

Berlin, 28. Juni 2024

**BDEW Bundesverband
der Energie- und
Wasserwirtschaft e.V.**

Reinhardtstraße 32
10117 Berlin

www.bdeu.de

Positionspapier

Luftschadstoff-Emissionsanforderungen in Ausschreibungen für wasserstofffähige Kraftwerke im Rahmen der Kraftwerksstrategie

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Berlin, und seine Landesorganisationen vertreten mehr als 2.000 Unternehmen. Das Spektrum der Mitglieder reicht von lokalen und kommunalen über regionale bis hin zu überregionalen Unternehmen. Sie repräsentieren rund 90 Prozent des Strom- und gut 60 Prozent des Nah- und Fernwärmeabsatzes, über 90 Prozent des Erdgasabsatzes, über 95 Prozent der Energienetze sowie 80 Prozent der Trinkwasser-Förderung und rund ein Drittel der Abwasser-Entsorgung in Deutschland.

Der BDEW ist im Lobbyregister für die Interessenvertretung gegenüber dem Deutschen Bundestag und der Bundesregierung sowie im europäischen Transparenzregister für die Interessenvertretung gegenüber den EU-Institutionen eingetragen. Bei der Interessenvertretung legt er neben dem anerkannten Verhaltenskodex nach § 5 Absatz 3 Satz 1 LobbyRG, dem Verhaltenskodex nach dem Register der Interessenvertreter (europa.eu) auch zusätzlich die BDEW-interne Compliance Richtlinie im Sinne einer professionellen und transparenten Tätigkeit zugrunde. Registereintrag national: R000888. Registereintrag europäisch: 20457441380-38

Inhalt

1	Einführung: Kraftwerksstrategie der Bundesregierung	3
2	Ausgestaltung der Emissionsanforderungen an wasserstofffähige Gaskraftwerke	4
2.1	Grundsätzliche Überlegungen zu den Emissionsanforderungen für wasserstofffähige Gaskraftwerke	5
2.2	Umrechnungsfaktor für die unterschiedliche Rauchgaszusammensetzung bei Wasserstoffverbrennung	5
2.3	Potenzieller Bedarf an höheren Emissionsgrenzwerten aufgrund erhöhter thermischer Stickstoffoxid-Bildung bei Wasserstoffverbrennung	6
2.4	Fortschreibung von Emissionsanforderungen	7

1 Einführung: Kraftwerksstrategie der Bundesregierung

Die Bundesregierung beabsichtigt, mit einer Kraftwerksstrategie einen kurzfristigen Rahmen für Investitionen in steuerbare Erzeugungskapazitäten zu schaffen. Damit soll der durch den vorgezogenen Kohleausstieg und das Ausscheiden von alten Gaskraftwerken bedingten Reduktion an steuerbarer Erzeugungsleistung entgegengewirkt werden. Auf der Basis der [Einigung zur Kraftwerksstrategie](#) der Bundesregierung vom 5. Februar 2024 werden die Voraussetzungen geschaffen, damit die Energiewirtschaft in neue wasserstofffähige Gaskraftwerke investieren kann.

Die Bundesregierung hat diesbezüglich angekündigt, neue Kapazitäten von bis zu 4 mal 2,5 Gigawatt (GW) an wasserstofffähigen („H₂-ready“) Gaskraftwerken kurzfristig auszuschreiben. Diese modernen, hochflexiblen und klimafreundlichen Kraftwerke (Realisierungszeit mind. 4 bis zu 8 Jahre) sollen zunächst mit Erdgas und später mit Wasserstoff betrieben werden können. Ab einem im Jahr 2032 festzulegenden Umstiegsdatum zwischen 2035 und 2040 sollen die Kraftwerke vollständig auf Wasserstoffbetrieb umgestellt werden. Hinzu kommen die von Beginn an mit einem substantiellen Wasserstoffanteil zu betreibenden „Sprinter-Kraftwerke“, die zusammen mit den wasserstofffähigen Gaskraftwerken ebenfalls mit einem Ausschreibungsvolumen von 500 MW ausgeschrieben werden sollen.

In diesem Zusammenhang sollen auch die Planungs- und Genehmigungsverfahren für Kraftwerke substantiell beschleunigt werden.

