

Zusammenschluss von Biogasanlagen – Clusterung als Zukunft für Biogas

Katharina Bär, Christiane Staudt, Friedemann Mörs und Frank Graf

Biogas, Biomethan, Biogasaufbereitung, Einspeisung, Cluster

Die Clusterung von Biogasanlagen bietet auch für kleinere Biogasanlagen die Möglichkeit der kosteneffizienten Biogaseinspeisung. Biomethan kann als nachhaltiger Energieträger räumlich und zeitlich flexibel erzeugt und genutzt werden. Durch die Einspeisung in das Gasnetz wird so zusätzlich das deutsche Stromnetz in Zeiten hoher EE-Produktion entlastet. Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen des Verbundvorhabens „Entwicklung von innovativen Konzepten zur Clusterung von Bestandsbiogasanlagen für die Bereitstellung von Biomethan“ mit dem Akronym BGA-Cluster.

1. Einführung

Aktuell sind 9.909 Biogasanlagen in Deutschland in Betrieb und leisten mit insgesamt 33,89 TWh elektrischer Energie aus Biogas bereits heute einen merklichen Beitrag zur Energiewende in Deutschland [1]. Mit dem Auslaufen der 20-jährigen Vergütung durch das EEG stellt sich heute vielen Anlagenbetreibern die Frage des wirtschaftlichen Weiterbetriebs der Anlage.

Das deutsche Stromnetz wird durch die Transformation der Energieversorgung zu nachhaltigen, aber fluktuierenden Stromquellen wie PV oder Wind belastet. Auch ist nach wie vor die Speicherung erneuerbarer Energien eine Herausforderung. Biogasanlagen und das erzeugte Biogas können – sinnvoll eingesetzt – eine Lösung für diese Probleme sein.

Eine Möglichkeit ist die flexible Stromerzeugung in so genannten „Flex-BHKWs“, die bedarfsgerecht Strom erzeugen. Eine weitere Option bietet die Einspeisung von Biomethan in das deutsche Gasnetz. Dadurch kann der erneuerbare Energieträger Biogas nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich flexibel erzeugt und genutzt werden. Auch die EU nennt 2022 in dem REPowerEU-Plan Biomethan als ein kostengünstiges Mittel, die Energieversorgung der EU zu diversifizieren und von (fossilen) Energieimporten unabhängig zu machen. So wird für das Jahr 2030 eine Steigerung der nachhaltigen Biomethanherzeugung in der EU auf 35 Mrd. m³ Biomethan genannt, das entspricht ca. 350 TWh Biomethan [2]. Zum Vergleich: 2022 wurden in Europa 4,2 Mrd. m³ Biomethan (~42 TWh) erzeugt [3]. Die Biomethanproduktion von insgesamt 214 Anlagen in Deutschland 2022 betrug rund 10 TWh [4].

Die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan ist bisher vor allem für größere Biogasanlagen wirtschaftlich. Aufgrund verhältnismäßig hoher spezifischer Investitionskosten ist die Aufbereitung zu Biomethan für kleine Biogasaufbereitungsanlagen nicht wirtschaftlich (**Bild 1**). Der Zusammenschluss mehrerer Biogasanlagen zu so genannten Clustern, mit einer zentralen Biogasaufbereitungsanlage und Einspeiseanlage, ist daher eine ökonomisch interessante Option auch kleineren Biogasanlagen die Erzeugung von Biomethan und einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb zu ermöglichen.

2. Technische Übersicht über ein Cluster

Der Aufbau eines Biogasanlagen-Clusters mit Aufbereitung und Einspeisung ist in **Bild 2** dargestellt. Das Biogas wird in der Biogasanlage erzeugt. Eine Grobentschwefelung des Biogases erfolgt bereits im Fermenter der Biogasanlage. Bevor das Biogas in das Rohbiogassammelleitungsnetz eingespeist werden kann, muss das Gas feinentschwefelt und getrocknet werden. Bei dieser Feinreinigung werden Wasser und letzte Reste Schwefel entfernt, um Korrosion im Leitungsnetz und bei den Gasanwendungen zu vermeiden.

