem Aufspüren und Abdichten der Lecks lässt sich mit vergleichsweise wenig Aufwand viel für den Klimaschutz gewinnen.

Die Gasnetzbetreiber bemühen sich zwar, Lecks zu finden und zu schließen. Das städtische Unternehmen Gasnetz Hamburg, das für die Leitungen in der Hansestadt zuständig ist, beschäftigt acht "Gasspürer". Sie laufen jedes Jahr rund ein Drittel des 7900 Kilometer langen Rohrnetzes mit hochempfindlichen Sonden ab, teilt ein Unternehmenssprecher mit.

Der weit getaktete Prüfrhythmus der Gasspürer führt allerdings dazu, dass Methan im ungünstigsten Fall mehrere Jahre lang ungehindert in die Atmosphäre entweichen kann.

# Auch wissenschaftliche Institute bemängeln bestehende Datensätze

So moniert das Potsdamer *Institute for Advanced Sustainability Studies* (IASS):



Der **Mangel an Daten zu Methanemissionen in Gassystemen** weltweit bedingt, dass die Klimabilanzen der unterschiedlichen europäischen Gasquellen [...] nicht eindeutig sind. [...]

Unserer Ansicht nach ist dies zum einen auf die ausgeprägten Unsicherheiten zurückzuführen, die aus den **uneinheitlichen Methoden** resultieren, zum anderen auf die **unsachgemäßen Berichte und Messungen** sowie **Wissenslücken** im Hinblick auf Methanemissionen während der Gasproduktion, die noch immer nicht geschlossen werden konnten.

[Zum IASS-Papier](#)

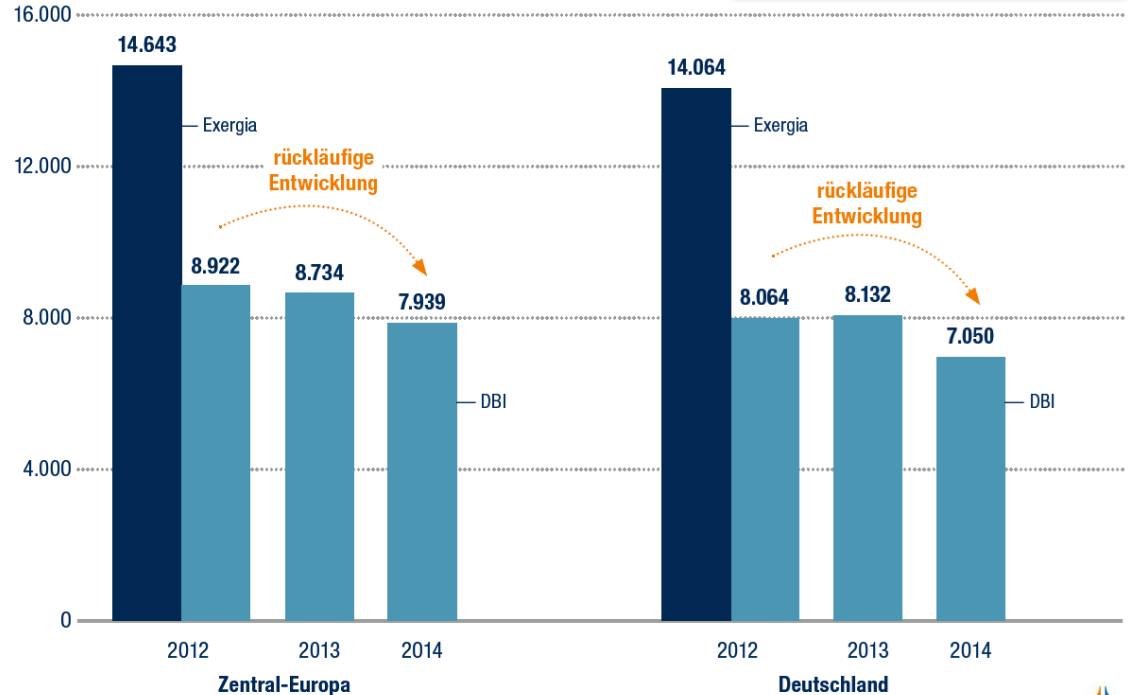




# Auf der EU-Ebene haben unterschiedliche Datensätze bereits zu wissenschaftlichem Konflikt geführt

1000 g pro GJ entspricht  
3,6 g pro kWh

g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/ GJ




► So **widerspricht** etwa das **DBI** den Methanemissions-Daten **einer Studie des Instituts Exergia**, die von der EU-Kommission beauftragt wurde.

► In Wahrheit seien die **Methanemissionen** der Gaswirtschaft für Zentral-Europa und Deutschland viel **geringer als angenommen**.

► Der Grund: Die **Exergia-Studie** habe **veraltete Eingangsdaten** für den Gastransport bis zur Grenze von Deutschland sowie für den Gastransport und die Gasverteilung innerhalb Deutschlands verwendet.

► Die Bewertung der Exergia-Studie durch das DBI wurde **vom Umweltbundesamt (UBA)** wiederum **überprüft und bestätigt**.

Zur DBI-Studie geht es hier 

# Methanemissionen werden nun auch verstärkt in den Medien und sozialen Medien aufgegriffen

**Constantin Zerger**  
@ConstZerger

Unsere #Gas-Netze sind löchrig, es entweicht weitaus mehr klimaschädliches #Methan als gedacht. Dies ist das Ergebnis einer neuen Studie unserer Partner vom @EDFEnergyEX. Die Lecks müssen geschlossen werden - und fossiles #Erdgas darf keine Zukunft haben!



**Klimawandel durch Methanlecks: Kleine Löcher, großer Schaden - DER SPIEGEL - ...**  
Eine neue Studie zeigt, dass aus den Gasnetzen der Städte viel Methan in die Atmosphäre entweicht. Das Gas schädigt das Klima weitaus mehr als Kohlendioxid.  
🔗 [spiegel.de](https://www.spiegel.de)

1:41 nachm. · 20. Aug. 2020 · [Twitter Web App](#)

14 Retweets · 2 Zitierte Tweets · 34 Gefällt mir-Angaben

INTERVIEW MIT CHRISTIAN BUSSAU, GREENPEACE

## "METHANLECKS IN DER NORDSEE SIND BESORGNISERREGEND"

GAS & WÄRME · Add-on · 19.08.2020 · 14:19




Die Bohrplattform ist längst weg, aber immer noch sprudelt Methan aus dem Meeresboden. (Foto: Greenpeace)

Hamburg (energate) - Die Umweltorganisation Greenpeace dokumentiert mit ihrem Forschungsschiff Esperanza Methan-Lecks und Ölverschmutzungen in der Nordsee. Ihr Schwesterschiff Rainbow Warrior hat unterdessen einen Ölteppich in der Nähe der BP-Plattform "Andrew" entdeckt und am 18. August vier Aktivisten zur Ölplattform "Dan Bravo" in dänische Gewässern gebracht. Mit der Besetzung fordern sie ein sofortiges Verbot jeder weiteren Erschließung von Öl und Gas in Dänemark. energate sprach mit dem Biologen Christian Bussau, der sich seit 1994 bei Greenpeace für das Thema engagiert und selbst noch diese Woche an Bord der Esperanza gehen wird.

energate: Herr Bussau, was bezwecken Sie mit dem Einsatz der beiden Schiffe in der Nordsee?

**DER SPIEGEL**  
@derspiegel

Die Deutsche Umwelthilfe will Nord Stream 2 nachträglich die Betriebserlaubnis entziehen lassen. Nach Darstellung des Vereins tritt aus der Pipeline unkontrolliert das Klimagas Methan aus.



**Umwelthilfe will Nord Stream 2 mit Klage stoppen - DER SPIEGEL - Wirtschaft**  
Die Deutsche Umwelthilfe will Nord Stream 2 nachträglich die Betriebserlaubnis entziehen lassen. Nach Darstellung des Vereins tritt aus der Pipeline unkontrollie...  
🔗 [spiegel.de](https://www.spiegel.de)

4:46 nachm. · 5. Aug. 2020 · [TweetDeck](#)

12 Retweets · 5 Zitierte Tweets · 59 Gefällt mir-Angaben

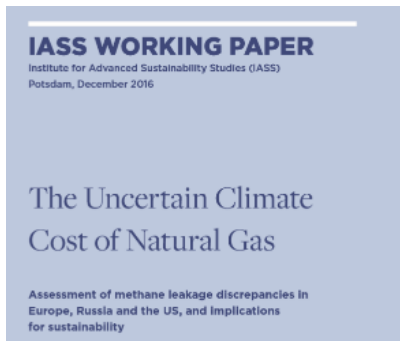


März 2016



Quelle: <http://www.transportenvironment.org/press/natural-gas-vehicles-expensive-ineffective-way-cut-car-and-truck-emissions-not-bridge-fuel>.

Dezember 2016



Quelle: [http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/wp\\_dec\\_2016\\_en\\_uncertain\\_climate\\_cost\\_of\\_natural\\_gas.pdf](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/wp_dec_2016_en_uncertain_climate_cost_of_natural_gas.pdf)

November 2017



Quelle: [http://www.foeeurope.org/sites/default/files/extractive\\_industries/2017/can\\_the\\_climate\\_afford\\_europes\\_gas\\_addiction\\_report\\_november2017.pdf](http://www.foeeurope.org/sites/default/files/extractive_industries/2017/can_the_climate_afford_europes_gas_addiction_report_november2017.pdf)

Januar 2018

## Op-Ed: Natural gas is part of the climate problem, not the solution

BY KAREN GRAHAM 17 HOURS AGO IN ENVIRONMENT

LISTEN | PRINT

Quelle: <http://www.digitaljournal.com/news/environment/natural-gas-is-part-of-the-climate-problem-not-the-solution/article/513434>

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

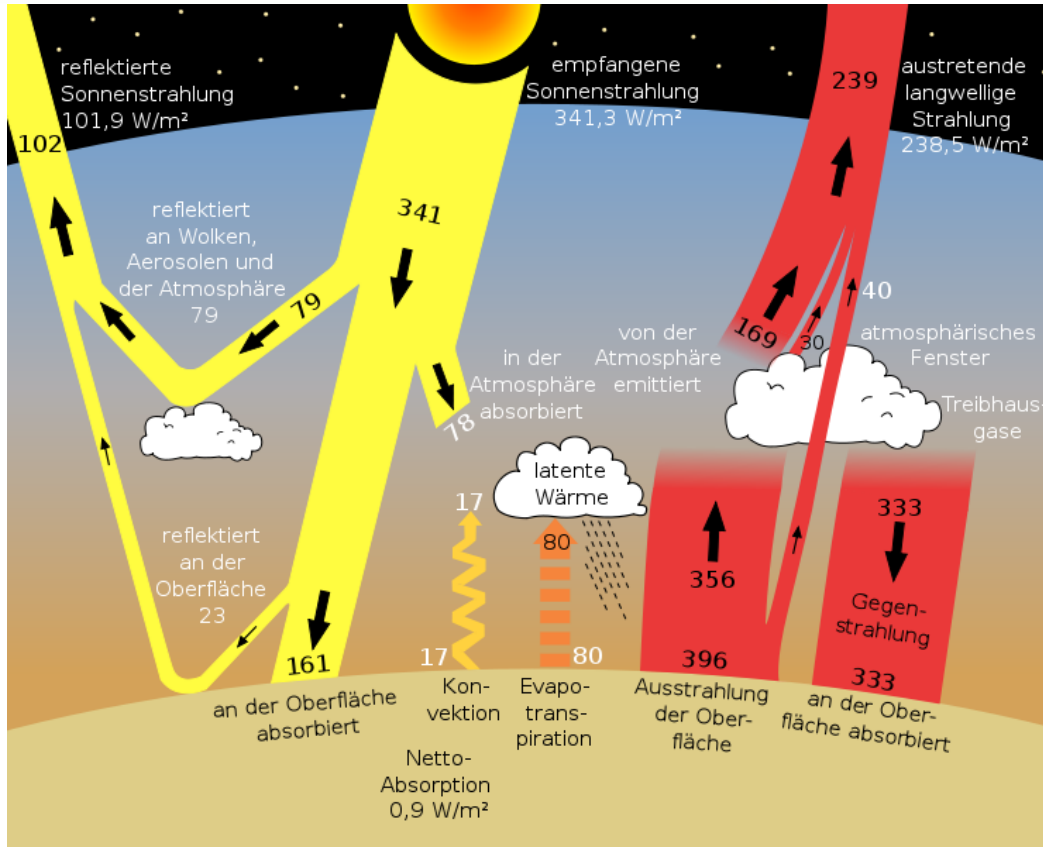
11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

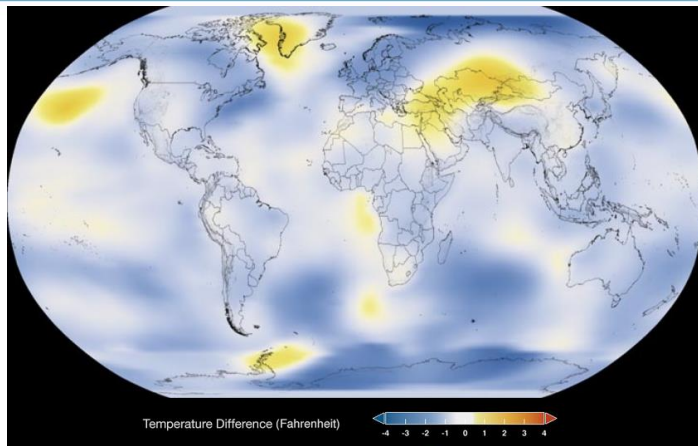
Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Treibhausgaseneffekt: Grundlagen



Quelle: Trenberth, Fasullo and Kiehl (2009): *Earth's global energy budget*. In: Bulletin of the American Meteorological Society, preprint [Kiehl and Trenberth 2009](#), based on [Kiehl and Trenberth 1997](#)

# Veränderung der globalen Durchschnittstemperaturen zwischen 1966 und 2016

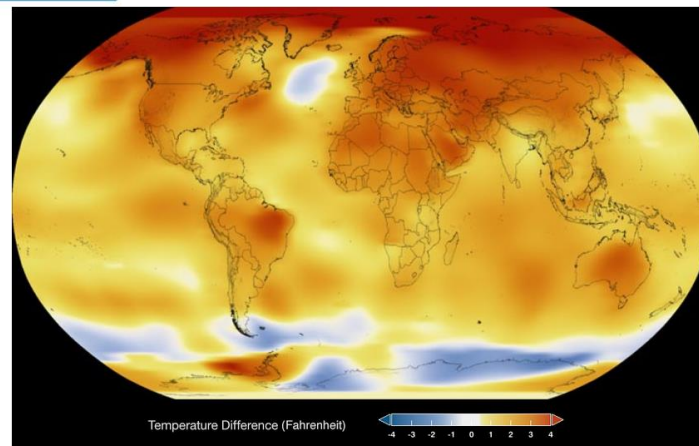


► 1884 ————— ◻ 2016

This color-coded map shows a progression of changing global surface temperatures since 1884. Dark blue indicates areas cooler than average. Dark red indicates areas warmer than average.

Data source: NASA/GISS  
Credit: NASA Scientific Visualization Studio

Quelle: [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/25/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/25/)



► 1884 ————— ◻ 2016

This color-coded map shows a progression of changing global surface temperatures since 1884. Dark blue indicates areas cooler than average. Dark red indicates areas warmer than average.