Grundvoraussetzung für jegliche Investitionen in Kraftwerke ist die Gewährleistung einer rechtssicheren Ausgestaltung aller Instrumente auf nationaler sowie EU-Ebene. Die Ausschreibungsbedingungen müssen so ausgestaltet sein, dass die aus den technischen, marktwirtschaftlichen und regulatorischen Vorgaben resultierenden Einnahmen aus der Investition über den Förderzeitraum hinweg prognostizierbar sind. Daher braucht es **schnell konkrete planungssichere Vorgaben für Genehmigung, Bau und Betrieb der Anlagen** – inklusive „H₂-Genehmigungsleitfäden“ für die Behörden sowie bundesweit einheitliche Luftschadstoff-Emissionsanforderungen für die Wasserstoffverbrennung.

Die im Folgenden formulierten Vorschläge zur Ausgestaltung der Emissionsanforderungen für beide Kategorien auszuschreibender Kraftwerke sind Ergebnis eines von BDEW und vgb energy organisierten Experten-Workshops der Anlagenbetreiber, der am 22. Mai 2024 in Berlin stattgefunden hat.

2 Ausgestaltung der Emissionsanforderungen an wasserstofffähige Gaskraftwerke

Aufgrund der signifikanten Unterschiede in den physikalischen und verbrennungstechnischen Eigenschaften ist bei Einsatz von Wasserstoff gegenüber der Verbrennung von Erdgas eine eigenständige Betrachtung und Festlegung von Emissionsanforderungen erforderlich.

Die Verbrennung von Wasserstoff und die damit verbundenen Besonderheiten sind in der europäischen Industrieemissionsrichtlinie und den einschlägigen nationalen Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bislang nicht ausreichend berücksichtigt. Auch auf EU-Ebene des BREF-Prozesses sind entsprechende Festlegungen zum Stand der „besten verfügbaren Technik“ der Wasserstoffverbrennung in Gasturbinenanlagen aufgrund fehlender Referenzanlagen nicht verfügbar. Diese können erst erarbeitet werden, wenn eine hinreichende Anzahl großtechnischer Anwendungen genügend Betriebserfahrungen sammeln konnte, um angemessene Emissionsbandbreiten ableiten zu können.

Den Genehmigungsbehörden fehlen somit derzeit einheitliche technische Rahmenbedingungen bei der Bearbeitung von Genehmigungsanträgen von wasserstoffgefeuerten Anlagen. So enthält insbesondere die 13. BImSchV keine Stickstoffoxidemissionsgrenzwerte für den Betrieb von Gasturbinenanlagen mit einem Wasserstoffanteil von mehr als 10 Volumenprozent (entsprechend einem Anteil von mehr als 3 Prozent an der Feuerungswärmeleistung). Die Genehmigungsbehörden haben damit für diese Fälle keine einheitlich zu verwendende Entscheidungsgrundlage.

Geeignete und vor allem angemessene, die Besonderheiten einer sich in Entwicklung befindlichen Technologie berücksichtigende bundesweit einheitliche Anforderungen an die Stickstoffoxidemissionen der wasserstofffähigen Kraftwerke im Wasserstoffbetrieb sollten außerdem in das **Pflichtenheft der Ausschreibungen** aufgenommen werden, um vor dem Hintergrund des erheblichen Einflusses der Anforderungen auf Investitions-, Nachrüstungs- und Betriebskosten gleiche und faire Wettbewerbsbedingungen für alle Teilnehmer an den Ausschreibungen über alle Anlagenkategorien zu gewährleisten. Solche Mindestanforderungen würden auch Genehmigungsverfahren von wasserstoffgefeuerten Anlagen, welche bereits einen (teilweise) Wasserstoffbetrieb umfassen sollen, beschleunigen.

Diese Anforderungen an die Emissionen sollten ausschließlich im Einvernehmen und nach Anhörung der betroffenen Verbände von Betreibern und Anlagenbauern gesetzt werden.

Die nationalen Anforderungen sollten zumindest so lange gelten, bis Mindestanforderungen nach dem Stand der Technik für die Wasserstoffverbrennung auf europäischer Ebene festgesetzt worden sind. Eine solche europäische Festsetzung kann sinnvollerweise erst dann erfolgen, wenn geeignete Referenzanlagen für den Wasserstoffbetrieb in ausreichender Anzahl für den BVT-Prozess zur Verfügung stehen.