Die Gasanalyse bestimmt die Zusammensetzung des Gases, um die korrekte Funktion der Feinreinigung und eine gleichbleibende Qualität des Gases für die Aufbereitungsanlage sicherzustellen. Zudem wird hier die Menge des Gases und der Methangehalt bestimmt – wichtige Messgrößen, um eine Abrechnung durchzuführen. Das feingereinigte Rohbiogas, das im Wesentlichen nun nur noch aus CH₄ und CO₂ besteht, wird durch das Rohbiogassammelleitungsnetz zur Biogasauf-

bereitungsanlage transportiert. Es existieren viele verschiedene Aufbereitungsverfahren, wobei übliche Verfahren in der Praxis Membranverfahren, Aminwäschen, Druckwasserwäsche oder die Druck-Wechsel-Adsorption sind. Bei der Wahl des geeigneten Aufbereitungsverfahrens sind die örtlichen Begebenheiten der Aufbereitungsanlage mitzudenken: Steht beispielsweise eine Wärmequelle zur Verfügung, können thermisch geführte chemische Wäschen wie die Aminwäsche interessant sein. Bei Verfahren, die überwiegend Strom benötigen, ist eine günstige und nachhaltige Stromquelle ideal. Zentrale, große Biogasaufbereitungsanlagen weisen geringere spezifische Kosten auf, als mehrere kleine Anlagen. Auch die Wärme- und Strom-Integration ist für große Anlagen einfacher durchzuführen. Das in der Biogasaufbereitungsanlage aufbereitete Biomethan wird zur Biomethaneinspeiseanlage transportiert. Um zusätzliche Kosten für die Anschlussnehmer zu vermeiden, sollte nach § 33 GasNZV (Gasnetzzugangsverordnung) die Lei-

tungslänge zwischen Biogasaufbereitungsanlage und Gasnetz die Länge von 1 km nicht überschreiten. In der Einspeiseanlage wird die Qualität des Biomethans kontrolliert, gegebenenfalls der Brennwert des Gases angepasst und das Gas odoriert. Anschließend wird das Gas auf den für das vorliegende Gasnetz nötigen Druck gebracht.

Die durch die Einspeisung für den Gasnetzbetreiber entstehenden Kosten werden nach § 7 der KoV (Kooperationsvereinbarung zwischen den Betreibern von in Deutschland gelegenen Gasversorgungsnetzen) und § 20b der GasNEV (Gasnetzentgeltverordnung) bundesweit auf alle Netze umgelegt, auch bezeichnet als Kostenwälzung. Durch den Zusammenschluss mehrerer Biogasanlagen und die gemeinsame Einspeisung verringert sich die Anzahl der Einspeiseanlagen. Damit reduziert sich auch die Bearbeitungszeit und der Aufwand der Einspeisebegehren und die Gasnetzbetreiber werden entlastet. Zudem müssen weniger Einspeiseanlagen

Bild 1: Spezifische Investitionskosten für verschiedene Verfahren zur Biogasaufbereitung in Abhängigkeit der Anlagengröße [nach 5, aktualisiert 2023]