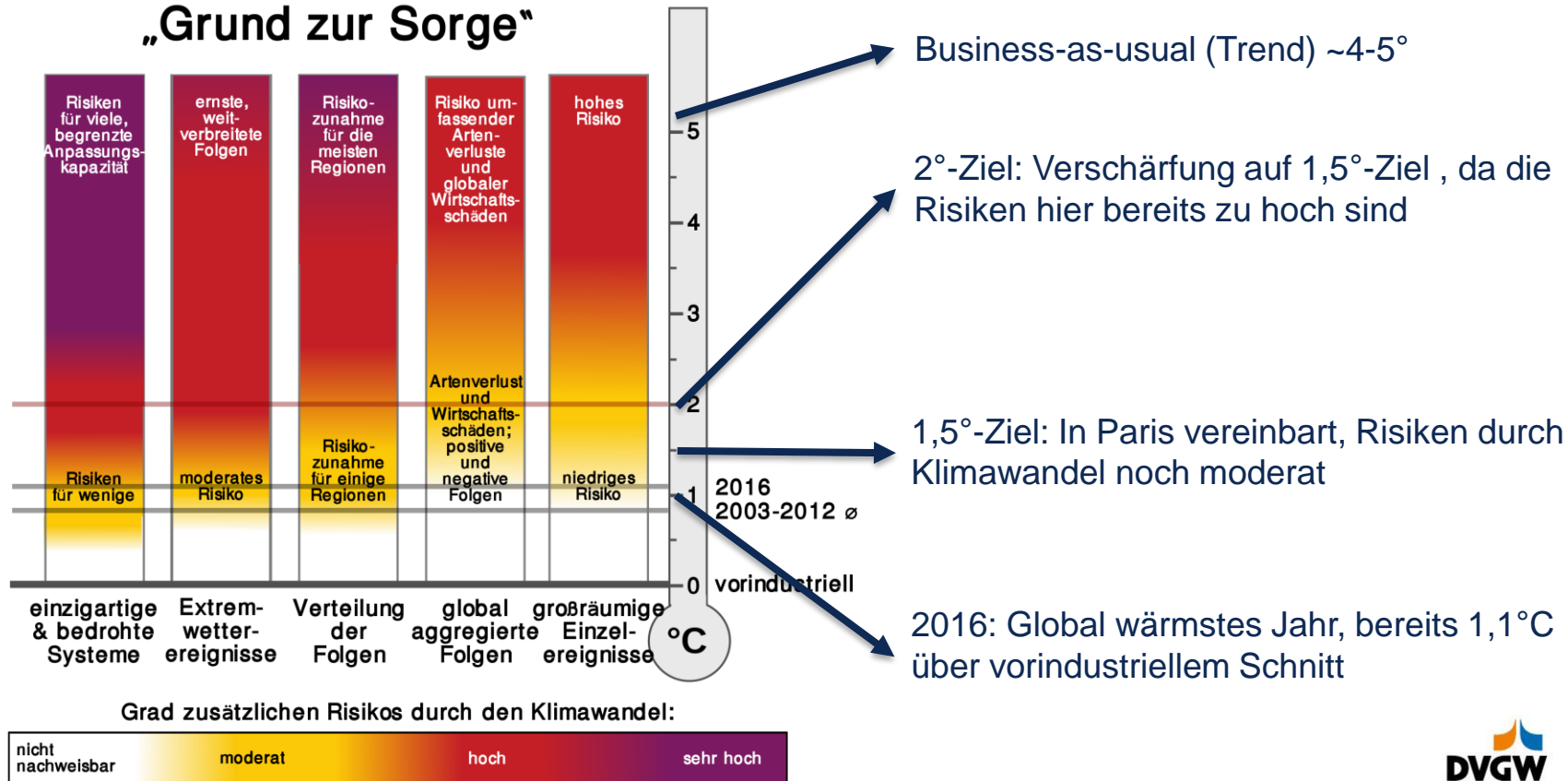
Data source: NASA/GISS  
Credit: NASA Scientific Visualization Studio

$\Delta 4^{\circ}$  Fahrenheit =  $\Delta 2,224^{\circ}$  Celsius

- 1966: Start der ersten Wetterbeobachtungssatelliten (ESSA-3)
- Derzeitige Durchschnittserwärmung etwa  $1,1^{\circ}\text{C}$  über vorindustriellem Niveau
- Erwärmung der Landmassen und Pole deutlich stärker als das globale Mittel

# Klimaschutz durch Sektorkopplung - Gasinfrastrukturen haben Potential zur Unterstützung der Erreichung des „Paris - 1,5°- Ziels“

## „Grund zur Sorge“

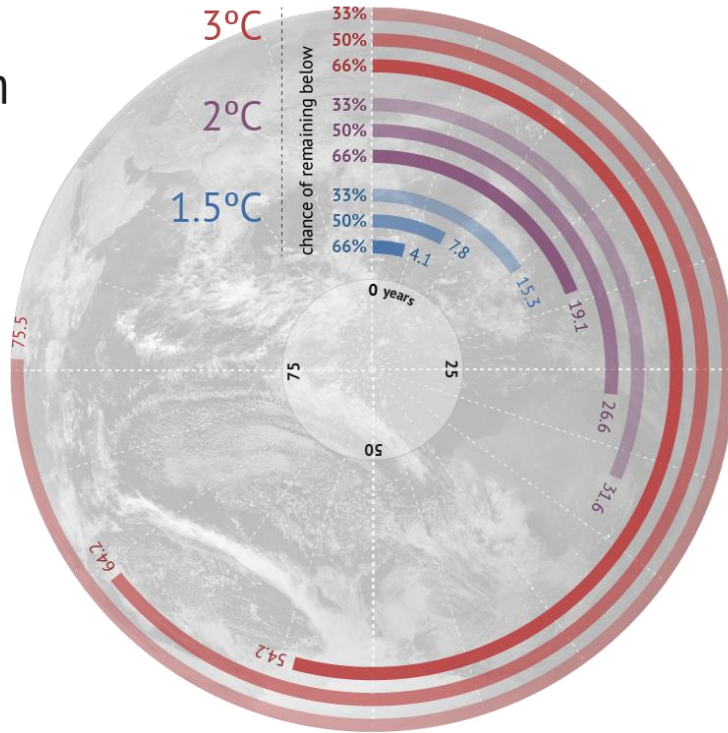




# Verbleibendes CO2-Budget (2017)

## Carbon Countdown

As of the start of 2017, how many years of current emissions would use up the IPCC's carbon budgets for different levels of warming?



<https://www.carbonbrief.org/analysis-four-years-left-one-point-five-carbon-budget>

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

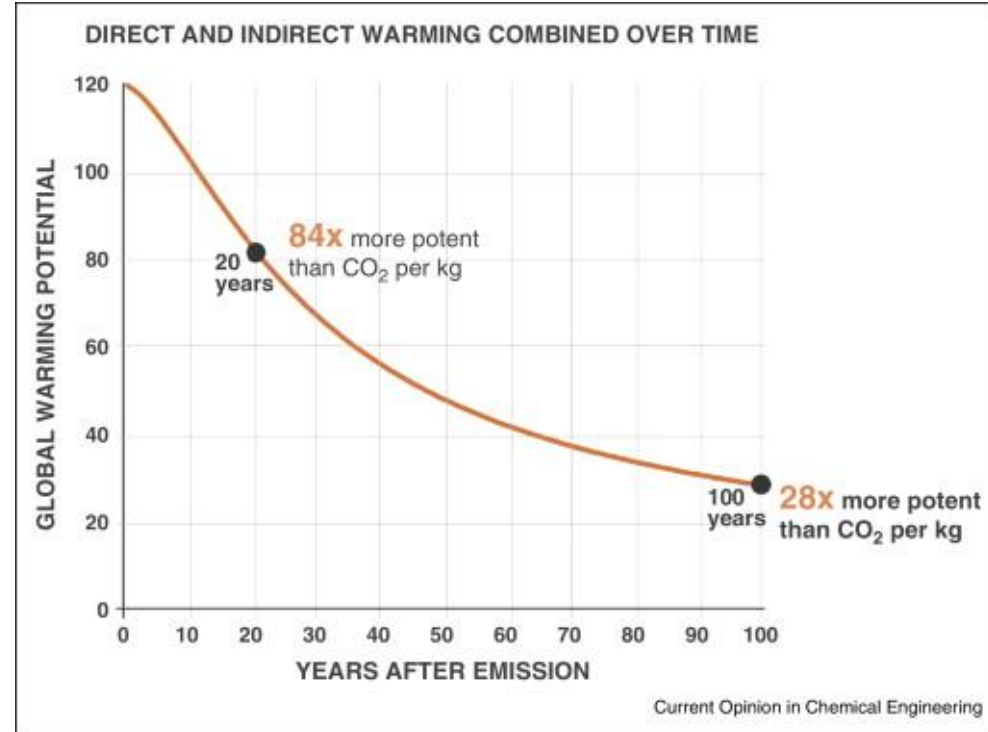
Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Global Warming Potential (GWP) von Methan

- Je nach Betrachtungszeitraum ändert sich das GWP, da Methan eine höhere Klimawirkung aber eine geringere Verweildauer in der Atmosphäre hat
- Der GWP 100 zur Bewertung der THG-Emissionen ist im wissenschaftlichen Diskurs üblich und wird für die Berichterstattung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) genutzt
- Das Umweltbundesamt und die UNFCCC sowie viele der derzeit verfügbaren Studien verwenden den Wert 25 für den GWP 100 von  $\text{CH}_4$  abhängig von den betrachteten Rückkopplungen gibt es auch andere Werte (z.B. 28, 32, 34)



Quelle: <https://www.carbonbrief.org/analysis-four-years-left-one-point-five-carbon-budget>

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

**Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre**

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

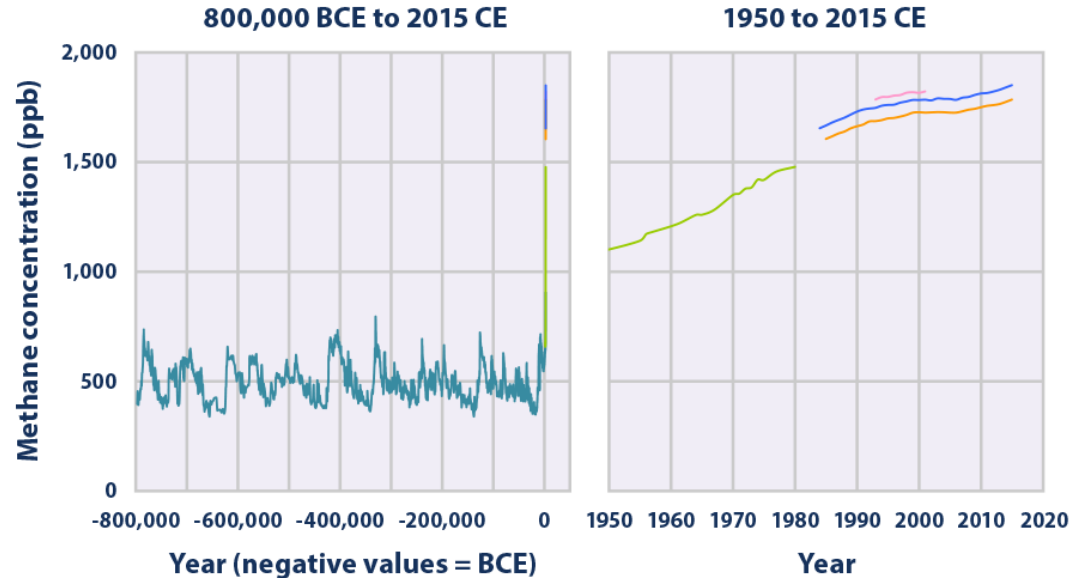
12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Gegenwärtige Konzentrationen von Methan in der Atmosphäre

Diese Abbildung zeigt die Konzentrationen von Methan in der Atmosphäre von vor Hunderttausenden von Jahren bis 2015, gemessen in Teilen pro Milliarde (ppb). Die Daten stammen aus einer Vielzahl von historischen Eiskernstudien und aktuellen Luftüberwachungsstandorten auf der ganzen Welt. Jede Linie repräsentiert eine andere Datenquelle.

Global Atmospheric Concentrations of Methane Over Time



Data source: Compilation of five underlying datasets. See [www.epa.gov/climate-indicators](http://www.epa.gov/climate-indicators) for specific information.

For more information, visit U.S. EPA's "Climate Change Indicators in the United States" at [www.epa.gov/climate-indicators](http://www.epa.gov/climate-indicators).

Quelle: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-atmospheric-concentrations-greenhouse-gases>



# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

**Methanemissionen: Herkunft und Mengen**

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

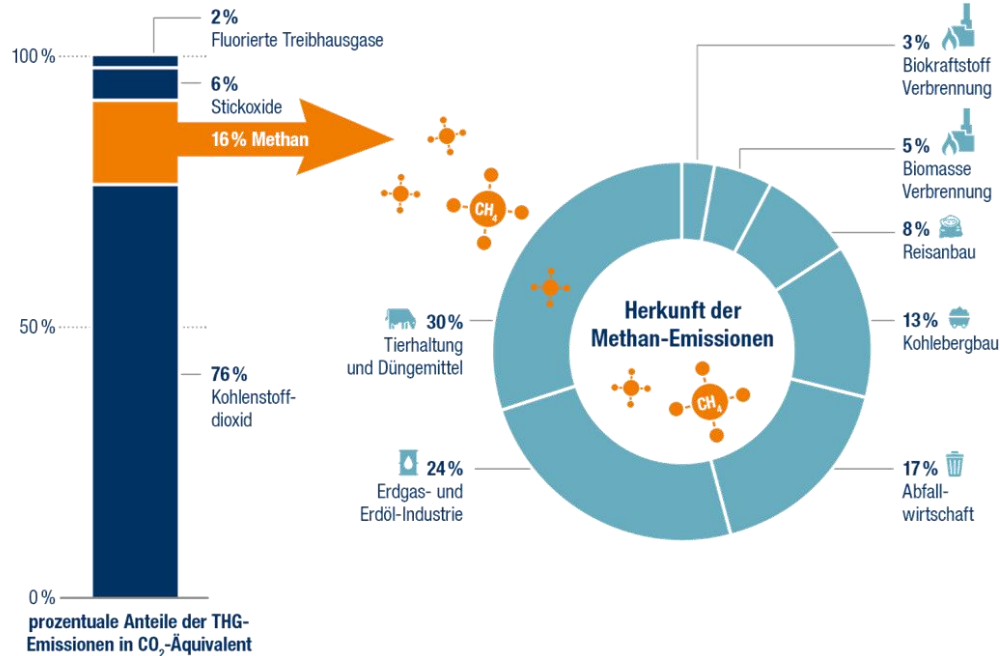
Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Methanemissionen: Aufteilung der globalen Emissionen

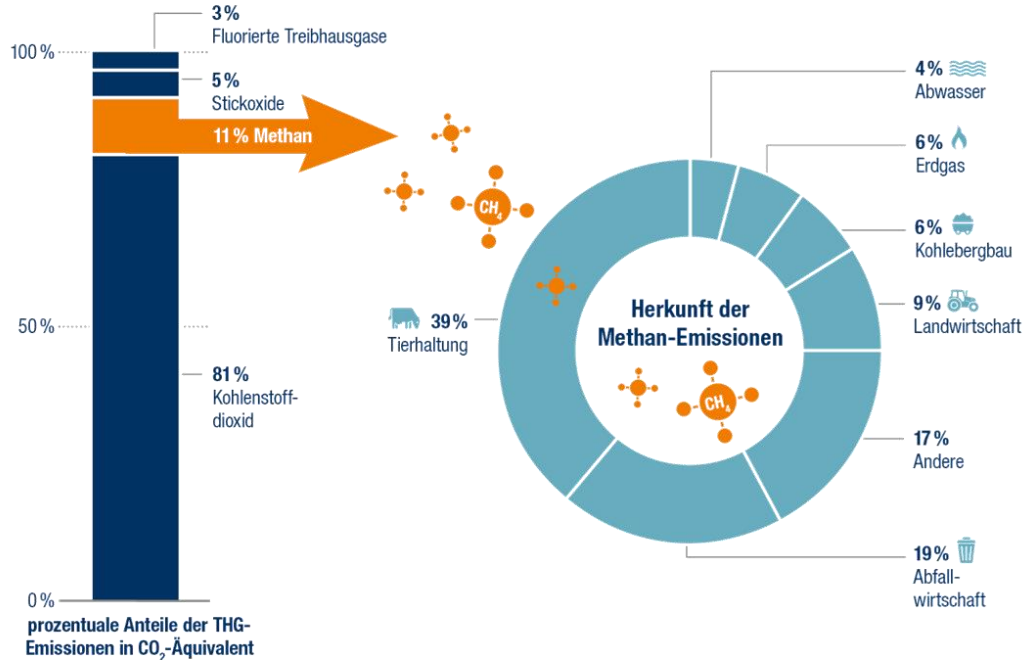
Anteil von Methan an globalen, anthropogenen THG-Emissionen (2012) und Herkunft der Methan-Emissionen



Quelle: International Gas Union (IGU)

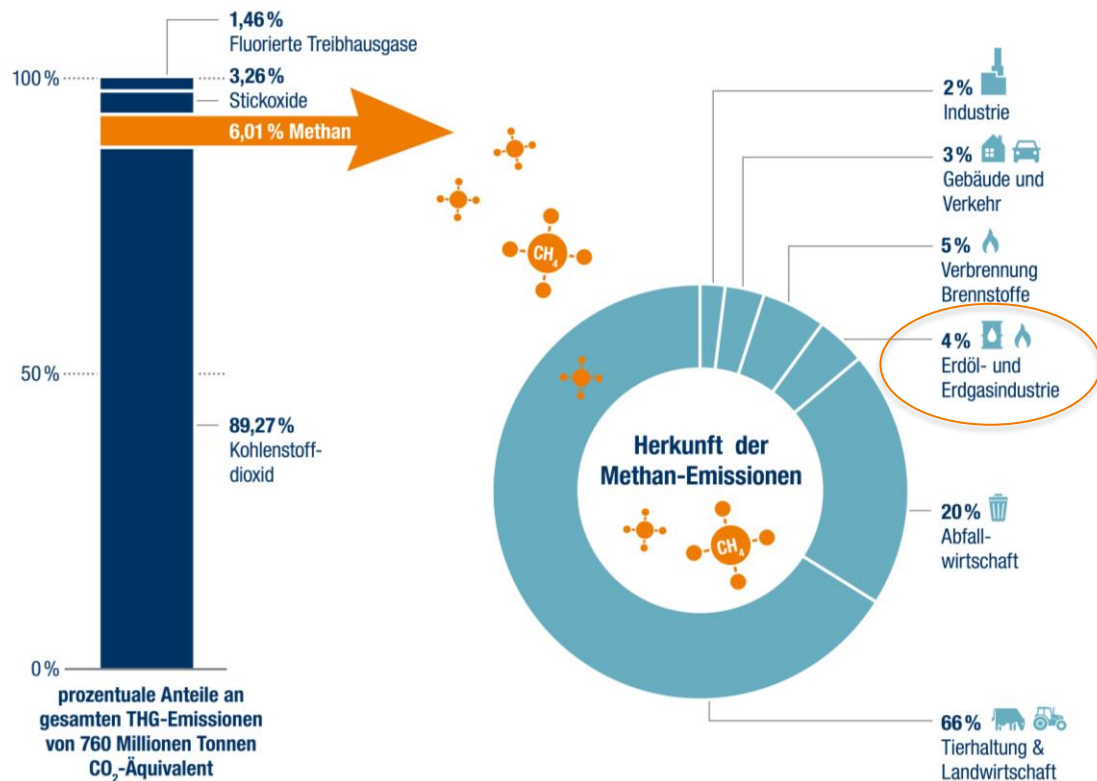
# Methanemissionen: Aufteilung der Emissionen in Europa

Anteil von Methan an europaweiten, anthropogenen THG-Emissionen (2016) und  
vHerkunft der Methan-Emissionen



