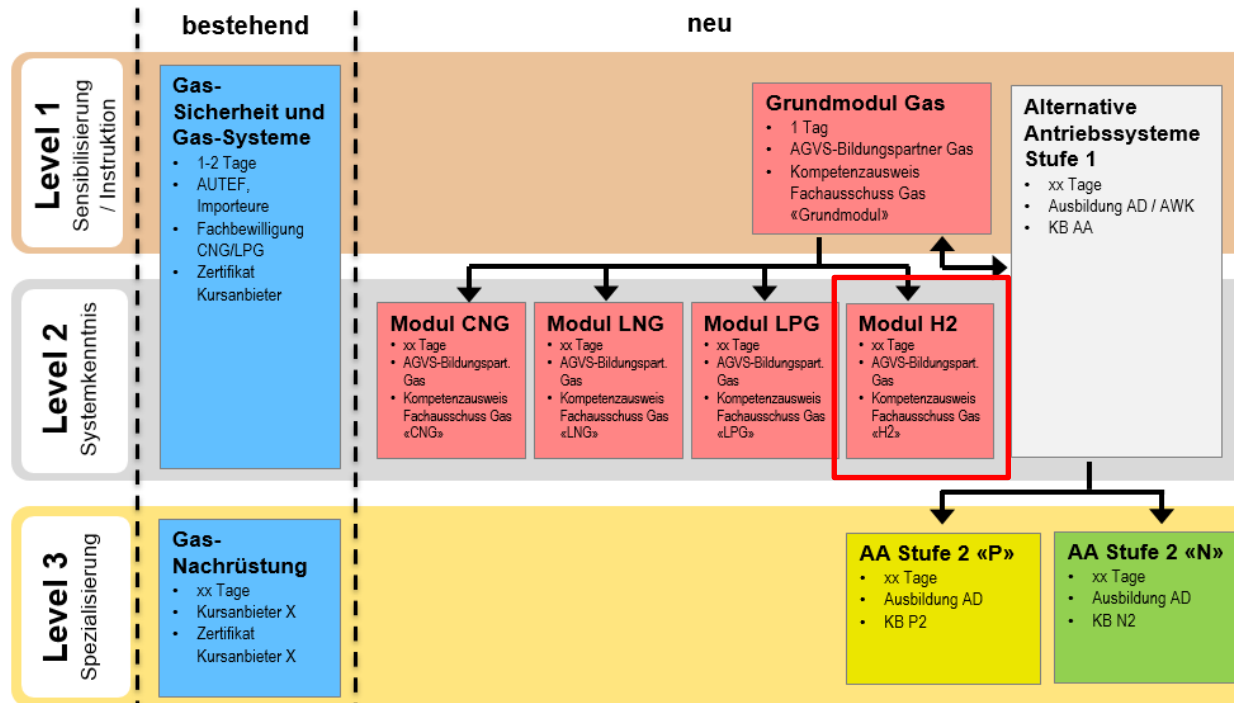


Vertiefungsmodul H2

Einführung eines gegenseitig anerkannten Vertiefungsmoduls im Bereich Wasserstoff

Stand: 28. März 2022

Übersicht der Bildungsmodule im Bereich gasförmige Treibstoffe:



1. Titel
Vertiefungsmodul «H2» Instruktion und Systemkenntnisse für den sicheren Umgang mit Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik (GT 2 H2)
2. Level
Fortgeschritten (Vertiefung, Systemkenntnis Level 2, Fahrzeugtechnik)
3. Interne Bezeichnung
Vertiefungsmodul H2 (GT 2 H2)
4. Zusammenfassende Beschreibung
<ul style="list-style-type: none"> ✓ In der Fahrzeugtechnik kommen verschiedene gasförmige Treibstoffe zum Einsatz. Diese unterscheiden sich in ihren Eigenschaften und bergen unterschiedliche Risiken. Betriebe der Fahrzeugbranche benötigen für den sicheren Umgang eine entsprechende Infrastruktur und speziell sensibilisiertes und ausgebildetes Personal. ✓ Aufbauend auf das Grundmodul Gas vermittelt dieser Kurs gasspezifische und notwendige Kenntnisse für den richtigen und sicheren Umgang mit Fahrzeugen, die mit Wasserstoff betrieben werden. Unter sehr hohem Druck gespeicherter Wasserstoff kommt sowohl bei Brennstoffzellen als auch zur direkten Verbrennung in Verbrennungsmotoren zum Einsatz. ✓ Der Kurs dient als markenübergreifend anerkannte Grundlage für weitergehende und herstellerspezifische Kurse zur Wasserstoff-Technik ✓ Der Fokus beim Vertiefungsmodul «H2» richtet sich vor allem auf die allgemeine fahrzeugtechnische Anwendung von komprimiertem Wasserstoff als Energieträger für den Fahrzeugantrieb bzw. den Betrieb einer Brennstoffzelle. Das Modul kann vom Fahrzeughersteller bzw. dessen Importeur durch weiterführende markenspezifische technische Kurse ergänzt werden. Auch markenunabhängige Bildungspartner können das Vertiefungsmodul «H2» mit weiteren Inhalten anreichern und so ein individuelles Kursangebot erstellen. ✓ Kenntnisse zu den bei Brennstoffzellen-Fahrzeugen eingesetzten Hochvolt-Komponenten sind nicht Bestandteil dieses Moduls und können über die entsprechenden Hochvolt-Module 1 und 2 sowie modellspezifische Zusatzkurse erworben werden.