2.1 Grundsätzliche Überlegungen zu den Emissionsanforderungen für wasserstofffähige Gaskraftwerke

Die Emissionsanforderungen für den Betrieb mit Erdgas richten sich grundsätzlich nach den bundesweit einheitlichen Anforderungen der 13. bzw. 44. BImSchV.

Für den Mischbetrieb von Wasserstoff und Erdgas sind die Mischungsregeln der 13. bzw. 44. BImSchV anzuwenden, wobei auf den jeweils zugeführten Anteil an der Feuerungswärmeleistung abzustellen ist.

Die Festlegung von Anforderungen an die Luftschadstoffemissionen für den Betrieb mit Wasserstoff im Rahmen der Ausschreibungskriterien lassen anderweitige immissionsschutzrechtliche Regelungen und Anforderungen für die Erteilung der Anlagenehmigungen unberührt.

Um eine sachgerechte Differenzierung der Emissionsanforderungen nach Anlagenart (Kesselfeuerung, Gasturbine, GuD, Verbrennungsmotor) sowie neu errichtete bzw. umzurüstende bestehende Anlagen zu erreichen, sollten ausgehend von den jeweiligen Emissionsanforderungen der betroffenen Anlagenarten für den Betrieb mit Erdgas bzw. anderen kohlenwasserstoffbasierten Gasen zwei verschiedene Umrechnungsfaktoren für den Betrieb mit Wasserstoff kumulativ zur Anwendung kommen, die im Folgenden beschrieben werden.

2.2 Umrechnungsfaktor für die unterschiedliche Rauchgaszusammensetzung bei Wasserstoffverbrennung

Bei der Festlegung von Emissionsanforderungen sind die unterschiedlichen Verbrennungsbedingungen und die damit einhergehenden unterschiedlichen Rauchgaszusammensetzungen bei der Wasserstoffverbrennung gegenüber der Verbrennung von Erdgas zu berücksichtigen. So ist bei der Wasserstoffverbrennung oder -mitverbrennung mit einer vermehrten Wasserdampfbeladung des Rauchgases zu rechnen. Außerdem sind bei der Verbrennung von Wasserstoff höhere Gehalte an Restsauerstoff, bei der Mitverbrennung von Wasserstoff geringere Kohlendioxidanteile und bei der Wasserstoff-Monoverbrennung gar keine verbrennungsbedingten Kohlendioxidanteile im Rauchgas zu verzeichnen.

Im Immissionsschutzrecht ist es üblich, die Emissionen als Massenkonzentration in der Einheit Milligramm je Kubikmeter Abgas (mg/m^3) bezogen auf das Abgasvolumen im Normzustand nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und bezogen auf den jeweiligen Bezugsauerstoffgehalt (Gasturbinen: 15 Prozent) anzugeben. Im Falle der Wasserstoffverbrennung führt diese Vorgehensweise allerdings zu Verzerrungen, da die wesentlichen Rauchgasbestandteile Wasserdampf, Stickstoff und Sauerstoff sind und keine verbrennungsbedingten Kohlenstoffoxide als weiterer Hauptbestandteil enthalten sind, die das Rauchgasvolumen

signifikant vergrößern und somit das Rauchgas in Bezug auf die Luftschadstoffe und den Restsauerstoffgehalt verdünnen. Die für die Kohlenwasserstoffverbrennung typische Rauchgaszusammensetzung der Hauptbestandteile wurde bei der Festlegung bestehender Emissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe für die Verbrennung gasförmiger Brennstoffe berücksichtigt. Die erhöhten Anteile an Wasserdampfbeladung und des Restsauerstoffgehaltes führen bei der Umrechnung der gemessenen auf die o. g. normierte Emissionskonzentration zu einer systematischen Benachteiligung der Wasserstoffverbrennung gegenüber der Kohlenwasserstoffverbrennung in einer vergleichbaren Anlage, da die Konzentrationswerte auch ohne physikalische Zunahme der Schadstoffproduktion höher sind, ohne dass ein zusätzlicher Umweltschaden zu besorgen wäre.