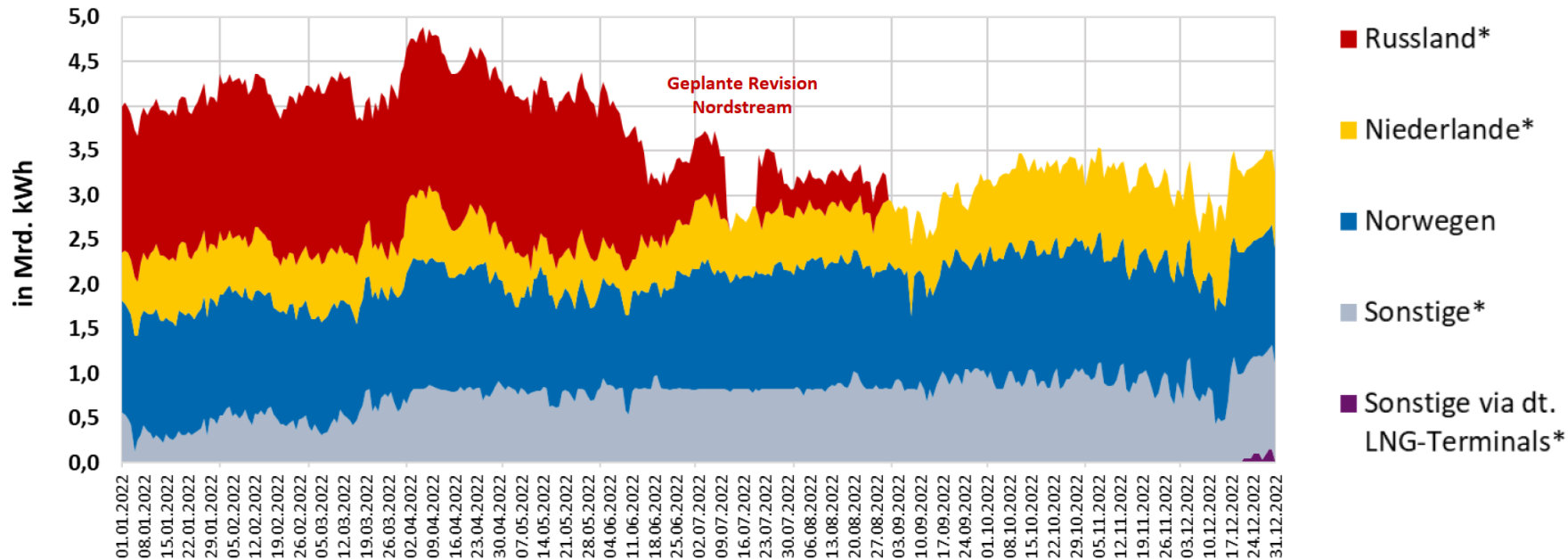
Quelle: European Environment Agency (EEA)

# Methanemissionen: Aufteilung der Emissionen in Deutschland (NIR 2023)



Damit sind 4% des methanbedingten Anteils von 6% am Anteil der Klimagase auf die Energiewirtschaft zurückzuführen, d.h. insgesamt nur 0,24%

# Gasflüsse nach Deutschland nach Herkunft des Erdgases bis einschließlich 2022

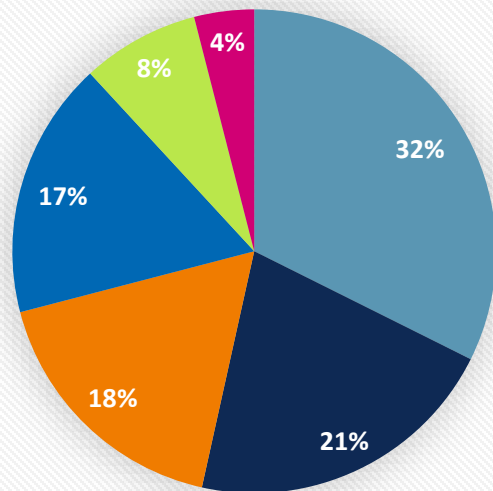


Quelle: Erdgasdaten aktuell, BDEW, Bericht vom 2.11.2023 (Datenbasis: ENTSOE, FNB)

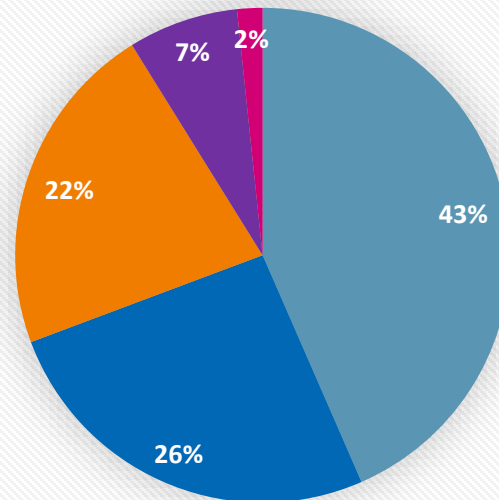


# Anteile des nach Deutschland importierten Gas

## Anteile in 2022

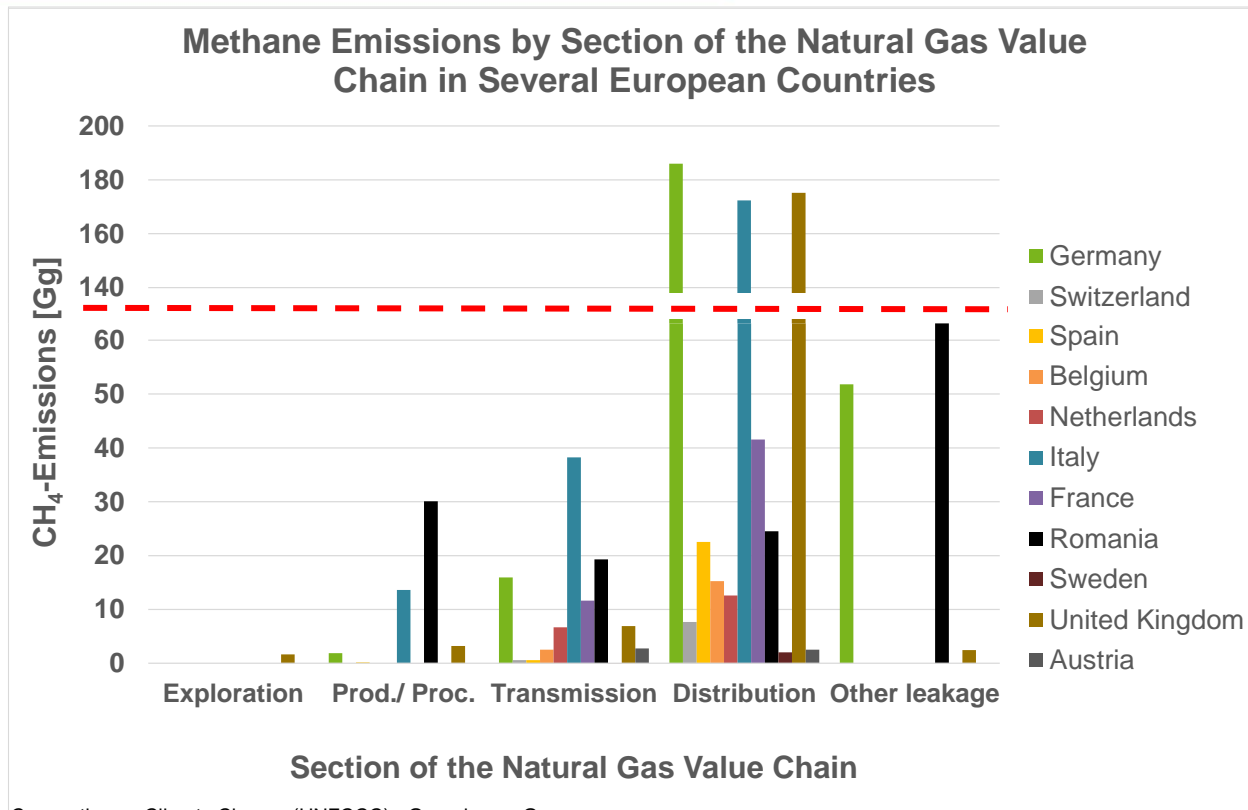


## Anteile in 2023



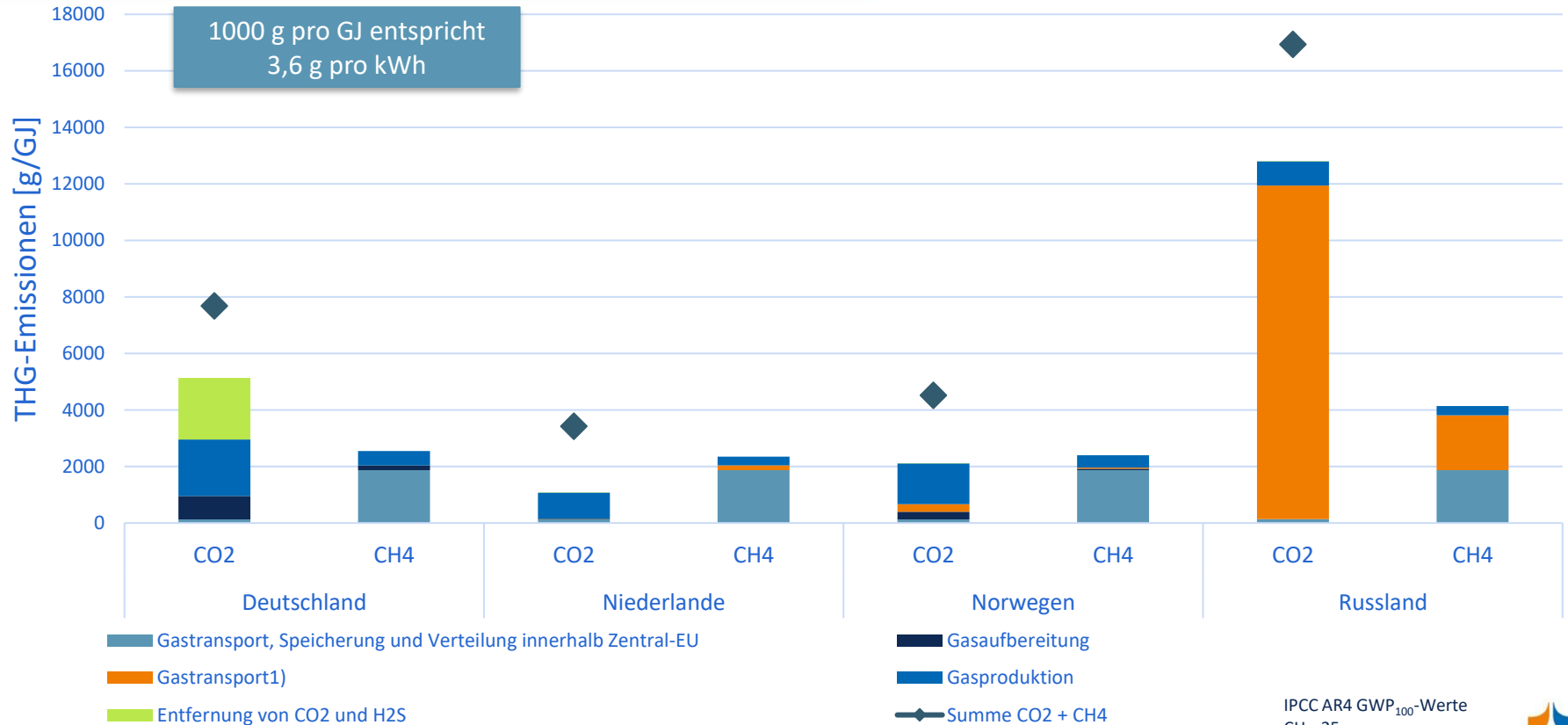
Quellen: [Bundesnetzagentur - Rückblick: Gasversorgung im Jahr 2022](#) und [Bundesnetzagentur - Rückblick: Gasversorgung im Jahr 2023](#)

# Verteilung der Methanemissionen über die Gasinfrastruktur



Quelle: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), „Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party,“ 2014. [Online]. Available: <http://unfccc.int/di/DetailedByParty/Event.do?event=go>. [Zugriff am 20.10.2015].

# Vorkettenemissionen von Erdgas nach Herkunftsland

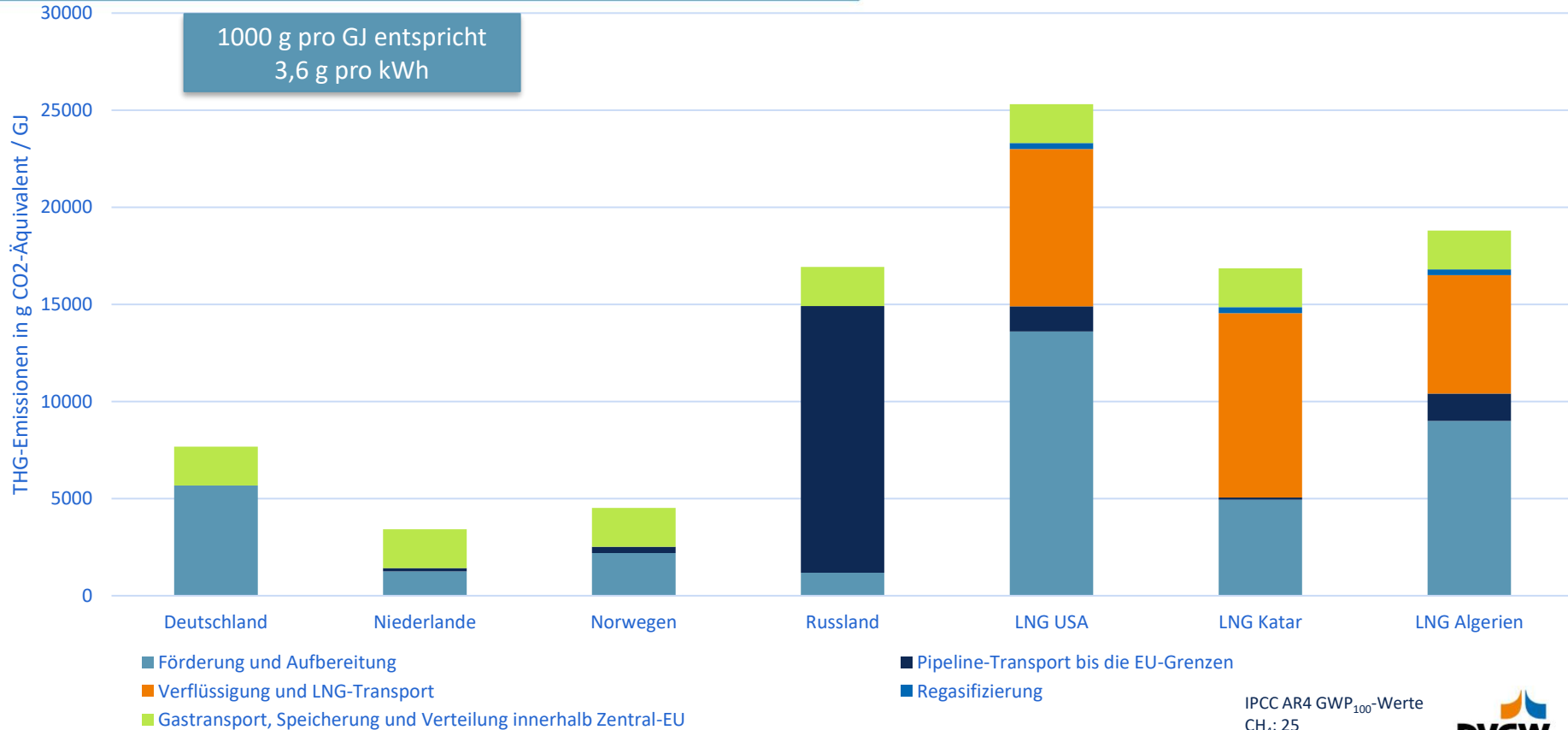


1) Gastransport bis zur Außengrenze von Zentral-EU (im Fall von Norwegen und Russland) oder in ein anderes Land in Zentral-EU (betrifft Deutschland und Niederlande, da das Produktionsland in Zentral-EU liegt).