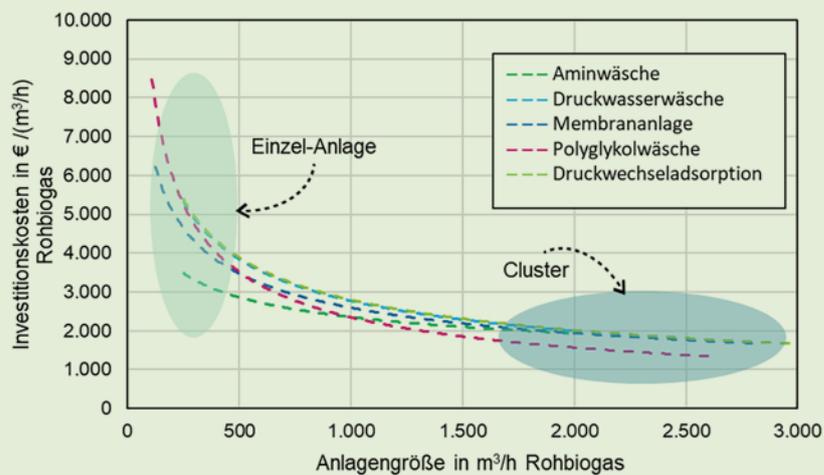
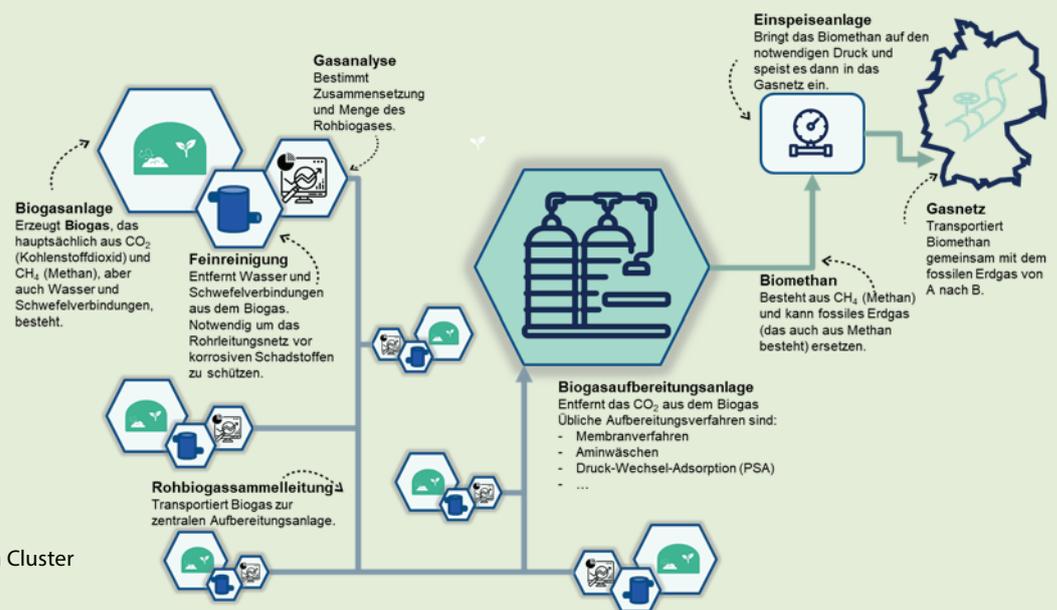


Bild 2: Von der Biogasanlage zum Cluster und weiter zur Einspeisung



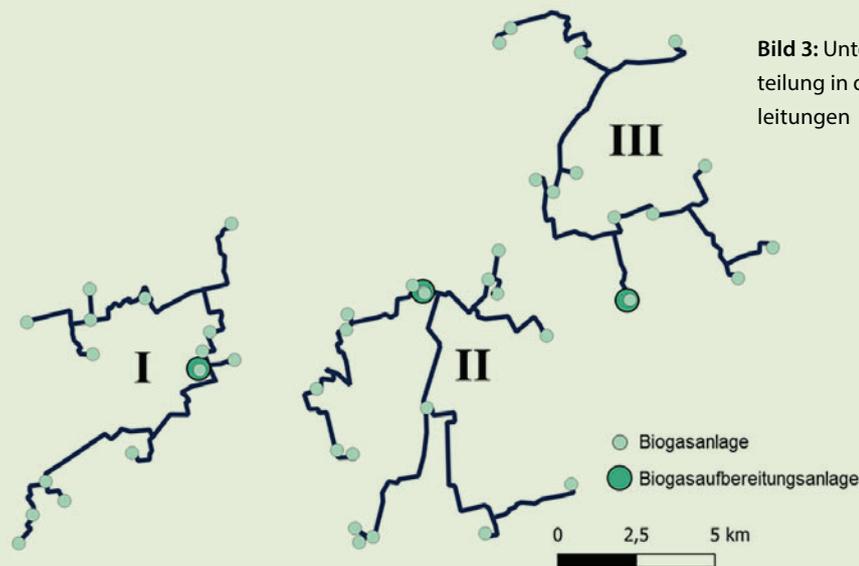


Bild 3: Untersucher Modellstandort, Unterteilung in drei Cluster mit Rohbiogassammelleitungen

gebaut und betrieben werden. Diese Kostenersparnis betrifft durch die Kostenwälzung letztlich die Verbraucher und damit die Allgemeinheit.