Nach ersten Erkenntnissen ist ein Umrechnungsfaktor von 1,34 – 1,38 erforderlich, um den Betrieb mit Wasserstoff nicht gegenüber dem Erdgasbetrieb bei gleicher Schadstofffracht durch die Umrechnung auf Normbedingungen zu benachteiligen. Der Umrechnungsfaktor von 1,34 ist das Ergebnis einer prozessthermodynamischen Betrachtung einer virtuellen Gasturbinenanlage für die Fälle einer hundertprozentigen Erdgas- und einer hundertprozentigen Wasserstoffverbrennung¹.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist das Zulassen dieses Umrechnungsfaktors für die unterschiedliche Rauchgaszusammensetzung bei Wasserstoffbetrieb gegenüber den Anforderungen an den Erdgasbetrieb grundsätzlich für alle Luftschadstoffe notwendig und hinreichend. Abweichend davon ist darüber hinaus für den Luftschadstoff Stickstoffoxide ein weiterer Umrechnungsfaktor wie nachfolgend beschrieben notwendig.

2.3 Potenzieller Bedarf an höheren Emissionsgrenzwerten aufgrund erhöhter thermischer Stickstoffoxid-Bildung bei Wasserstoffverbrennung

Die Verbrennung von Wasserstoff unterscheidet sich deutlich von Erdgas und anderen Kohlenwasserstoffen, insbesondere im Hinblick auf den Heizwert, die Abgaszusammensetzung, die Verbrennungsgeschwindigkeit und die Verbrennungstemperaturen. Insbesondere die

¹ Dr. Manfred Freimark (vgbe), Prof. Dr. Uwe Gampe (TU Dresden), Jens Walter (BASF): Betrachtungen zur H₂-(Mit)-Verbrennung in Gasturbinen und Realisierung von 100% H₂-Readiness bei Neu- und Bestandsanlagen. Fachvortrag auf dem 3. H₂-Workshop des TC „Gasturbinen“, 14. November 2023.

Verbrennung von Wasserstoff in Gasturbinen ist eine neuartige Technologie („emerging technology“), für die umfangreiche betriebliche Erfahrungen noch fehlen.

Mit der Bildung von thermischem NO_x ist bei hohen Verbrennungstemperaturen ab etwa 1200 °C zu rechnen. Die adiabate Verbrennungstemperatur von Wasserstoff mit Luft ist unter stöchiometrischen Bedingungen und gleicher Luftüberschusszahl ca. 150 °C höher als bei Erdgas.

Die Verbrennung von Wasserstoff kann aufgrund der im Allgemeinen höheren Verbrennungstemperaturen zu verstärkter thermischer NO_x -Bildung führen. Die Bildungsrate nimmt oftmals mit der Temperatur exponentiell zu. Zu beachten ist, dass die thermische NO_x -Entstehung temperatur- und druckabhängig ist und diese Werte für größere Gasturbinen-Leistungsklassen deshalb höher liegen können als für kleinere Aggregate. Außerdem haben das Sauerstoffangebot und die Verweilzeit in der Verbrennungszone einen wesentlichen Einfluss auf die NO_x -Entstehungsrate.

Der erhöhten thermischen NO_x -Bildung ist mit einem angemessenen Aufschlag bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten Rechnung zu tragen.

Der potenzielle Bedarf an höheren Emissionsgrenzwerten sollte dringend von der Bundesregierung im Dialog mit den Verbänden von Kraftwerksbetreibern und Anlagenbauern abgestimmt werden.

2.4 Fortschreibung von Emissionsanforderungen

Bisher liegen nur wenige praktische Erkenntnisse und Messungen aus dem Betrieb von Gasturbinenanlagen mit Wasserstoff vor.

Sobald ausreichende Erkenntnisse zum Stand der Technik der Wasserstoffverbrennung auf Grundlage von Referenzanlagen auf europäischer oder nationaler Ebene vorliegen, sollten in die 13. BImSchV für den Betrieb mit Wasserstoff technisch erreichbare Stickstoffoxidemissionsgrenzwerte aufgenommen werden. Auch die 44. BImSchV ist dann für den Brennstoff Wasserstoff anzupassen.

Zu diesem Zeitpunkt bereits genehmigte, in Bau oder Betrieb befindliche wasserstofffähige Kraftwerke sind hierbei als bestehende Anlagen zu betrachten, für die einhaltbare verhältnismäßige Anforderungen zu stellen sind.