IPCC AR4 GWP<sub>100</sub>-Werte  
 CH<sub>4</sub>: 25  
 Quelle: Zukunft Erdgas



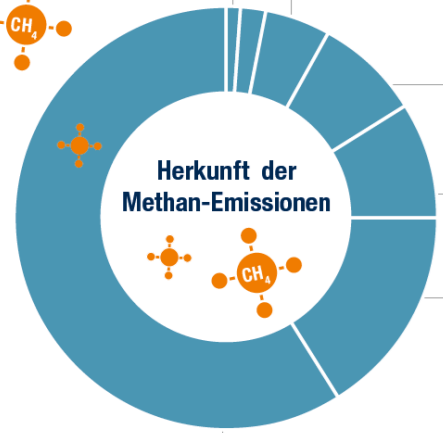
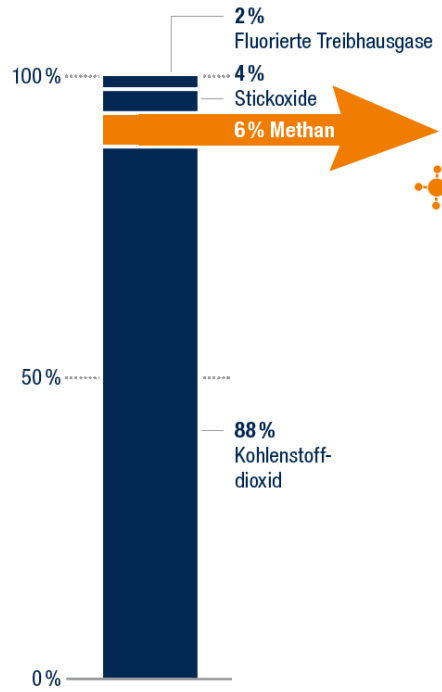
# Vorkettenemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten unterschiedlicher Herkunftsquellen



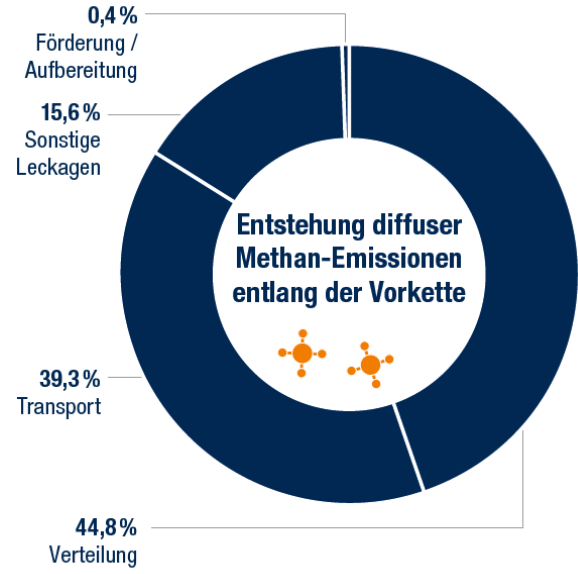
1) USA: Gasförderung 85% unkonventionell

IPCC AR4 GWP<sub>100</sub>-Werte  
CH<sub>4</sub>: 25  
Quelle: Zukunft Erdgas

# Methananteil der anthropogenen Treibhausgase (2017) und Quellen (innerhalb der deutschen Grenzen)



- 1% Industrie
- 5% Diffuse Emissionen Festbrennstoffe
- 8% Verbrennung Brennstoffe
- 9% Diffuse Emissionen Erdöl & Erdgas
- 17% Abfallwirtschaft
- 60% Tierhaltung & Landwirtschaft

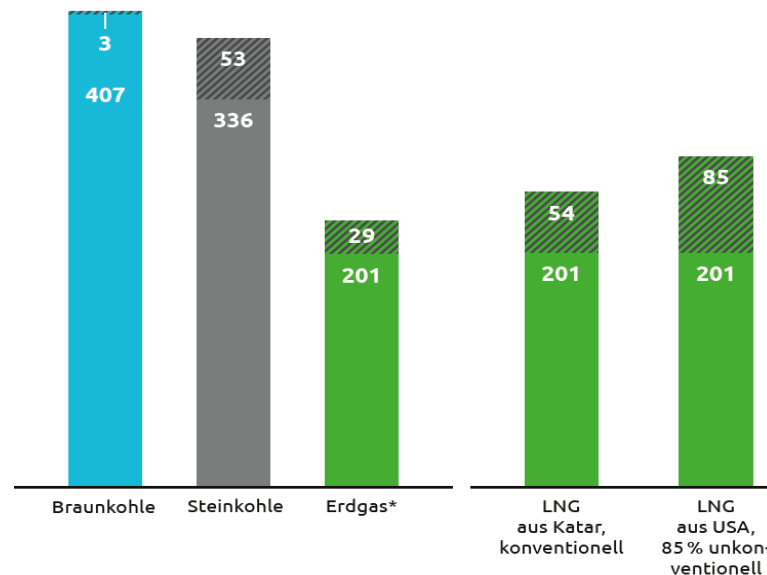


Quelle: Methan-Emissionen der Erdgas-Infrastruktur Daten, Fakten und Initiativen der Gasbranche, DVGW 2019; Vorkettenemissionen von Erdgas, Zahlen und Fakten zur Klimabilanz von leitungsgebundenem Erdgas und LNG, Zukunft Erdgas, 2019

# Emissionen verschiedener fossiler Energieträger einschließlich Methanemissionen

- Die gesamten Erdgasemissionen in der Lieferkette betragen  $18 \text{ g}_{\text{CO}_2\text{äq}}$  für die während der Produktion und des Transports benötigte Energie und  $11 \text{ g}_{\text{CO}_2\text{äq}}$  Methanemissionen entlang der Transportkette, einschließlich der Herkunft und des gesamten Lebenszyklus des Gases (DBI 2016).
- Dies wurde 2018 vom Bundesumweltamt als „plausibel und zuverlässig“ bestätigt. Kontinuierliche Forschung zu diesem Thema ist weiterhin erforderlich

Treibhausgasemissionen von Erdgas und anderen fossilen Energieträgern in Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Kilowattstunde



Sources: emissions from combustion: UBA (2019), Pre-chain coal: ifeu (2015), Pre-chain natural gas: DBI (2016)

\* leitungsgebundenes, in Deutschland verwendetes Erdgas

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

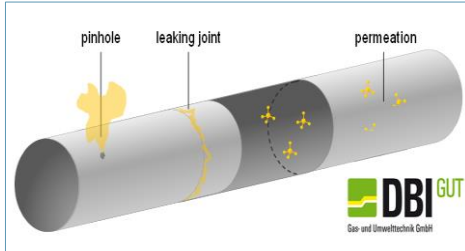
Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

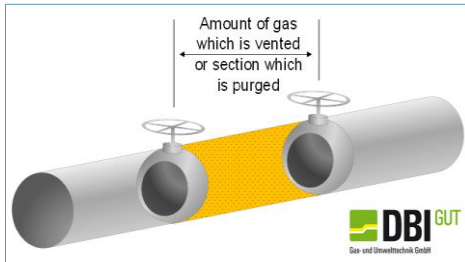


# Methanemissionen aus Gasnetzen (Kategorisierung)



## Kontinuierliche Methanverluste von Gasleitungen:

Hierbei handelt es sich um Emissionen, die im Regelbetrieb auftreten und typischerweise geringe Leckageraten aufweisen. Durch die dauerhafte Präsenz repräsentiert diese Kategorie jedoch oft den Großteil der Emissionen eines Gasnetzes. In diese Kategorie fallen Permeation bei Kunststoffrohren, Undichtigkeiten an Schweißnähten und Nadellöcher (z.B. in Folge von Korrosion).



## Operative Verluste:

Diese Kategorie beinhaltet alle Emissionen, die durch den planvollen Eingriff des Netzbetreibers in das Leitungssystem auftreten. Hierzu gehört die In- bzw. Außerbetriebnahme von Leitungsabschnitten ebenso wie reguläre Wartungs- und Reparaturarbeiten. Emissionen treten hier vor allem durch die notwendige Anwendung von Sicherheitsmaßnahmen, wie dem Spülen neuer Leitungen oder das Leeren von zu reparierenden Abschnitten, auf.



## Verluste durch Vorfälle:

Vorfälle sind als ungeplante Eingriffe in das Gasnetz, typischerweise durch das Handeln Dritter (z.B. Baggerschaden an Leitungen) oder Unfälle (z.B. Leitungsabriss durch Erdbeben, etwa in Folge von Überschwemmung), zu verstehen. Bedingt durch die tendenziell signifikante Größe der hier auftretenden Leckagen kann es, trotz geringer Zeiträume bis zur Absperrung und Reparatur der betroffenen Leitungsabschnitte, zu erheblichen Emissionen kommen. Glücklicherweise sind diese Ereignisse statistisch gesehen eher selten, so dass der Gesamtbeitrag zu den Emissionen überschaubar bleibt.

# Methanemissionen konnten in der Vergangenheit bereits signifikant reduziert werden.

## Leak Detection And Repair (LDAR)

- Maßnahmen sind Teil des DVGW-Regelwerks
- Einführung neuer Methoden zur Emissionsreduzierung



## Investitionen in die Gasinfrastruktur

- Milliarden schwere Investitionen in die Gasinfrastruktur
- Überarbeitung von Instandhaltungsregeln im Regelwerk



## Weiterbildung von technischem Personal

- Durch *BALSibau* konnten etwa Leitungsschäden im Rahmen von Tiefbauarbeiten deutlich reduziert werden

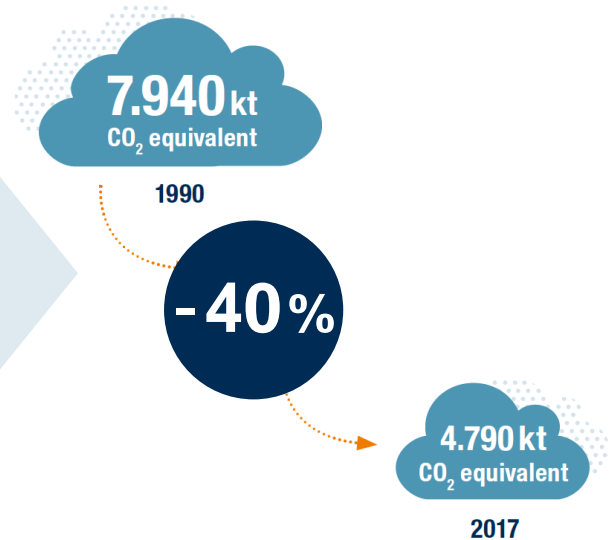


## Austausch von Graugussleitungen

- Substituiert durch moderne Leitungsmaterialien wie PE
- Signifikanter Rückgang von Unfällen / Methanemissionen.



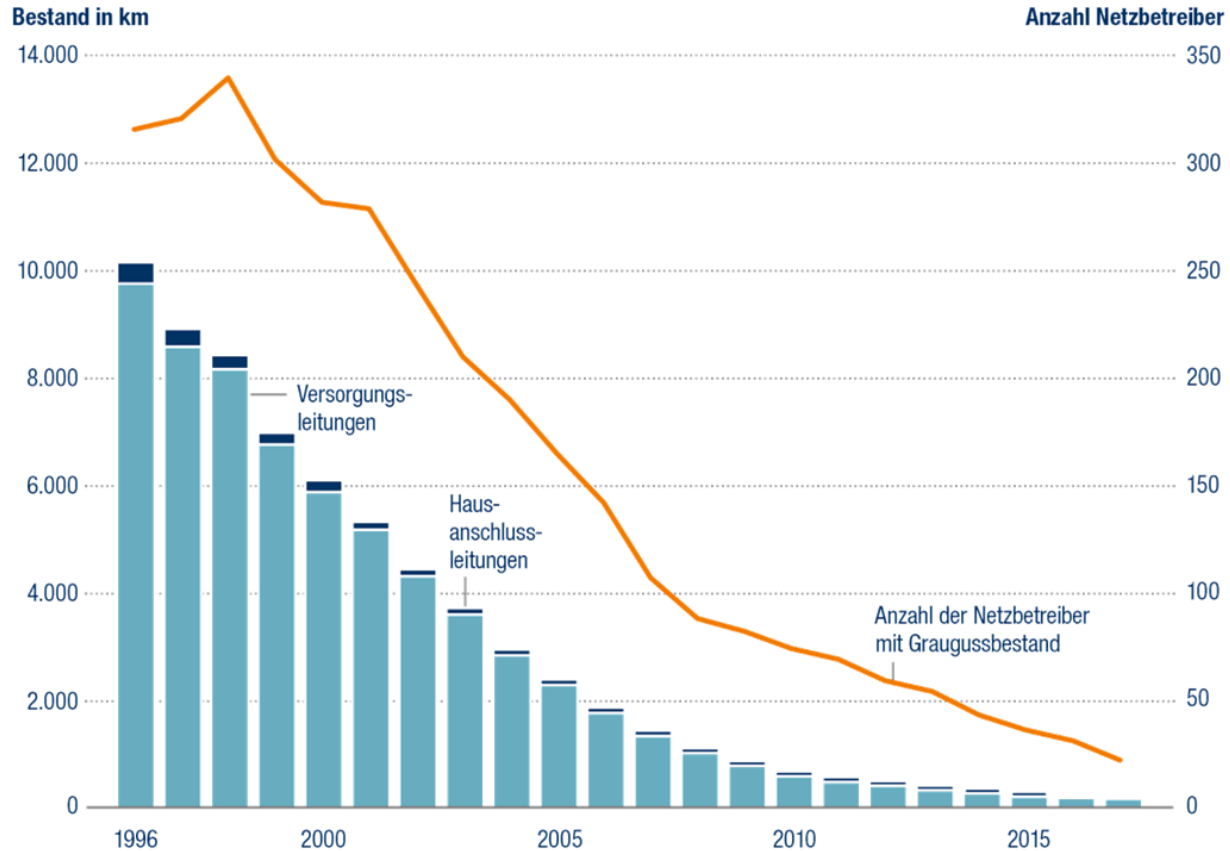
## Diffuse Methanemissionen\* der deutschen Erdgasinfrastruktur



Quelle: UNFCCC, Greenhouse Gas Inventory Data, Fugitive methane emissions from natural gas.

\* Methanemissionen die durch Produktion, Aufbereitung, Transport, Speicherung und Verteilung in die Atmosphäre emittiert wurden

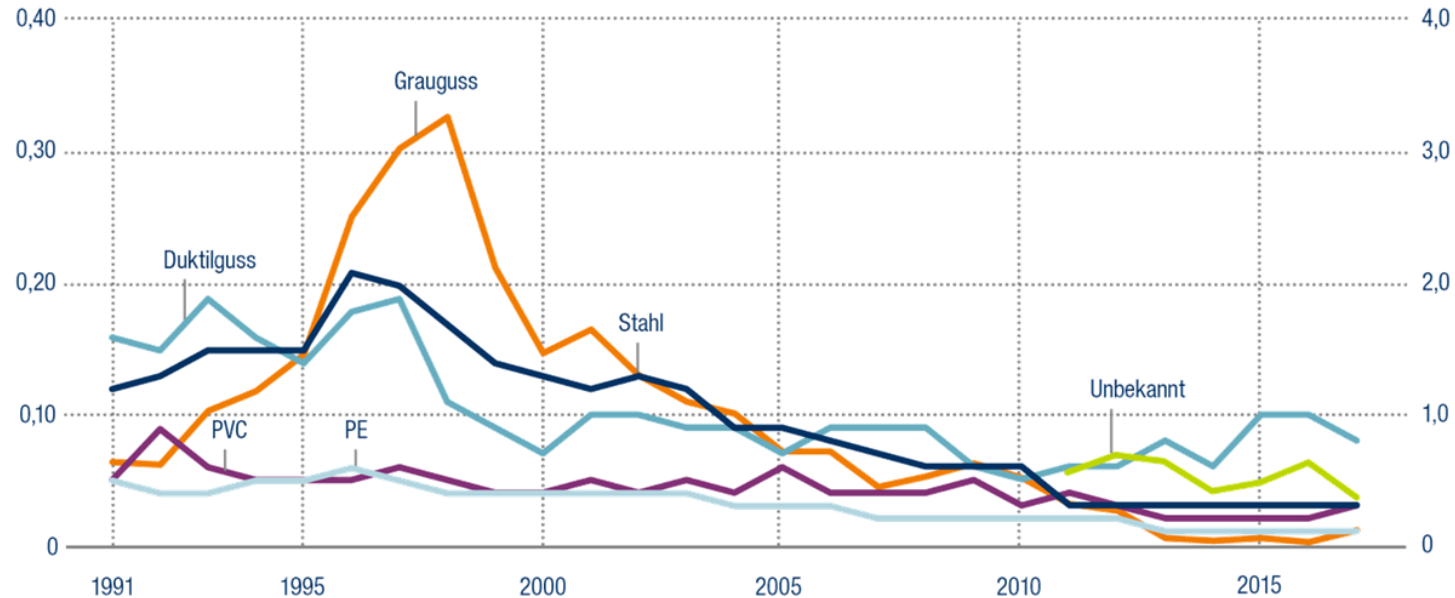
# Reduzierung des Graugussbestandes zwischen 1996 und 2017



# Entwicklung der meldepflichtigen Ereignisse nach Werkstoffgruppen

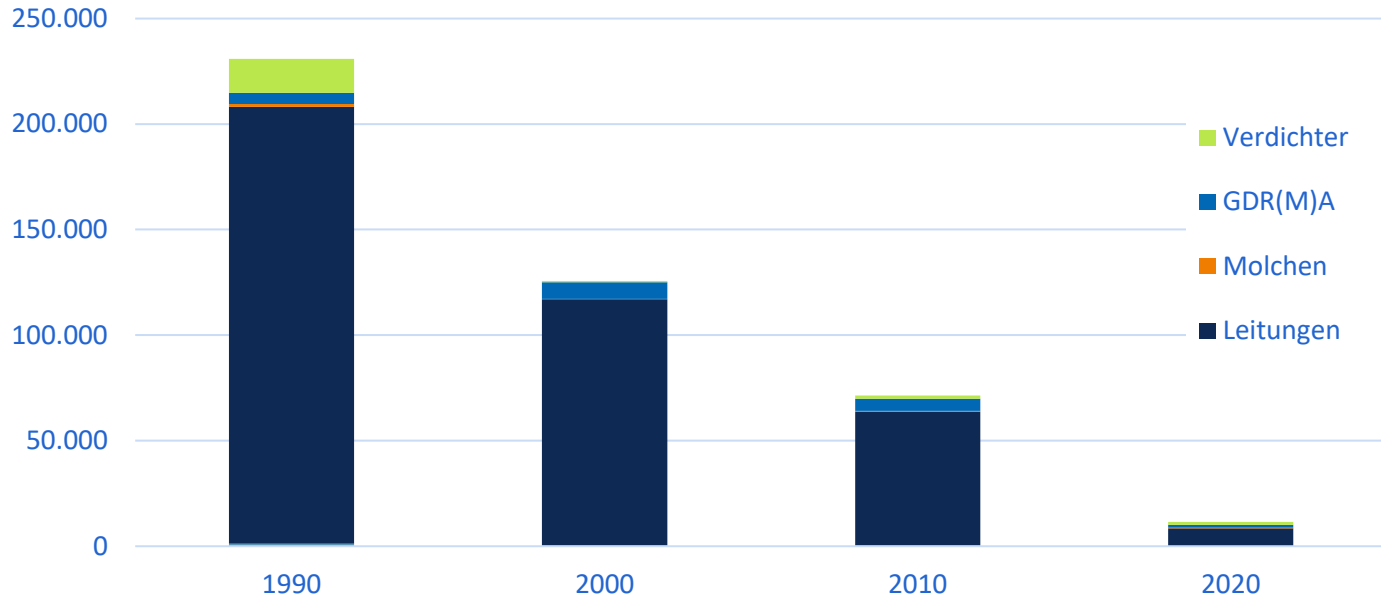
meldepflichtige Ereignisse  
pro km und Jahr

meldepflichtige Ereignisse  
pro km und Jahr (nur — Grauguss)



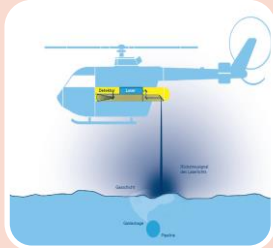
# Verminderung der Methanemissionen in der Gasverteilung (NIR 2023)

Methanemissionen in der Verteilung in tCO<sub>2</sub>



Quelle NIR 2023: Nationaler Inventarbericht, NIR 2023, DE, UBA - Umweltbundesamt

# Repertoire der technischen Maßnahmen zur Reduzierung von Methanschlupf (Auszug)



©OGE

## CH<sub>4</sub> Airborne Remote Monitoring (CHARM):

Detektion von Methanschlupf mittels laserbasiertem Screening von Leitungen aus der Luft



## Teppichsonden und Sniffer:

Erfassung von Leckagestellen durch bewährte Methoden, die bereits Teil des DVGW-Regelwerks sind.



