LEITLINIEN

BEFÄHIGUNGSANFORDERUNGEN FÜR DEN BETRIEB VON FAHRZEUGEN, DIE KOMPRIMIERTEN **GASFÖRMIGEN WASSERSTOFF ALS BRENNSTOFF** NUTZEN

November 2026



© Sogestran 2024
Gauthier Mignot

CESNI

Europäischer Ausschuss zur Ausarbeitung von Standards im Bereich der Binnenschifffahrt

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL I EINLEITUNG 3
1. Ziele und Adressaten 3
2. Methodik 3
TEIL II ANFORDERUNGEN FÜR DEN BETRIEB VON FAHRZEUGEN, DIE KOMPRIMIERTEN GASFÖRMIGEN WASSERSTOFF ALS BRENNSTOFF NUTZEN 5

TEIL I
EINLEITUNG

1. Ziele und Adressaten

Die CESNI-Arbeitsgruppe für Berufsbefähigungen hat Leitlinien für Befähigungen zum Betrieb von Fahrzeugen, die gasförmigen Wasserstoff als Brennstoff nutzen erstellt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird ausschließlich komprimierter Wasserstoff (in gasförmiger Form) behandelt.

Die Leitlinien richten sich in erster Linie an Ausbildungseinrichtungen und Schulen, die Studierende und Schüler in neuen Technologien ausbilden.

Sie wenden sich aber auch an Fahrzeugeigentümer, die die Verantwortung dafür tragen, dass ihre Besatzung in neuen Technologien geschult ist. Zudem können sie eine nützliche Informationsquelle für Versicherungsgesellschaften sein, die Besatzungen gegen Arbeitsunfälle versichern und in dieser Funktion möglicherweise Anforderungen an die Besatzungsmitglieder stellen.

2. Methodik

Bei der Ausarbeitung der Leitlinien haben die Sachverständigen die folgenden Hauptrisiken im Zusammenhang mit dem Betrieb von Fahrzeugen, die Wasserstoff als Brennstoff verwenden, ermittelt:

- **Hohes Entflammbarkeitspotenzial und hohe Explosionsgefahr:** Schon ein einfaches Streichholz in Verbindung mit einer geringen Menge Wasserstoff kann eine Explosion auslösen. Die Brand- und Explosionsgefahr ist höher als beispielsweise bei Methanol, insbesondere in geschlossenen Räumen oder unzureichend belüfteten Bereichen.
- **Gefahr durch elektrostatische Aufladung**: Anlagen und Transporteinrichtungen für Wasserstoff können sich elektrostatisch aufladen. Diese Ladungen können sich plötzlich entladen und Funken erzeugen, die eine Explosion auslösen können, wenn das Gas in ausreichender Konzentration vorhanden ist.
- **Erhebliche Leckagegefahr**: Das Molekül des gasförmigen Wasserstoffs (H_2) ist klein und kann leichter entweichen. Wasserstoff ist *farblos, geruchlos und ungiftig*, sodass er ohne spezielle Gasspürgeräte nicht erkannt werden kann. Bei einer langsamen Verbrennung ist die Flamme an der Leckstelle zudem fast unsichtbar.
- **Akustische Gefährdung**: Die durch ein Wasserstoffleck verursachten Schallemissionen sind aufgrund der Größe der Moleküle, des enormen Drucks, unter dem das Wasserstoff gespeichert wird (350 bar), und der Austrittsgeschwindigkeit aus dem Leck sehr hoch. So kann beispielsweise ein Wasserstoffleck bei einem Druck von 200 bar leicht 140 Dezibel erreichen.
- **Materialversprödung** (Stahl, Rohrleitungen, Anlagenkomponenten) kann zu Schäden an der Schiffsstruktur und den Komponenten führen. Dies bringt neue spezifische Anforderungen an die Instandhaltung mit sich.
- **Verwendung von Flaschenbündeln für verdichteten Wasserstoff**: Der Umgang mit diesen kann zu Schäden führen und erfordert daher spezielle Kenntnisse.

Bei der Ausarbeitung der Leitlinien wurden weitere Aspekte berücksichtigt:

- Für diesen Leitfaden wurde ein anwendungsorientierter und kohärenter Ansatz gewählt. Er ist bewusst offen formuliert, damit die Untersuchungskommissionen der Mitgliedstaaten den Untersuchungsinhalt an die aktuellen rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen anpassen können.

TEIL II
ANFORDERUNGEN FÜR DEN BETRIEB VON FAHRZEUGEN, DIE KOMPRIMIERTEN GASFÖRMIGEN WASSERSTOFF ALS BRENNSTOFF NUTZEN

1. Die Fachperson muss in der Lage sein, die Eigenschaften von komprimiertem Wasserstoff zu identifizieren und einen sicheren Umgang damit zu gewährleisten.

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
1. mögliche Gefahren von komprimiertem Wasserstoff zu erkennen;	1. Kenntnis der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff sowohl in seiner natürlichen Form als auch als komprimiertes Gas. 2. Kenntnis der möglichen Gefahren von komprimiertem Wasserstoff (wie hohe Entflammbarkeit, unter Druck stehendes Gas, Versprödung usw.). 3. Kenntnis der Maßnahmen zur Minderung der mit komprimiertem Wasserstoff und dessen Speicherung verbundenen Risiken. 4. Fähigkeit, andere Besatzungsmitglieder für die Eigenschaften und möglichen Gefahren von komprimiertem Wasserstoff zu sensibilisieren.
2. den sicheren Umgang mit komprimiertem Wasserstoff und der zugehörigen Ausrüstung zu gewährleisten.	1. Kenntnis der Speichersysteme für komprimierten Wasserstoff. 2. Kenntnis der Probleme, die an den Komponenten von Speichersystemen für komprimierten Wasserstoff auftreten können. 3. Kenntnis der Notmaßnahmen. 4. Kenntnis sicherer Bunkerverfahren. 5. Fähigkeit, sichere Arbeitsverfahren umzusetzen und zu überwachen. 6. Fähigkeit, im Falle eines Austritts von komprimiertem Wasserstoff geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

2. Die Fachperson muss in der Lage sein, die Einhaltung der Rechtsvorschriften zur Nutzung von komprimiertem Wasserstoff als Brennstoff sicherzustellen.

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
1. die für Wasserstoff geltenden Vorschriften zu ermitteln und deren Einhaltung sicherzustellen.	1. Kenntnis der einschlägigen technischen Standards. 2. Kenntnis der einschlägigen Polizeivorschriften. 3. Kenntnis der einschlägigen Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften. 4. Fähigkeit, die Besatzungsmitglieder in ihren Tätigkeiten zu unterweisen und zu überwachen, um für die Einhaltung der einschlägigen Vorschriften zu sorgen.

***