3. Analyse eines Clusterstandortes

Ziel des Projekts „BGA-Cluster“ war die Erstellung eines Leitfadens, der im Frühjahr 2024 von der FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) veröffentlicht wird. Dazu wurden insgesamt drei verschiedene Modellstandorte in Deutschland untersucht. Für einen Standort (**Bild 3**) wurde eine detailliertere Projektierung und Kostenschätzung durchgeführt.

Aufgrund der Größe wurde dieser Modellstandort in drei Cluster unterteilt. Jedes dieser Cluster hat ein eigenes Sammelleitungsnetz und eine eigene Biogasaufbereitungs- und Einspeiseanlage. Diese Cluster umfassen 14-18 Biogasanlagen, die zwischen 2.220 und 3.370 m³/h Rohbiogas produzieren (**Tabelle 1**). Die Rohrleitungslänge der Sammelleitungen der Cluster beträgt zwischen 33 und 46 km. Die geografischen Standorte der Biogasanlagen wurden auf Basis des Marktstammdatenregisters und Fragebögen ermittelt. Mit Hilfe von Satellitenbildern und Kartenmaterials konnten der Verlauf und die Länge des Rohbiogasleitungsnetz abgeschätzt werden.

Im Rahmen des Projektes wurden Lokalveranstaltungen für interessierte Betreiber veranstaltet, bei denen das Projekt vorgestellt wurde und Fragen beantwortet werden konnten. Die Betreiber erhielten zudem Fragebögen, in denen sie genauere Auskünfte über ihre Biogasanlage geben konnten. Die Erkenntnisse aus zahlreichen Gesprächen mit Biogasanlagenbetreibern und der technoökonomischen Analyse wurden anschließend in dem Leitfaden festgehalten. Neben Anlagenbetreibern soll dieser auch Gasnetzbetreibern und Entscheidungsträgern bei Fragen rund um das Thema Biogasanlagen-Clusterung und Einspeisung Antworten liefern.

4. Ergebnisse

4.1 Wichtige technische und organisatorische Fragen

Vor der Clusterung sollte jeder Biogasanlagenbetreiber einige technische sowie organisatorische Fragestellungen beantworten. Neben der für die Clusterung zur Verfügung stehenden Biogasmenge und dem Eigenstrom- bzw. Wärmeverbrauch sind auch z. B. bestehende Verpflichtungen durch bestehende Nahwärmenetze entscheidend. Innerhalb eines Clusters ist eine Teileinspeisung des Rohbiogases möglich. Die Nutzung eines Teilstroms an Biogas in BHKWs zur Deckung des Eigenstrom- sowie Wärmebedarfs ist eine Möglichkeit, bedarfsgerecht Strom und Wärme zu produzieren. Bei bestehender Versorgung von Wärmekunden könnten diese außerdem in den Wintermonaten mit Biogas – und damit mit Wärme – versorgt und in den Sommermonaten das Biometan in das Gasnetz eingespeist und gespeichert werden.

Um in den ersten Gesprächen mit Nachbarn oder auch dem örtlichen Gasnetzbetreiber mögliche unterschiedliche Vorstellungen darzulegen und in weiteren Gesprächen Lösun-

Tabelle 1: Untersucher Modellstandort, Unterteilung in drei Cluster mit Rohbiogassammelleitungen

Cluster	I	II	III
Anzahl Biogasanlagen	17	18	14
Volumenstrom Rohbiogas (NTP)	2.220 m ³ /h	3.370 m ³ /h	2.420 m ³ /h
Leitungslänge	33	46	33
Kosten Rohrleitungsbau	5,1 Mio. €	7 Mio. €	5,3 Mio. €
Spez. Kosten Rohrleitungsbau	~ 152 €/m	~ 152 €/m	~ 162 €/m

Tabelle 2: Durchschnittliche Investitionskosten für einen konventionellen Netzanschluss sowie ein Biogas-Cluster mit ~16 Anlagen.