©piqsels

## CH<sub>4</sub> AR-Brille:

In der Entwicklung: Detektion von Methanschlupf durch die Augmented-Reality-Technologie



©OGE

## Mobile Verdichter:

Umpumpen von Gas in andere Leitungssysteme während Reparaturarbeiten



## Mobile Fackeln:

Gezieltes Abfackeln von Gas während Ausblasevorgängen



## Vakuumpumpen:

Vermeidung von Spülemissionen bei der Inbetriebnahme von Leitungen

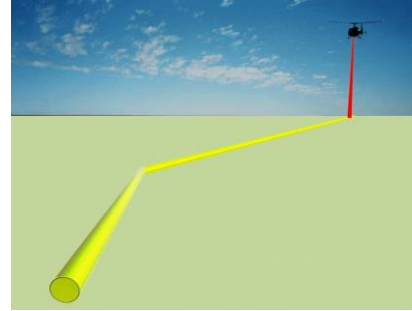
*D e t e k t i o n*

*R e d u k t i o n*

# Methandetektion mit CHARM®

## Laser Measurement Principle

- DIAL - Differential absorption Lidar
- Lidar - Light detection and ranging
- Methane absorption lines at  $1,6 \mu\text{m}$  –  $2,3 \mu\text{m}$  –  $3,3 \mu\text{m}$



## Sensitivität

Verwendet einen  $3,3 \mu\text{m}$  Laser und DIAL\*-Prinzip um Spuren von Methan zu detektieren

## Auto-Tracking

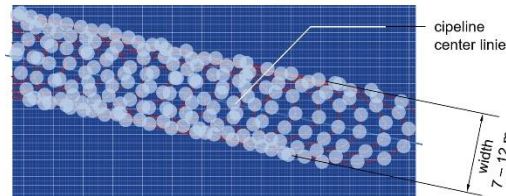
Gezielte Laserpulse auf die Mitte der Pipeline mit einer Genauigkeit von  $< 0,5 \text{ m}$

## Scanning

Verwendung eines Scanners, um mit Laserpulsen einen Korridor aufzuspannen – nicht nur eine Linie

## Zuverlässigkeit

Einziges System, das die Richtlinie G 501 des DVGW erfüllt





# Avoidance of methane emission: De-compression of a pipeline section using a mobile compressor unit



Mobile compressor (Source: Open Grid Europe, 2020)

# Avoidance of methane emission: De-compression of a pipeline section using a mobile flaring system

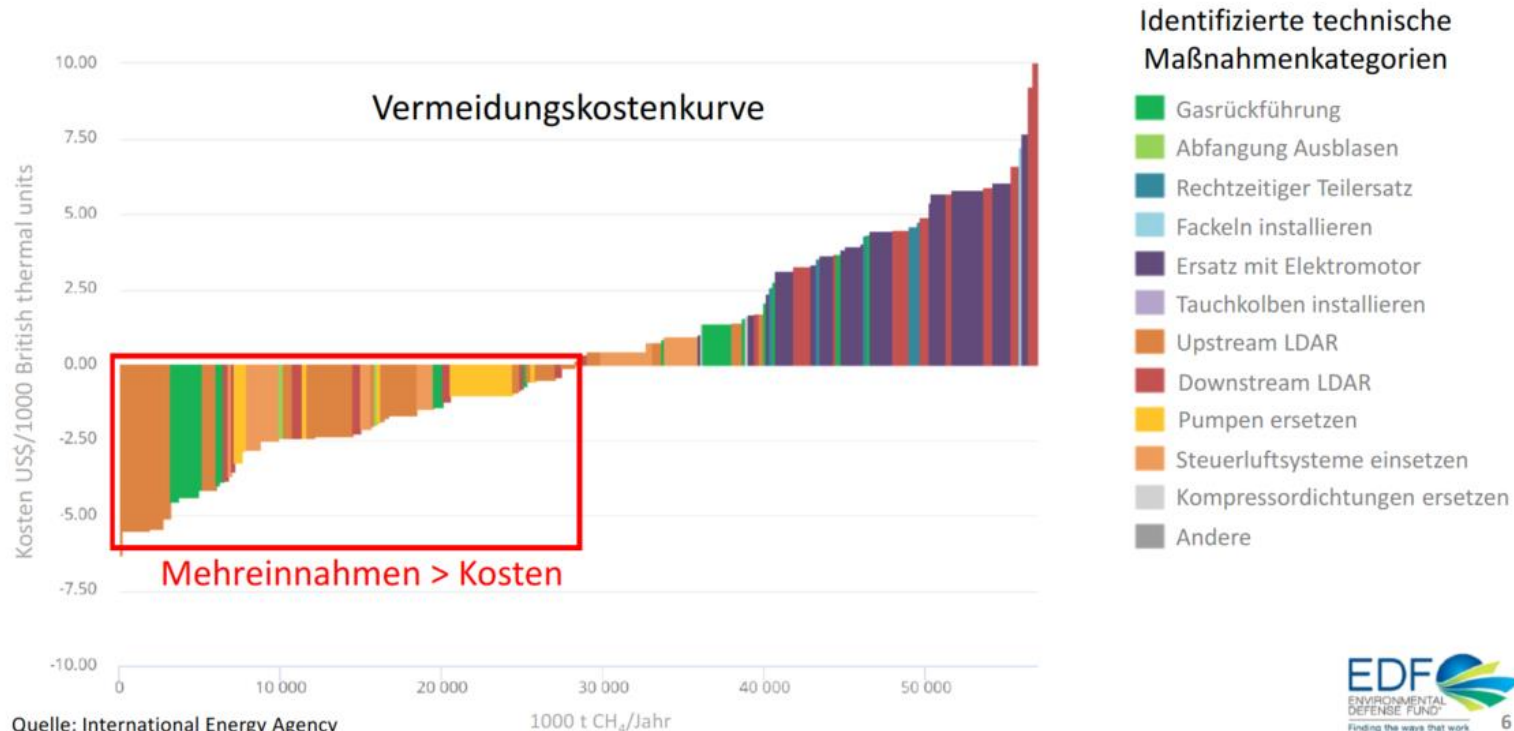


Mobile flaring unit (Source: Open Grid Europe, 2020)



# Avoidance of methane emission can pay for itself

75% Reduktion von CH<sub>4</sub> Emissionen aus Erdgasindustrie schon heute möglich

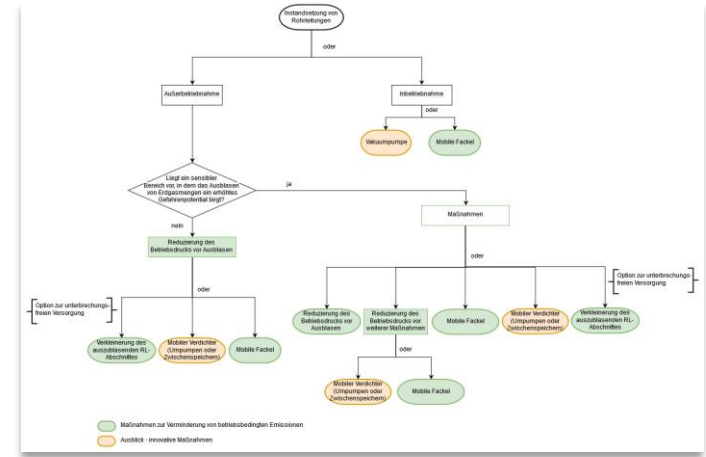


## Ziele:

- Erstellung eines Leitfadens für technische Maßnahmen, die im Netzbetrieb zur Reduzierung der Methanemissionen beitragen können, um den Trend der kontinuierlichen Reduzierung von Methanemissionen weiter fortzusetzen
- Identifizierung von Maßnahmen und deren Bewertung
- Hierzu gehören Maßnahmen
  - die bereits von den Netzbetreibern umgesetzt werden (z.B. das Setzen von Absperrblasen, um einen auszublasenden Rohrleitungsabschnitt soweit wie möglich zu verkleinern),
  - die Vorstellung innovativer Möglichkeiten, die in Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen können (z.B. Vakuumpumpen, die die Spülemissionen bei der Inbetriebnahme von Leitungen vermeiden können).

# ME-Red DSO - Erstellung eines Leitfadens mit Maßnahmen zur technischen Reduzierung von Methanemissionen im Gasverteilnetz

- Identifikation von „Top Maßnahmen“ zur Verminderung von Methanemissionen von Rohrleitungen und Gasdruckregel(mess-)anlagen des Gasverteilnetzes
  - Bereits etablierte Maßnahmen (z. B. Senkung des Betriebsdrucks durch nachgelagerte Abnehmer)
  - Innovative Maßnahmen (z.B. Einsatz einer Vakuumpumpe zur Vermeidung von Spülemissionen)
- Detaillierte Beschreibung der Maßnahmen inkl. Kennzahlen (z. B. Kostenindikator, Emissionsvermeidungspotenzial)
- Entscheidungshilfen für Netzbetreiber zur Vorauswahl einer Maßnahme
- Steckbriefe zu ausgewählten Maßnahmen



Entscheidungshilfe für Netzbetreiber



Steckbrief Mobile Fackel

## Identifizierung von Top-Maßnahmen:

Kategorie	Maßnahmen
Verminderung von betriebsbedingten Emissionen <sup>(1)</sup> an Rohrleitungen (RL)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Senkung des Betriebsdrucks durch nachgelagerte Abnehmer</li><li>• Abquetschen von RL (PE)</li><li>• Absperrblasen setzen</li><li>• Stopple-Verfahren</li><li>• Mobile Fackel</li></ul>
Verminderung von intrinsischen Emissionen <sup>(2)</sup> an RL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Austausch von Leitungen</li><li>• Lining / Rohr-in-Rohr</li><li>• Kathodischer Korrosionsschutz</li><li>• Druckmanagementsysteme</li><li>• Überprüfung von Gasrohrnetzen</li><li>• Gasströmungswächter (Emissionen bei Störungen)</li></ul>
Verminderung von Emissionen an GDR(M)A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zustandsorientierte Instandhaltung</li><li>• Ausbau von SBV</li><li>• Einsatz von Ultraschallmessgeräten</li></ul>
Neue, innovative Maßnahmen (Ausblick)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vakuumpumpe</li><li>• Permeationsdichte Rohre</li><li>• Mobiler Verdichter</li><li>• Forschungsprojekt „Megan“</li></ul>

(1) Emissionen, die bei Netzarbeiten durch Ausblase- und Spülvorgänge hervorgerufen werden.

(2) Emissionen durch Leckagen, wie undichte Verbindungen, Risse, Kleinstlöcher sowie Permeation.

## Bewertungshilfen:

Kennzahl	Fallbeispiel 10 <sup>(1)</sup>		Fallbeispiel 11 <sup>(2)</sup>
Methanemissions- einsparung	192 Nm <sup>3</sup> 134 kg 2.256 kWh		0,64 Nm <sup>3</sup> 0,45 kg/m <sup>3</sup> 8 kWh
Kosten der Maßnahme	<i>Investition Dreibeinfackel</i>	<i>Investition Sondermodell</i>	Keine Angabe, daher Kosten wie im HD angenommen
	3.000 € pro Dienstl. (Sondermodell)		
Kostenindikator	15,6 €/Nm <sup>3</sup>		4.687 €/Nm <sup>3</sup>
	22,3 €/kg		6.696 €/kg
	1,3 €/kWh		399 €/kWh
Emissionsver- meidungspotenzial	<b>89,7 %</b>		<b>76,9 %</b>

<sup>1</sup> DN 200 (SDR 17); L=2 km auf 10 m; p=4 bar; Druckreduzierung auf 0,1 bar, inkl. der entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen

<sup>2</sup> DN 110 (SDR 17); L=500 m; p=0,35 mbar; Druckreduzierung auf 0,1 bar, inkl. der entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Kennzahlen** wurden für Fallbeispiele aufgestellt und für jede Maßnahme **in Tabellenform** angegeben.

Beispiel: Kennzahlen mobiler Fackel.





# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

**Methoden zur Emissionsbestimmung**

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

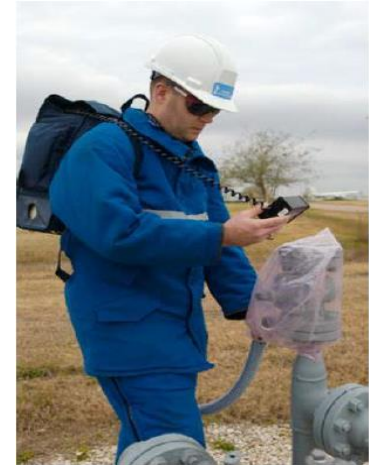
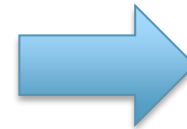
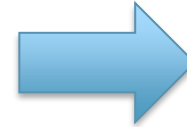
Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

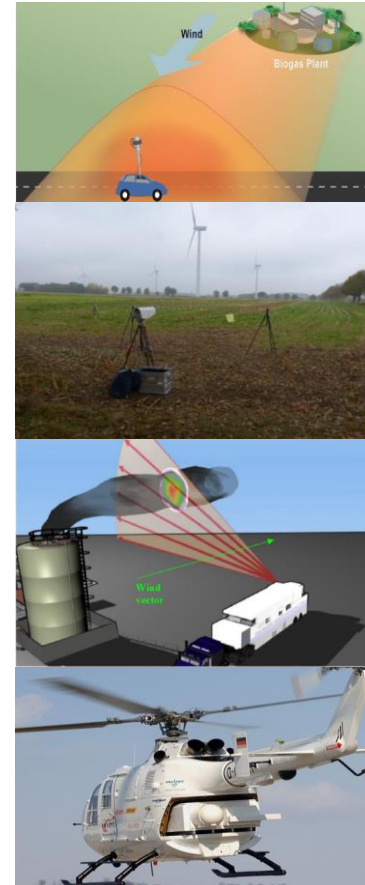
# Bottom-Up-Messungen

- **Abseifen:** Einfachste Handhabung - rein qualitativ
- „**Sniffing**“: Messen mittels Gasspürgerät, Quantifizierung nach DIN EN 15446
- **High-Flow-Sampling (HFS):** Einsaugen des Leckagegases mit einem definierten Luftstrom und gleichzeitiger Konzentrationsmessung. Einsatz bei Punktleckagen.
- **Bagging Method:** Ähnlich dem HFS, aber „Umhüllen“ der Leckagequelle. Einsatz bei größeren Emissionsquellen (z.B. Schiebern).
- **Full Suction Method:** Ansaugen des Bodengases über Sonden, Quantifizierung wie bei HFS. Bisher nur im Verteilnetz eingesetzt.
- **Gas Cam:** Grundsätzlich nur qualitative Messungen möglich. Gut geeignet zum Screening.



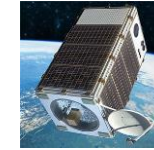
# Top-Down-Messungen

- **Tracermethode:** Verwendung eines Begleitgases in der Nähe der Leckstelle in bekannter Konzentration. Messung sowohl von Tracer- als auch von Zielgas in der Abluffahne. Stark abhängig von Wetterbedingungen.
- **inverse Ausbreitungsmodellierung (IDMM):** Optische Fernmesstechnik zur Methanmessung in der Abwindfahne. Hintergrundkonzentration der Umgebung müssen bekannt sein. Stark abhängig von Wetterbedingungen.
- **LIDAR (Charm):** Optisches Ortungsverfahren zum Einsaugen des Leckagegases mit einem definierten Luftstrom und gleichzeitiger Konzentrationsmessung. Einsatz bei Punktleckagen.
- **Bagging Method:** Ähnlich dem HFS, aber „Umhüllen“ der Leckagequelle. Einsatz bei größeren Emissionsquellen (z.B. Schiebern).

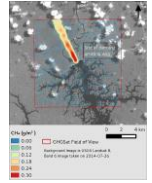


## Bottom-up vs. Top-Down-Ansätze

	Vorteile	Nachteile
<b>Top-Down-Messungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>große Reichweite</li> <li>oftmals kontinuierlich arbeitend</li> <li>Anlagen können als ganzes vermessen werden</li> <li>Identifizierung von Hot-Spots / Super-Emittern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wetterabhängigkeit</li> <li>keine Unterscheidung zu natürlichen Emissionsquelle</li> <li>mangelnde Auflösung</li> <li>hohe Kosten</li> <li>hoher Wartungsaufwand</li> <li>Spezialisten erforderlich</li> </ul>
<b>Bottom-Up-Messungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punktmessung am Asset</li> <li>einfache Handhabung</li> <li>jederzeit und überall verfügbar</li> <li>kein Expertenwissen erforderlich</li> <li>LDAR* nach Regelwerk erforderlich</li> <li>hohe Auflösung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fülle an Einzelmessungen nötig</li> <li>Aggregation der Daten erforderlich</li> <li>statistische Fehler nicht auszuschließen</li> </ul>



500.000m



500m



5,0m



0,05m



# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Rückblick MEEM DSO (2014-2018)

**Ziel: Entwicklung einer konsistenten, transparenten, verlässlichen und akkuraten europäischen Methode zur Abschätzung von Methanemissionen.** Als europaweite Methode kann sie zukünftig zur Verbesserung der Vergleichbarkeit der Emissionsabschätzungen beitragen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus MEEM DSO:

- Es wurde eine Methode vorgeschlagen, die alle relevanten Methanemissionsquellen des Gasverteilnetzes adressiert
- Es hat sich gezeigt, dass nicht in jedem Land alle Eingangsdaten zur Verfügung stehen und weitere Messungen, sowie das aktualisieren von Statistiken notwendig sind

Die internationalen Ergebnisse müssen nun auf nationaler Ebene umgesetzt werden

**Dies ist das Ziel von**



# Abgrenzung der beiden DVGW Forschungsprojekte



## Ziel:

Aktuelle nationale Emissionsfaktoren für das deutsche Gasverteilnetz

Aktueller Emissionsfaktor des UBA (aus NIR 2018): 175 kg CH<sub>4</sub>/km·a

**wird derzeit mit dem Projekt ME DSO 2.0 weitergeführt**

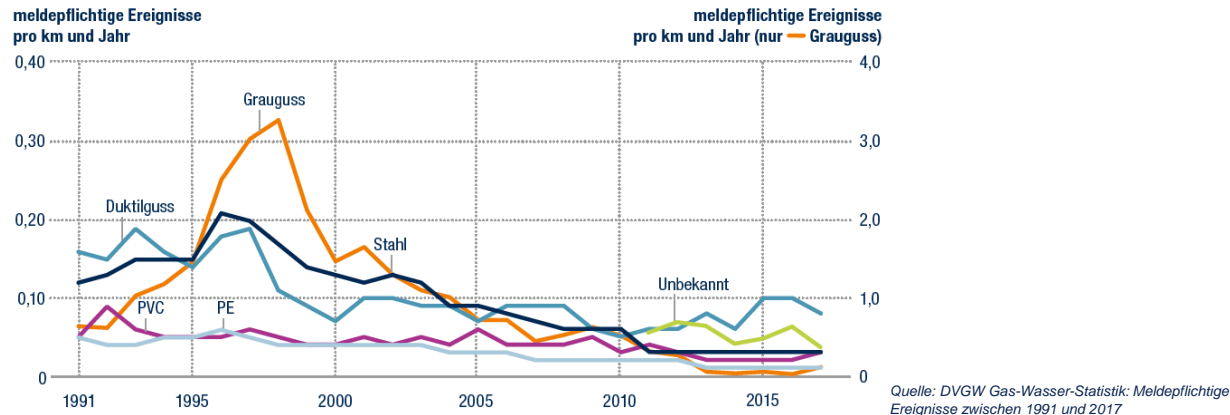
## Ziel:

Erstellung eines Leitfadens mit technischen Maßnahmen, die im Netzbetrieb zur Reduzierung der Methanemissionen beitragen können

**abgeschlossen**

# DVGW Projekt ME DSO: Messprinzip

- Die Lecksuche und Klassifizierung von Lecks (z. B. mit Teppichsonden) ist für alle deutschen DSO nach den technischen Regeln der DVGW eine Verpflichtung und führt zu einer deutlichen und messbaren Reduzierung der Lecks



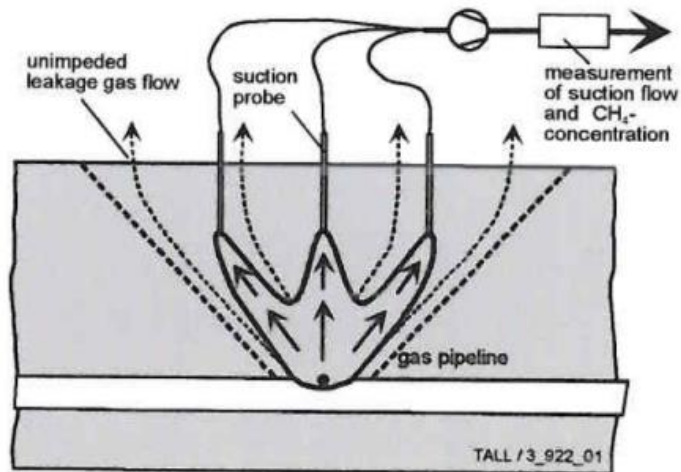
- Die Lecksuche gibt einen Hinweis auf ein Leck (Anzahl), aber keine Emissionsrate in l / h oder m<sup>3</sup> / h (Menge). Ein weiteres Messprinzip ist erforderlich um diesen Wert zu erhalten



Quelle: Sewerin EX-TEC HS 680. Online: [https://www.sewerin.com/cms/fileadmin/redakteure/Prospekt\\_e/pro\\_hs680\\_de.pdf](https://www.sewerin.com/cms/fileadmin/redakteure/Prospekt_e/pro_hs680_de.pdf), Last Access: 24-05-19



# Messprinzip der Methan-Emissionsraten mittels Absaugmethode



**Fig. 1:**  
**Leakage Gas Flow from Damaged Pipeline,  
Unimpeded and with Suction (Schematic)**



## Technische Daten

Leistungsstarke Vakuumpumpe	
Maximaler Unterdruck	1 bar
Maximaler Volumenstrom	266 l/min
Elektrische Daten	220-240 Volt 50 Hz, 5.5 A
Netzzuleitung 230 Volt	10 Meter
Ansaugschlauch DN 25	10 Meter
Datenübergabe an PC-Programm	optional
Grobfilter im Klarsichtgehäuse	
Feinfilter an Vakuumpumpe	
Unterdruckmanometer	- 1 bis 0 bar



Quelle: E.ON

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

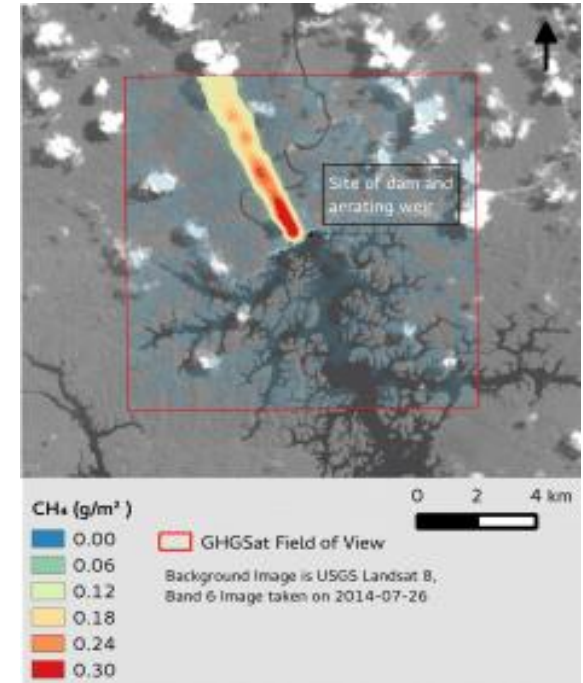
Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

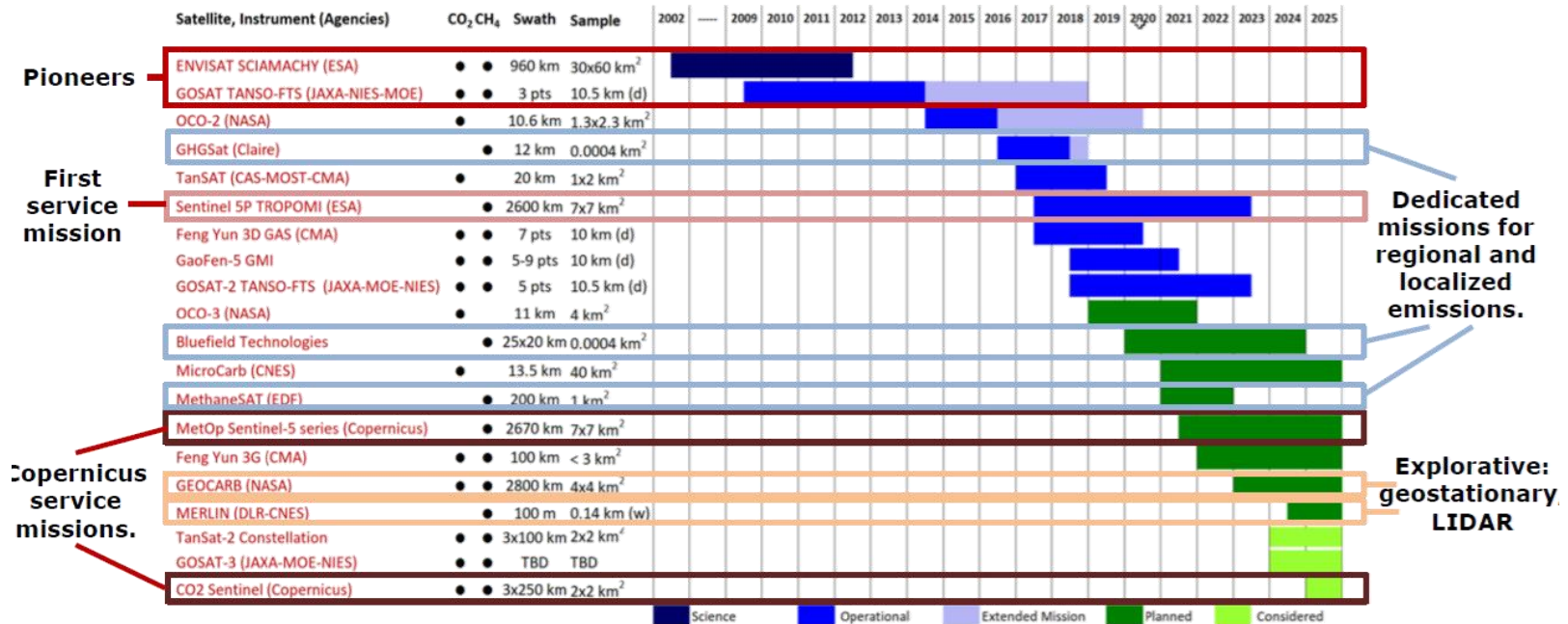
Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Satellitengestützte Methandetektion

- **ESA Envisat:** 2002 - 2012
  - allg. Klimaforschung, Methankonzentration in der Atmosphäre
- **NASA Aura:** 2004 - heute
  - Überwachung von Treibhausgasen in der Atmosphäre, Auflösung 13 x 25 km
- **ESA / Eumetsat MetOp:** 2004 - heute
  - Wettersatellit, Überwacht aber auch Spurengase, Auflösung 80 x 40 km
- **GHGSat Claire:** seit 2016
  - Überwachung von Methanemissionen, Auflösung 0,05 x 0,05 km  
=> **Details der Gasinfrastruktur**
- **ESA Sentinel 5P:** 2017 - heute
  - Überwachung von Luftverschmutzung, Auflösung 3,5 x 7 km  
=> **Gasproduktion**
- **EDF MethaneSAT:** Start Mitte 2022
  - Überwachung von Methanemissionen, Auflösung 0,1 x 0,4 km  
=> **Gastransport / Speicherung**



## Time line of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> satellites



[CEOS, [http://ceos.org/document\\_management/Virtual\\_Constellations/ACC/Documents/CEOS\\_AC-VC\\_GHG\\_White\\_Paper\\_Publication\\_Draft2\\_20181111.pdf](http://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/ACC/Documents/CEOS_AC-VC_GHG_White_Paper_Publication_Draft2_20181111.pdf), 2018]

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

**Emissionsberichterstattung**

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

# Verpflichtung zur Emissionsberichterstattung

## Nationale Behörden

Internationale Verpflichtungen zur Treibhausgasinventarisierung (UNFCCC Art. 12)

Sammlung von Emissionsdaten von

## Erdgas

Andere Bereiche  
(Landwirtschaft, Lösemittel, ...)

Sammlung von Emissionsdaten von

Verbände der  
Gaswirtschaft

Literaturstudien, IPCC  
Richtlinien, ...

Sammlung von Emissionsdaten von

Gasnetzbetreiber

Wissen der Daten für die Emissionsabschätzung liegt bei den Netzbetreibern (TSO & DSO)

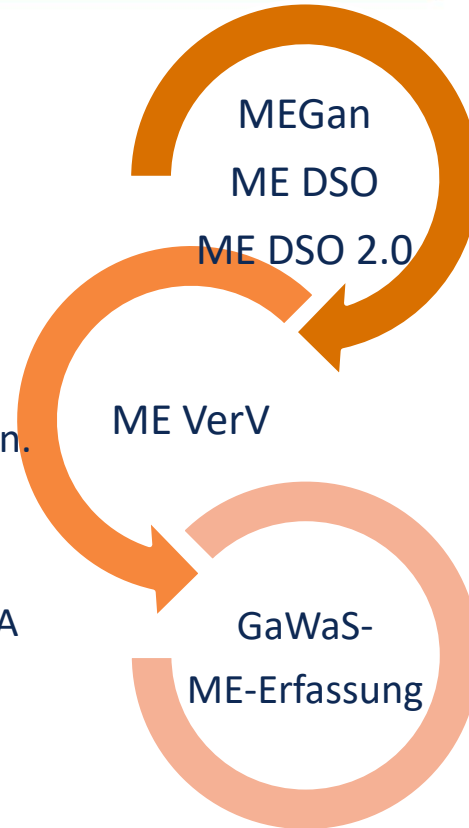
Die Betreiber müssen nach G410 an den DVGW alle Leckagen/Schäden melden. Diese werden in der GaWaS gesammelt.

### Angepasste ME-Berichtsdaten:

- Verifizierungsstatement
- Messperiode
- Kalenderjahr
- Daten jedes Emissionstyps
- Informationen zur Quantifizierung der Messungen
- alle gemessenen Emissionen
- Anteile der Methanemissionen verglichen mit non-operating assets
- Auflistung an Einheiten der non-operating assets, die kontrolliert werden

# DVGW Messkampagnen liefern aktualisierte Daten für Emissionsberichte:

- Emissionen Verdichtern
- Biogaseinspeiseanlagen (BGEA) und Erdgastankstellen.
- Ermittlung von Emissionsfaktoren
- Abgleich mit Werten des UBA



- Basis Messdaten
- Bewertung der Emissionsfaktoren H2
- Messprogramm Polyethylen-Leitungen (PE) und Gasdruckregel-Messanlagen (GDRMA)
- quellenbasierte Messtechniken (source level measurements)
- Erweitertes Online Tool zur Erstellung der Berichte
- Berücksichtigung von ME-Emissionen in GaWaS
- VNB können das DVGW Tool nutzen
- Verifizierung und Test des Tools



# Neue aktualisierte Emissionsfaktoren spiegeln die Zuverlässigkeit des bestehenden Versorgungsnetzes wider

Das UBA hat die ME-Emissionsfaktoren für die Berichterstattung in 2023 angepasst.