*1~300 m³/h, *2~37 km Rohrleitungslänge, *3 ~2.600 m³/h

	Netzanschluss konventionell *1	Durchschnitts-BGA im Beispiel-Cluster *1
Rohbiogasübergabestation	-	ca. 85 k€
Rohbiogassammelleitung	-	~ 355 k€ *2
Biogasaufbereitungsanlage	mind. 1.500 k€	~ 330 k€ *3
Biogaseinspeiseanlage + Netzanschluss (< 1 km)	250 k€	~ 16 k€
Gesamtkosten für Netzanschlussnehmer	ca. 1,75 Mio. €	ca. 0,81 Mio. €
Gesamtkosten inklusive Baunebenkosten (20 %) für Netzanschlussnehmer	ca. 2,1 Mio. €	ca. 0,97 Mio. €

gen zu finden, sind diese Vorüberlegungen ratsam. Ein wichtiges Thema ist dabei die Position der Biogasaufbereitungsanlage und die Distanz zum örtlichen Gasnetz, um die 1-km-Leitungslänge der GasNZV § 33 nicht zu überschreiten. Auch ein möglicher Verlauf des Rohbiogasnetzes und eventuelle Hindernisse (Bahnlinien, Flüsse u. Ä.) die die Rohrverlegekosten stark erhöhen können, sollten vorab geklärt werden.

Da jeder Biogasanlagenbetreiber individuelle Vorstellungen und Wünsche in einem Clusterprojekt hat, ist eine vertraglich gesicherte Organisation zwischen den verschiedenen Akteuren innerhalb des Clusters empfehlenswert. Dabei weisen die Pflichten und Aufgaben sowie die individuellen Wünsche jedes einzelnen Akteurs auf eine mögliche Rollenverteilung hin. Grundprinzip aller Überlegungen und Lösungsvorschlägen im Leitfaden sind die fair aufgeteilten Kosten für alle Biogasanlagenbetreiber.

Mögliche Abrechnungs- und Betriebsformen sowie Optionen bei der Vertragsgestaltung zwischen den verschiedenen Akteuren werden im Leitfaden beschrieben.

4.2 Techno-ökonomische Analyse

Anhand eines Beispielclusters in Deutschland wurden die Hauptbestandteile zur Clusterung technisch ausgelegt und anschließend die Kosten dafür ermittelt. Die Rohbiogasübergabestation, die an jeder Biogasanlage vorhanden sein muss, ist für alle Biogasanlagen gleich. Die Kosten der verschiedenen Komponenten des Clusters (Rohbiogasübergabestation, Aufbereitungsanlage und Einspeiseanlage) wurden anhand von Angeboten aus der Industrie und langjähriger Betriebserfahrung ermittelt.

In **Tabelle 2** werden die Gesamtinvestitionskosten zur Biomethanherzeugung für eine durchschnittliche Biogasanlage innerhalb eines Clusters mit den Kosten verglichen, die beim konventionellen, alleinigen Netzanschluss anfallen.

Tabelle 2 zeigt, dass beim konventionellen Netzanschluss zwar keine Kosten auf die Rohbiogasübergabestation sowie die Rohbiogasleitung entfallen, dafür muss ein Biogasanlagenbetreiber die Kosten für die Biogasaufbereitungsanlage sowie den Kostenanteil für die Biomethaneinspeiseanlage alleine tragen. Für eine Verbindungsleitungslänge von weniger als einem Kilometer entfallen dabei, nach

GasNZV, Kosten für den Anschlussnehmer von maximal 250.000 € an. Zum Vergleich: Beim Netzanschluss innerhalb eines Clusters fallen zwar zusätzlich Kosten für die Rohbiogasübergabestation sowie die Rohbiogassammelleitung an. Allerdings können die Kosten für die Rohbiogassammelleitung, die Biogasaufbereitungsanlage und Biomethaneinspeiseanlage (nach GasNZV) auf alle Biogasanlagenbetreiber aufgeteilt werden. Vorschläge zur Aufteilung der Kosten finden sich in dem im Projekt ausgearbeiteten Leitfaden. Bei der Biogasaufbereitungsanlage kommt noch ein weiterer Effekt zum Tragen, die Economy of Scale: je größer die Aufbereitungsanlage, desto geringer fallen die spezifischen Kosten aus (siehe **Bild 1**).

Dadurch reduzieren sich die Gesamtinvestitionskosten pro Anlagenbetreiber beim Netzanschluss innerhalb eines Clusters um ca. 50 %.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Clusterung von Biogasanlagen bietet auch für kleinere Biogasanlagen die Möglichkeit der kosteneffizienten Biogaseinspeisung. Biomethan kann als nachhaltiger Energieträger räumlich und zeitlich flexibel erzeugt und genutzt werden. Durch die Einspeisung in das Gasnetz wird so zusätzlich das deutsche Stromnetz in Zeiten hoher EE-Produktion entlastet. Auch wenn die EU in RePowerEU-Plan Biomethanziele veröffentlicht, fehlen in Deutschland die notwendigen nationale Regelungen und Ausbauziele.