**Umweltbundesamt (UBA):  
Nationaler THG-  
Inventarbericht (NIR 2023)**



**Europäischen Umweltagentur  
(EEA)  
veröffentlicht  
GHG Inventory EU 15-01-2023  
([europa.eu](http://europa.eu))**

## Vergleich für die Berichterstattung 2023\* - ermittelte Emissionen für das Berichtsjahr 2020:

Quellbezeichnung im ZSE	Emissionen nach bisheriger Methodik	Emissionen nach neuer Methodik	Einheit	Ab- weichung
<b>Transport</b> (Summe Tabelle 9)	72.367.833	17.018.907	kg	-76%
<b>Verteilung</b> (Summe Tabelle 19)	88.568.614	11.615.747	kg	-87%

\*= Die Auswirkungen für Transport- und Verteilnetze beschreibt:

Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Methan für die Erdgasbereitstellung ([umweltbundesamt.de](http://umweltbundesamt.de))

# Teil 12 - Methanemissionen

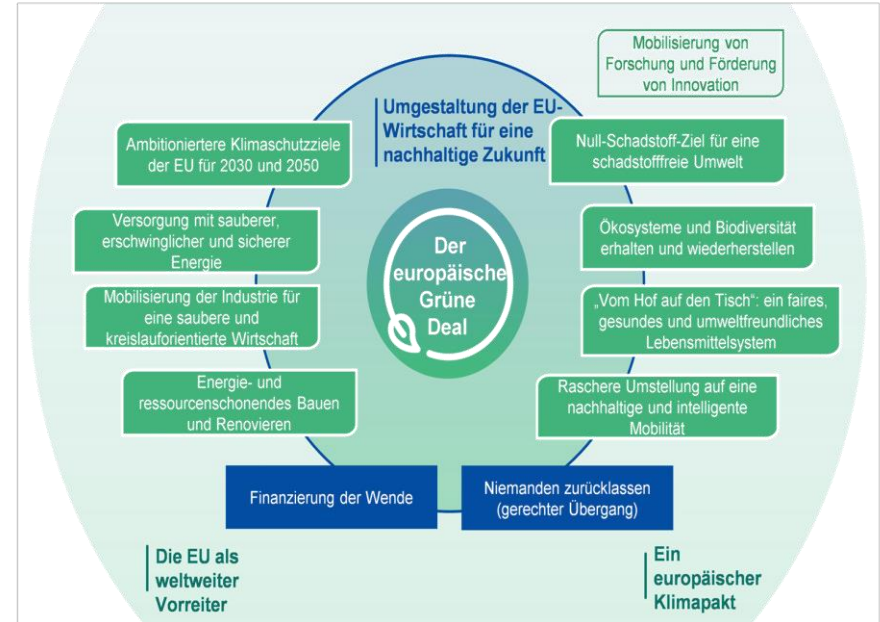
- 1 Hintergrund
- 2 Treibhausgaseffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen
- 3 Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>
- 4 Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre
- 5 Methanemissionen: Herkunft und Mengen
- 6 Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)
- 7 Methoden zur Emissionsbestimmung
- 8 Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen
- 9 Satelliten
- 10 Emissionsberichterstattung
- 11 Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie**
- 12 Treibhausgaseffekt von Wasserstoff

# Die Europäische Methanstrategie

- European Green New Deal
- Ziel: Klimaneutralität bis 2050

- EU-Strategie zu Methanemissionen
- Umsetzung in ein Gesetzgebungsverfahren Anfang in 2021 (erster Entwurf 12/2021)

- Verpflichtende Senkung von Methanemissionen zeitnah (vielleicht zwischen ~2024-2025) zu erwarten
- Bemühungen der Branche die eigenen Emissionen zu senken



# Die Europäische Methanstrategie – mehr Details

Veröffentlicht am 14.  
Oktober 2020



Ziel der Strategie ist, Methan-Emissionen in der EU bis 2030 sektorübergreifend um 37% gegenüber dem Jahr 2005 zu reduzieren. Im Energiebereich, der rund 20% der anthropogenen Methan-Emissionen ausmacht, wird das größte Potenzial gesehen. Auch die Reduzierung von Methan-Emissionen in außereuropäischen Exportländern soll angereizt, und bei mangelnder Transparenz möglicherweise sanktioniert werden.



Ab 2021 soll ein Gesetzgebungsprozess initiiert werden, um die Gaswirtschaft zur Anwendung von „Leak, Detection & Repair“-Maßnahmen (LDAR) zu verpflichten, die in Deutschland bereits Teil des DVGW-Regelwerks sind. Routiniertes Venting und Flaring soll mittelfristig ebenso untersagt werden. Nationalen Regulierungsbehörden wird empfohlen, Kosten für Maßnahmen zur Emissionsminderung wälzbar zu machen. Die EU-VO Methanemissionen wird nun voraussichtlich in 2024 in Kraft treten.



Zunächst soll die Gaswirtschaft Methanschlepp freiwillig messen und berichten, etwa im Rahmen der OGMP-Initiative. Ab 2021 erfolgt ein Gesetzgebungsprozess zu „Measurement, Reporting & Verification“-Maßnahmen (MRV) auf Basis des OGMP-Frameworks zur Emissions-Berichterstattung. Daten sollen zentral in einer Institution zusammengeführt werden. Ferner möchte die EU eigene Satelliten-Messungen durchführen.



Die EU-Kommission will im Zuge der Methanstrategie die Produktion von Biogas in der Landwirtschaft und der Abfallentsorgung fördern. Gezielte Fördermaßnahmen werden Bestandteil der Revision der Renewable Energy Directive im Juni 2021 sein. Gleichzeitig soll die Produktion von lokal produzierten, erneuerbaren Gasen insgesamt regulatorisch angereizt werden.



# Umsetzung der Strategie mit der EU-VO Methanemissionen: Erwartete Maßnahmen



# Die OGMP 2.0 – Initiative ist eine weltweite Initiative

Die EU-Methanverordnung lehnt sich an die Vorgaben der **OGMP 2.0** an



What is OGMP 2.0 ?

Global coverage and scope

- Upstream, midstream and downstream segments
- Public, private and national oil companies

over **100** companies

- OGMP = **O**il and **G**as **M**ethane **P**artnership
- Freiwillige Initiative mit bereits >100 Mitgliedern weltweit
- Ziel: Verbesserung der Erfassung von Methanemissionen und Reduktion

Quelle: PowerPoint Presentation ([ogmpartnership.com](http://ogmpartnership.com))

# Die OGMP 2.0 Reporting Levels

## → OGMP 2.0 Reporting Levels



Levels

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
<p><b>Venture/Asset Reporting</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Single, consolidated emissions number</li> <li>• Only applicable where company has very limited information</li> </ul>	<p><b>Emissions Category</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions reported based on IOGP and Marcogaz emissions categories</li> <li>• Based on generic emissions factors</li> </ul>	<p><b>Generic Emission Source Level</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions reported by detailed source type</li> <li>• Based on generic emissions factors</li> </ul>	<p><b>Specific Emission Source Level</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions reported by detailed source type using specific emissions and activity factors</li> <li>• Based on direct measurement or other methodologies</li> </ul>	<p><b>Level 4 + Site Level Measurement Reconciliation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Level 5: Integrating bottom-up source-level reporting (L4) with independent site-level measurements.</li> <li>• UNEP recommends attempts at site-level measurements with possible reconciliation for a nominal 1/3 of assets with subsequent year-over-year progress to move all material assets to L5.</li> <li>• Site-level measurements: direct measurement technologies at a site or facility level on a representative sample of facilities</li> </ul>



**GOLD STANDARD**

Reporting all material assets at Level 4 with demonstrable efforts to move to Level 5 on 1/3 of assets with year-over-year progress.

# EU-VO Methanemissionen aus der Sicht der Gasinfrastrukturbetreiber (1)

(Stand Entwurf 15.12.23, Fassung nach dem Trilog)

## **Artikel 1:**

Geltungsbereich insbesondere Transport- und Verteilnetze mit Hausanschlussleitungen („die öffentlich zugänglich sind“)

## **Artikel 12:** MRV – Monitoring Reporting Verification

Vorgaben für ein Berichtswesen der Unternehmen. Die Berichte starten 18 Monate nach dem Inkrafttreten. Sie quantifizieren die Emissionen. Die Berichte erfolgen später jährlich und sollen mit eigenen Messungen der Emissionsdaten verbessert werden. Behörden sollen Kontrollen durchführen.

## **Artikel 13:**

Es besteht eine grundsätzliche Verpflichtung, Methanmissionen zu vermeiden

## **Artikel 14:** LDAR – Leak, Detection And Repair

Die Unternehmen müssen ein Instandhaltungsmanagement in Verbindung mit Messprogrammen umsetzen. Der Aufwand zur Leckage-Detektion wird sich gegenüber der G 465-1 mehr als verdoppeln. Hier hat sich der Blickwinkel gewandelt, von der reinen Sicherheitsüberwachung (G-465) zu umweltrelevanten Überprüfungen. Neben den Messzyklen werden ebenfalls Messgenauigkeiten vorgegeben sowie die Zeiträume in denen Leckagen behoben werden sollen.



# EU-VO Methanemissionen aus der Sicht der Gasinfrastrukturbetreiber (2)

(Stand Entwurf 15.12.23, Fassung nach dem Trilog)

## **Artikel 15 – 17:** Venting & Flaring

Es besteht ein grundsätzliches Verbot von Abblasen (Venting) und routinemäßigen Abfackeln (Flaring). Ferner wird der Einsatz der besten verfügbaren Technologie gefordert. Die Umrüstung von verbesserten Fackeln soll z. B. bis 2026 erfolgen.

## **Artikel 27ff:** Importer Requirements

Ein dreistufiger Prozess sieht die Anwendungen der Überwachungs- und Berichterstattungspflichten sowie der Überwachungsmaßnahmen auch auf Gasproduzenten und –lieferanten ausserhalb der EU vor.

# Unterschiedliche Betrachtungsweise: Quantifizierung vs. Lecksuche

Art. 2 Begriffsbestimmungen  
(EU-VO Methanemissionen, 12/2023)

7a. „**Quantifizierung**“ bezeichnet Vorgänge zur Bestimmung der Menge der Methanemissionen auf der Grundlage direkter Messungen und, sofern dies nicht möglich ist, auf der Grundlage anderer Methoden wie Simulationswerkzeugen und anderen detaillierten technischen Berechnungen oder einer Kombination solcher Methoden;



Art. 2 Begriffsbestimmungen  
(EU-VO Methanemissionen, 12/2023)

32. Was speziell Methanemissionen aus Lecks betrifft, werden diese im Allgemeinen durch Inspektionen zur **Lecksuche und Reparatur (Leak Detection and Repair – LDAR)** reduziert, die vorgenommen werden, um Lecks ausfindig zu machen und anschließend zu reparieren. Betreiber sollten daher zumindest regelmäßige LDAR-Inspektionen durchführen, und diese Inspektionen sollten sich auch auf die Komponenten erstrecken, aus denen Methan abgelassen wird, um zu kontrollieren, ob unbeabsichtigt Methan entweicht.

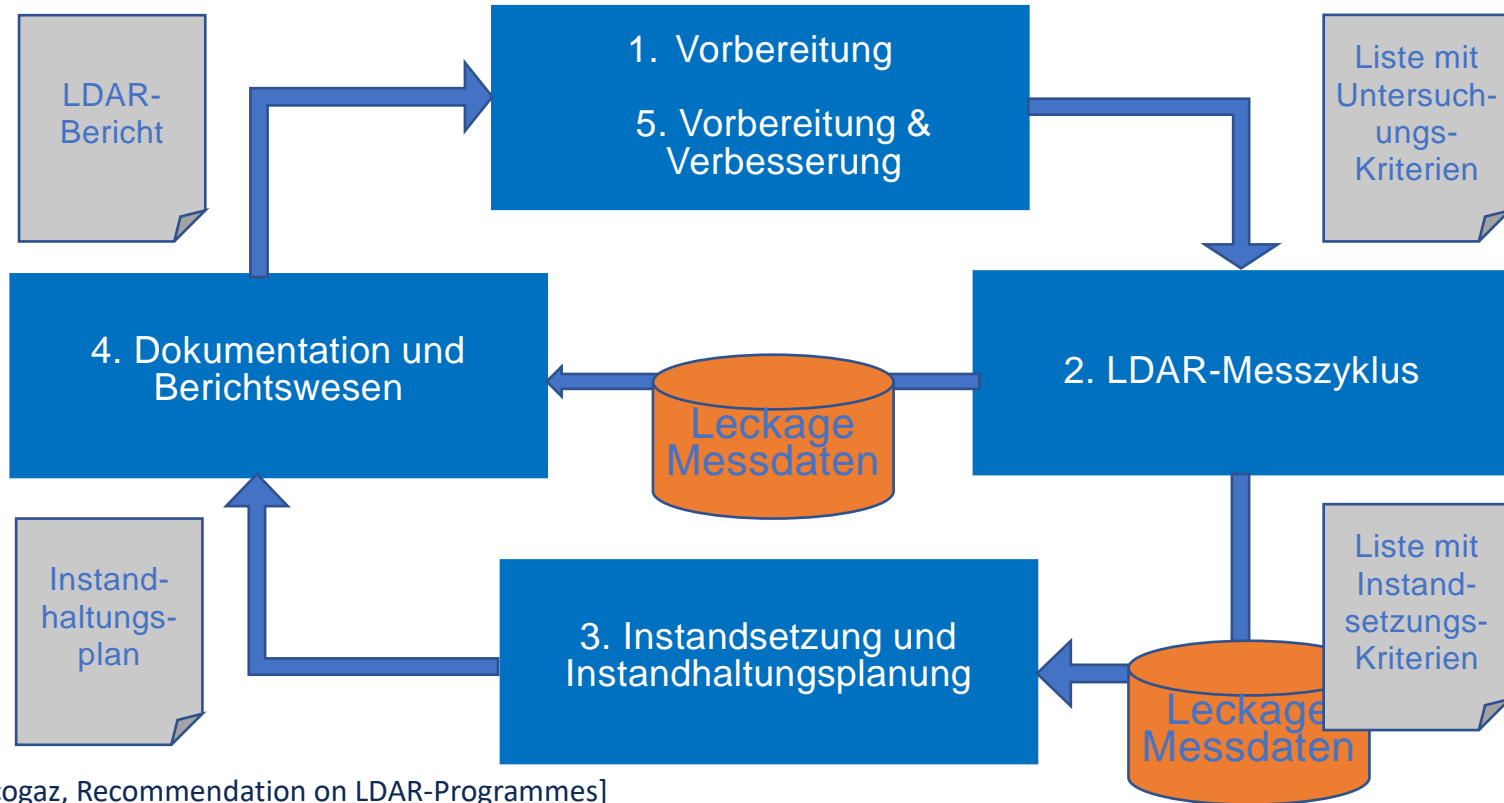
# Dokumentation und Berichtswesen nach aktuellem Stand der EU-Vorordnung Methanemissionen

## Zeitstrahl Berichterstattungen

### EU-VO-Methanemissionen



# LDAR Prozess zur Umsetzung der EU-VO-Methanemissionen



[nach Marcogaz, Recommendation on LDAR-Programmes]

# EU-VO Methanemissionen\* (Annex I Part 2 – 4) vs. G 465-1

## Der Aufwand für Messungen wird mindestens verdoppelt

LDAR Messverfahren	Material der Leitungskomponenten	Untersuchungshäufigkeit
Type 2 < 16 bar	Bitumen sheet	alle 6 Monate
	Grey cast iron	
	Asbestos	
	Ductile cast iron	alle 12 Monate
	Non-protected steel	
	Copper	
Type 2 < 16 bar	Polyethylene	alle 24 Monate
	PVC	
	Protected steel	
LDAR Messverfahren	mit PIM – Präventives Integritätsmanagement und behördlicher Genehmigung:	Untersuchungshäufigkeit
Type 1	unterirdische geschützte Stahlrohrleitungen > 16 bar	alle 36 Monate
Type 2	unterirdische geschützte Stahlrohrleitungen > 16 bar	alle 48 Monate
LDAR Messverfahren	Komponenten	Untersuchungshäufigkeit
Type 1 > 16 bar	Compressor station	alle 4 Monate
	Regulating and metering station	
Type 2 > 16 bar	Valve Station	alle 9 Monate
	Compressor station	alle 8 Monate
Regulating and metering station		
Type 2 > 16 bar	Valve Station	alle 18 Monate
	Regulating and metering station	alle 9 Monate
Type 2 16 bar	Valve Station	alle 21 Monate



Tabelle 1 – Überprüfungszeiträume auf Leckstellen in Jahren innerhalb bebauter Gebiete

Leckstellenhäufigkeit (Anzahl lokalisierter Leckstellen pro km überprüfter Leitungslänge)	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1
Betriebsdruck	Überprüfungszeitraum in Jahren		
≤ 1 bar	6 <sup>a</sup>	4	2
> 1 bar bis ≤ 5 bar	4 <sup>a</sup>	2	1
> 5 bis ≤ 16 bar	1 <sup>b</sup> materialungebunden		

<sup>a</sup> Diese Überprüfungszeiträume gelten nur für PE-Leitungen und kathodisch geschützte Stahmlösungen.

<sup>b</sup> Zusätzlich sind Streckenkontrollen durch mindestens zweimonatliches Begehen oder Befahren oder bei gegebenen Voraussetzungen in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten durch zweiwöchentliches bis monatliches Befliegen und halbjährliches Begehen der betriebswichtigen Punkte durchzuführen, in Bergsenkungsgebieten hat das Begehen oder Befahren mindestens alle 14 Tage zu erfolgen. Der Befliegungsrythmus kann auf zwei Monate ausgedehnt werden, wenn die betriebliche Erfahrung, die Ergebnisse der Berichterstattung und die örtlichen Verhältnisse dies zulassen.