Die bisher gültige Gasnetz Zugangsverordnung, die die Kostenteilung zwischen Anschlussnehmer und Gasnetzbetreiber regelt, wird zum 31. Dezember 2025 auslaufen. Aktuell ist unklar, ob der bisherige uneingeschränkte Anschluss von Biogasanlagen ans Gasnetz sowie die Kostenaufteilung weiterbesteht.

Eine wichtige Grundvoraussetzung für das Gelingen der Biogas-Clusterung ist die Initiative durch beispielsweise einen BGA-Betreiber und eine vertrauensvolle und rechtssichere Zusammenarbeit aller Partnern im Cluster. Bei Umsetzung der Clusterung wurde eine Kostenersparnis pro Anlagenbetreiber von rund 50 %, im Vergleich zur einem konventionellen, alleinigen Biomethaneinspeisung ermittelt.

Neben der Kostenersparnis bei der Aufbereitung und Einspeisung für Betreiber sinken durch die Clusterung von Biogasanlagen aufgrund der geringeren Anzahl an Einspeiseanlagen auch die Kosten für die Gasnetzbetreiber. Somit werden letztlich durch die Kostenwälzung auch Kosten für die Allgemeinheit gesenkt.

Anmerkung

Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen des Verbundvorhabens „Entwicklung von innovativen Konzepten zur Clusterung von Bestandsbiogasanlagen für die Bereitstellung von Biomethan“ mit dem Akronym BGA-Cluster. Das Projekt wurde von November 2021 bis Januar 2024 vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. gefördert. Die Projektpartner umfassen die DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruhe Instituts für Technologie, die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie der Universität Hohenheim, der Fachverband Biogas e. V., die Erdgas Südwest GmbH, die keep it green GmbH sowie die Grinix GmbH als Unterauftragnehmer. Die Ergebnisse des Projektes werden im Frühjahr 2024 in einem Leitfaden von der FNR online veröffentlicht.

Literatur

- [1] Fachverband Biogas. Branchenzahlen 2022 und Prognose der Branchenentwicklung 2023. [https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/23-09-25_Biogas_Branchenzahlen-2022_Prognose-2023.pdf](https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/23-09-25_Biogas_Branchenzahlen-2022_Prognose-2023.pdf)
- [2] REPowerEU Plan: Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions REPowerEU, 2022
- [3] European Biogas Association. EBA Statistical Report 2023. <https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2023/12/EBA-Statistical-Report-2023-Launch-webinar.pdf>
- [4] Bundesnetzagentur, Bundeskartellamt. Monitoringbericht 2023, 2023
- [5] *Beyrich, W.; J. Kasten, J.; Denysenko, V.; Rensberg, N.; Hüttenrauch, J.; Schumann, E. und Edel, M.: Schlussbericht Effiziente Mikro-Biogauffbereitungsanlagen (eMikroBGAA), 2019*

Autor:innen



Katharina Bär

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruhe Instituts für Technologie | Karlsruhe |
Tel.: +49 721 608-41271 |
baer@dvwg-ebi.de



Christiane Staudt

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruhe Instituts für Technologie | Karlsruhe |
Tel.: +49 721 608-41282 |
staudt@dvwg-ebi.de



Dr.-Ing. Friedemann Mörs

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruhe Instituts für Technologie | Karlsruhe |
Tel.: +49 721 608-41274 |
moers@dvwg-ebi.de



Dr.-Ing. Frank Graf

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruhe Instituts für Technologie | Karlsruhe |
Tel.: +49 721 608-41221 |
graf@dvwg-ebi.de

15. Symposium Pipelinetchnik

8. Oktober 2024, Bochum

 SYMPOSIUM
PIPELINETECHNIK



HIER TICKET SICHERN
www.3r-rohre.de/pipeline-2024

Veranstalter

 TÜVRheinland®
Genau. Richtig.

 3R