\*Stand: EU-Methanemissionsverordnung Stand: 15.12.2023, nach dem Trilog

EU-VO  
ME

## G 424 - Umsetzung EU-VO-Methanemissionen

- (in Bearbeitung)
- Merkblatt für die Einführung der relevanten Prozesse

Art. 12  
u. 14

## G 465 -1, -3, -4, -5 Überprüfung von Gasrohrnetzen (Detektion, Instandsetzung, Klassifizierung)

- Überarbeitung und Umstrukturierung läuft

Art. 13  
u. 15ff

## G 404:2023-07 – Reduzierung Methanemissionen in der Infrastruktur

- Veröffentlicht – H2Ready

Art. 12

## G 425 - Standardisierung von Messverfahren zur Quantifizierung von Methanemissionen

- (in Bearbeitung)
- Welche Methoden sind für Quantifizierung geeignet? Absaugmethode, Tracer, Drohnen, ..., Satelliten
- Umfangreiche Struktur des Merkblattes

Art. 12  
u. 15ff

## G 410 – Bestands- und Ereignisdatenerfassung Gas

- Erweiterung der GaWaS um Emissionsdaten – OGMP2.0
- Programmierung abgeschlossen
- Tests laufen

# Teil 12 - Methanemissionen

1

Hintergrund

2

Treibhausgasereffekt und die Bedeutung von Treibhausgasen

3

Bewertung von Methan relativ zu CO<sub>2</sub>

4

Gegenwärtige Konzentrationen an Methan in der Atmosphäre

5

Methanemissionen: Herkunft und Mengen

6

Minderungsmaßnahmen (betriebliche Maßnahmen: Detektion und Vermeidung)

7

Methoden zur Emissionsbestimmung

8

Messprogramme zur Quantitativen Bestimmung der Methanemissionen

9

Satelliten

10

Emissionsberichterstattung

11

Regulatorische Vorgaben: EU-Methanstrategie

12

Treibhausgasereffekt von Wasserstoff

## **Inhalt:**

- 1. Wirkung von H<sub>2</sub> in der Atmosphäre**
- 2. Abschätzung von H<sub>2</sub>-Verluste durch Permeation**
- 3. Interaktion von H<sub>2</sub> und Böden**
- 4. H2Klim Forschungsprojekt**
- 5. Zusammenfassung und Literatur**



# Wirkung von H<sub>2</sub> in der Atmosphäre



## Troposphäre

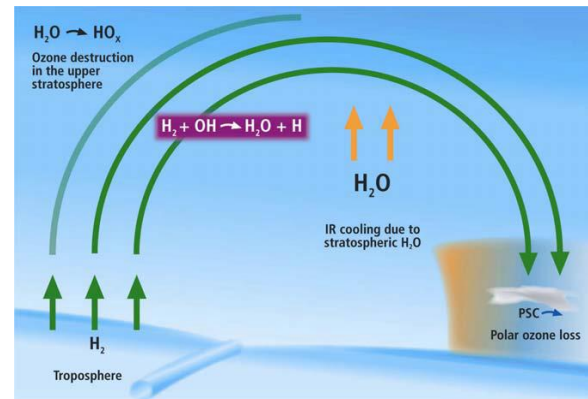
- „Verbrauch von OH“-Radikalen
  - Längere Lebensdauer von Methan
  - Ca. 50% der Klimawirkung
- Erzeugung von atomarem Wasserstoff
  - Vorstufe von Ozon
  - Ca. 20% der Klimawirkung

## Stratosphäre

- Stratosphärischer Wasserdampf
- Relativ neu in der wissenschaftlichen Diskussion
- Ca. 30% der Klimawirkung

**GWP100= 11 +/-5**

**GWP20= 33 +/-10**

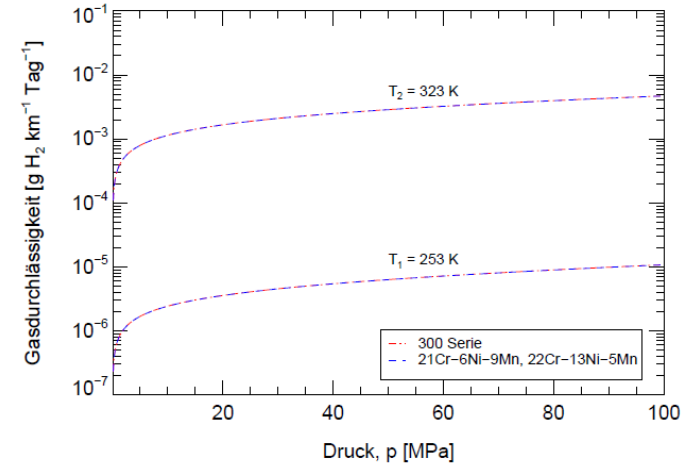


Abhängigkeit verschiedener stratosphärischer Prozesse vom troposphärischen H<sub>2</sub>-Eintrag

Quelle: Forschungszentrum Jülich GmbH

# Abschätzung von H<sub>2</sub>-Verlusten durch Permeation

- Unter der extremen Annahmen, dass einer globalen H<sub>2</sub>-Wirtschaft die Gesamtlänge der H<sub>2</sub>-Leitungsinfrastruktur  $1 \times 10^9$  km entsprechen würde und alle H<sub>2</sub>-Leitungen mit der folgende Konfiguration ( $d=0,25$  m,  $a=0,01$  m und  $p = 0,1$  MPa bis 100 MPa) mit 100 MPa (1000 bar) betreiben, wurden die Gasverluste max. **0,002 Mt H<sub>2</sub> pro Jahr** betragen.
- Natürlichen H<sub>2</sub> Emissionen der Ozeane betragen **3±2 Mt H<sub>2</sub> pro Jahr**.
- H<sub>2</sub>-Verluste, die in Folge der H<sub>2</sub>-Permeation von H<sub>2</sub> durch die Stahlwand einer Leitung entstehen, besitzen keine wesentliche Bedeutung für das atmosphärische H<sub>2</sub>-Inventory und sind daher für die Abschätzung der Implikationen einer globale Wasserstoffwirtschaft nicht maßgeblich

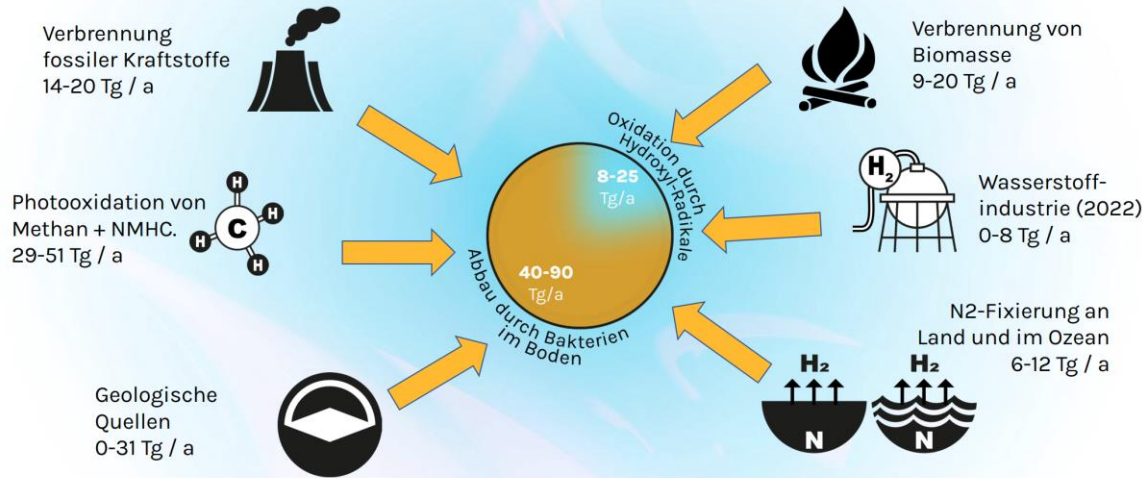


*Gasdurchlässigkeit einer H<sub>2</sub>-Stahlleitung als eine Funktion des Druckes bei zwei unterschiedlichen Gastemperaturen  
Quelle: Forschungszentrum Jülich GmbH*

- Wenn eine globale Wasserstoffwirtschaft auf fossilen Brennstoffen basierende Energiesystem ersetzen würde und eine Leckage-Rate von 1% aufwies, dann würde es eine Klimawirkung von 0,6% der gegenwärtiges auf fossilen Brennstoffen basierendes System betragen. Wenn die Leckagerate 10% betragen würde, lägen die Klimaauswirkungen bei 6% des gegenwärtigen Systems.
- Je nach Studie werden dabei relative H<sub>2</sub>-Emissionsraten in der Größenordnung zwischen 3% (Schultz et al., 2003) und 20% (Tromp et al., 2003) der produzierten Wasserstoffmenge unterstellt, wobei **H<sub>2</sub>-Emissionsraten >10%** von Ingenieuren aus **technischer** und **ökonomischer** Sicht für **unrealistisch** erachtet werden (Prather, 2003; Zittel, 2003).

## Der Wasserstoff-Zyklus\*

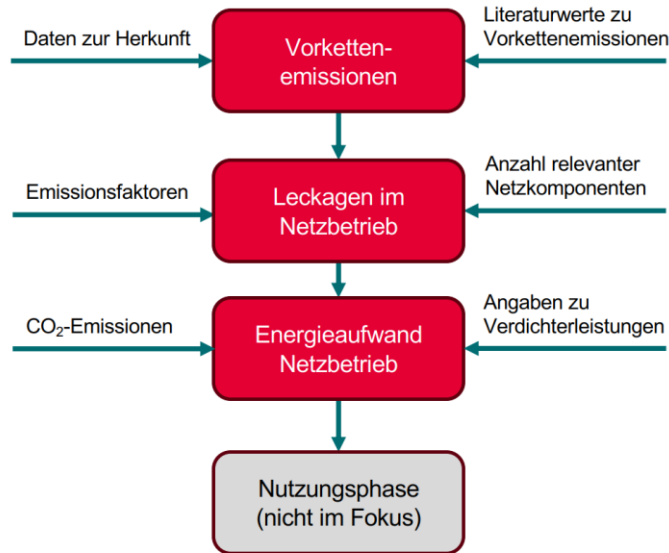
180 Tg H<sub>2</sub> in der Atmosphäre; Lebensdauer: 2,5 a



- H<sub>2</sub> ist allgegenwärtig, erfordert eine geringe Aktivierungsenergie und kann leicht mikrobielle Zellen durchdringen.
- Aufgrund seines energetischen Potenzials wird H<sub>2</sub> schnell von Mikroben im Boden verbraucht, was darauf hinweist, dass die H<sub>2</sub>-Produktion wahrscheinlich der begrenzende Schritt des biogeochemischen H<sub>2</sub>-Zyklus ist.
- Einige durchgeführte Studien zeigen, dass Wasserstoffgas (H<sub>2</sub>)-behandelte Böden die Wachstumsleistung von verschiedenen Pflanzen (z.B. Sommerweizen, Raps, Gerste und Sojabohnen) im Vergleich mit unbehandelten Böden oder mit Luft vorbehandelten Böden verbesserten. Die Trockengewichte der 4- bis 7-wöchigen Pflanzen waren 15-48% größer in den H<sub>2</sub>-behandelten Böden.
- In Bezug auf Spurengase hat eine Studie gezeigt, dass die atmosphärischen CO- und H<sub>2</sub>-Ablagerungsgeschwindigkeiten sowohl in Acker- als auch in Waldböden positiv korrelieren.

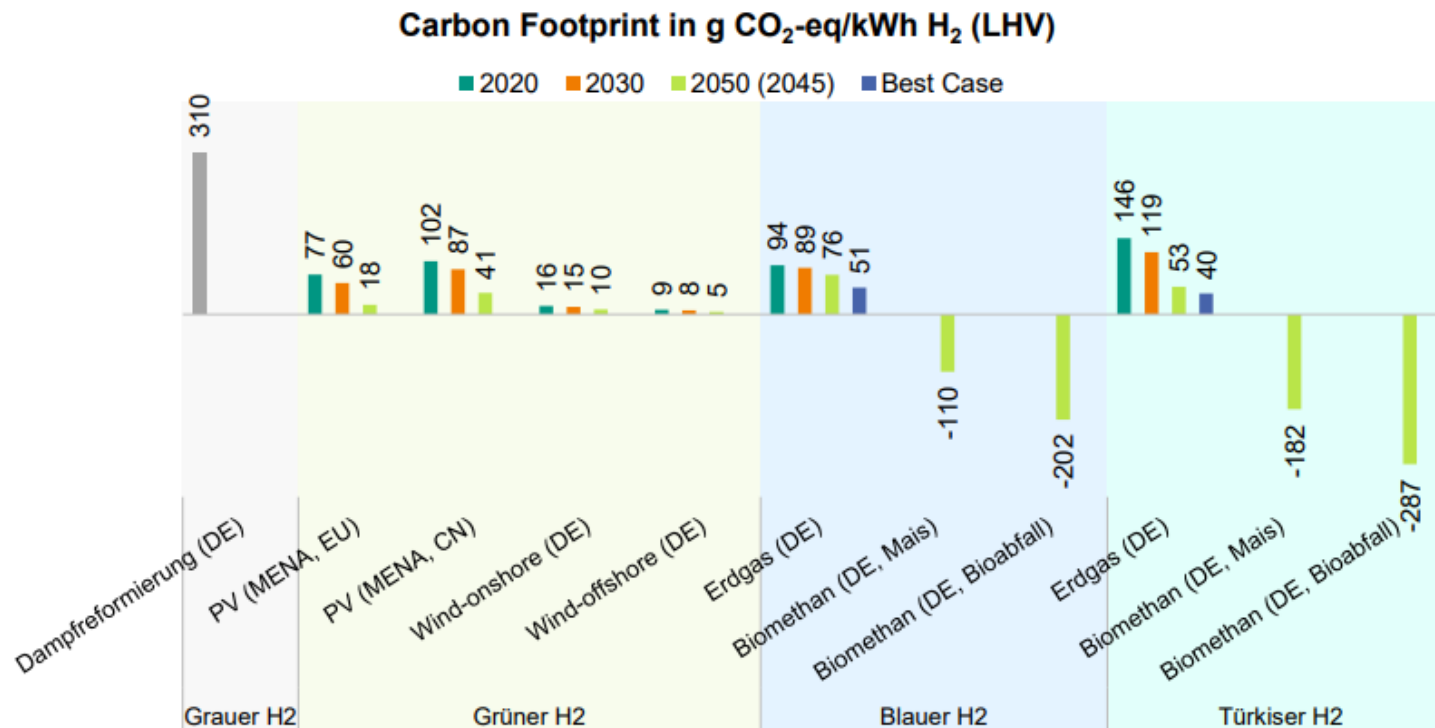
\* Quelle: acatech DECHEMA Wasserstoff Kompass „Die Rolle von H<sub>2</sub> im Klimasystem quantifizieren“

# Klimawirkung eines zukünftigen H<sub>2</sub>-Fernleitungstransports Deutschland (H<sub>2</sub>KLIM)



- Ziel des Vorhabens H<sub>2</sub>Klim ist es, die Bedeutung der Klimawirkung von H<sub>2</sub> im Rahmen der zukünftigen Umstellung des deutschen Erdgas-Fernleitungsnetzes auf H<sub>2</sub>-Transport abzuschätzen.
- Der Aufbau einer H<sub>2</sub>-Infrastruktur muss mit einem guten Lieferkettenmanagement einhergehen, um den unbestrittenen Nutzen des Energieträgerwechsels von Erdgas und anderen fossilen Energien hin zu H<sub>2</sub> nicht dadurch zu schmälern, dass z. B. ein Teil des erzeugten grünen H<sub>2</sub> ungenutzt in die Atmosphäre entweicht.
- Eine Analyse vergleicht den Status quo und mit Transformationsplänen für das deutsche Fernleitungsnetz sowie den Stand der Forschung zur Klimawirkung von H<sub>2</sub>.
- Es werden die Netto-Klimaeffekte für verschiedene Szenarien des Fernleitungsnetzbetriebs durch den Energieträgerwechsel von Erdgas zu Wasserstoff abgeschätzt.
- Die Projektergebnisse liefern eine wissenschaftlich fundierte Grundlage zur Einordnung aktueller Diskussionen um die Klimawirkung von H<sub>2</sub> und bieten Unternehmen und Politik Orientierungswissen in Bezug auf die Umsetzung einer klimafreundlichen Gasnetztransformation.
- Das Wuppertal Institut führt die Studie im Auftrag des FNB e.V. und DVGW e.V. durch.

# Wasserstoff ist essenziell, um die Energiewirtschaft zu defossilisieren und klimafreundlich aufzustellen



Quelle: Projekt: Ökologische Bewertung von Wasserstoff-Erzeugungsverfahren im Vergleich; [CO2 Footprint von Wasserstoff \(dvgw.de\)](https://www.dvgw.de)

# Zusammenfassung und Literatur zur Rolle von Wasserstoff als Treibhausgas

- Wasserstoff ist ein sauberer Brennstoff, der in zukünftigen kohlenstoffarmen Energiesystemen eine wichtige Rolle spielt.
- Wasserstoff hat eine **indirekte** Klimawirkung. Verstärkte Emissionen von Wasserstoff können die Ozonschicht schädigen und den Klimawandel auslösen.
- H<sub>2</sub> absorbiert keine Infrarotstrahlung und ist kein (direktes) Treibhausgas, kann aber durch Teilnahme an chemischen Reaktionen in der unteren und oberen Atmosphäre zu Auswirkungen auf die Ozonschicht und den Klimawandel führen.
- Die Verbrennung von Wasserstoff wird unweigerlich zur Produktion von Wasserdampf in der Troposphäre führen.
- Die Auswirkungen von Wasserstoff auf die stratosphärische Ozonschicht ist nach derzeitiger Studienlage schwer quantifizierbar und wahrscheinlich gering.
- Trotzdem, muss sorgfältig darauf geachtet werden, das Austreten von Wasserstoff aus Synthese, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff zu verhindern
- Der Einfluss der Wasserstoffemissionen auf das globale Klima wird mit großer Wahrscheinlichkeit nicht gleich Null sein und ist sehr wahrscheinlich gering und erwärmend (positiver Einfluss).

## Literatur

1. Derwent, R. G. Research Report **Hydrogen for heating: Atmospheric impacts**. A literature review BEIS Research Paper, No. 2018/21 Provided in Cooperation with UK Government, Department for Business, Energy & Industrial Strategy
2. Derwent R, Simmonds P., O'Doherty S., Manning A., Collins W., Johnson C., Sanderson M., Stevenson D. **Global Environmental Impacts of the Hydrogen Economy**
3. Feck T. **Wasserstoff-Emissionen und ihre Auswirkungen auf den arktischen Ozonverlust, Risikoanalyse einer globalen Wasserstoffwirtschaft**
4. Piché-Choquette S., Constanta P. **Molecular Hydrogen, a Neglected Key Driver of Soil Biogeochemical Processes**
5. Riemer M., Wachsmuth J., Ist Wasserstoff treibhausgasneutral? ([umweltbundesamt.de](http://umweltbundesamt.de)) Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI; Im Rahmen des Forschungsvorhaben „Transformation der Gasinfrastruktur zum Klimaschutz“ (FKZ 3720435030)