- ✓ Kombi-Kurse (Grundmodul + Vertiefungsmodul(e) bzw. mehrere Vertiefungsmodule oder Module aus dem Bereich Hochvolt) sind möglich.

5. Zielgruppenanalyse, Bedarfsüberlegung und Bezug zur Praxis Fähigkeiten, Kenntnisse und Anwendungssituationen

- ✓ Der Kurs richtet sich in erster Linie an Werkstattpersonal, das folgende Arbeiten an mit komprimiertem Wasserstoff betankten Fahrzeugen - kurz H2-Fahrzeuge - durchführen will. Als H2-Fahrzeuge gelten sowohl Fahrzeuge mit Brennstoffzelle und Elektroantrieb als auch Fahrzeuge, deren Verbrennungsmotor mit Wasserstoff betrieben wird:
- Wartungs- und Reparaturarbeiten mit Eingriff ins Gassystem
 - Arbeiten an Karosserie und Aufbau mit Eingriff ins Gassystem
 - Ersatz von gasführenden Bauteilen
 - Sicht-, Dichtheits- und Funktionsprüfungen an der fahrzeugseitigen Gas-Installation inklusive H2-Behältern
- ✓ Der Kurs eignet sich auch für technisches Personal von Pannendiensten, Rettungskräften, Entsorgungsfirmen etc.

6. Voraussetzungen zur Kursteilnahme, Zulassung zur Prüfung

- ✓ **Voraussetzung für den Kursbesuch des Vertiefungsmoduls «H2»** ist ein erfolgreicher Abschluss der Prüfung zum Grundmodul Gas (Kompetenzausweis Gas «GT 1» sowie mind.
- eine automobiltechnische Grundbildung (EFZ) oder gleichwertig. Über die Gleichwertigkeit entscheidet der Fachausschuss Gas.
 - Konkret: Mind. 3-jährige fahrzeugtechnische Grundbildung. Dazu zählen auch Fahrzeugbauer, Carrossiers, Landmaschinen-Mechaniker. Mit EFZ ist keine zusätzliche Berufserfahrung erforderlich.
- ✓ **Zulassung zur Prüfung Vertiefungsmodul «H2»:** ein vorgängiger Kursbesuch des Vertiefungsmoduls «H2» ist obligatorisch.

7. Lernziele

Die Teilnehmer sind in der Lage, Arbeiten an gasführenden Komponenten von H₂-Fahrzeugen unter sicheren Voraussetzungen durchzuführen. Dazu gehören insbesondere Kenntnisse über:

- ✓ die gesetzlichen Grundlagen und Regelwerke
- ✓ die Unterschiede zwischen idealen und realen Gasen
- ✓ die Eigenschaften von Wasserstoff als Energieträger
- ✓ das Temperatur-Verhalten von Wasserstoff unter hohem Druck (Joule-Thomson-Effekt)
- ✓ die Eigenschaften von Wasserstoff beim Austritt in die Umgebung (Diffusion)
- ✓ die Kenngrößen und Einsatzgebiete von Wasserstoff-Systemen in der Fahrzeugtechnik
- ✓ die Qualitätsanforderungen an Wasserstoff für Brennstoffzellen bzw. für die direkte Verbrennung
- ✓ die Verträglichkeit anderer Werkstoffe mit Wasserstoff (Wasserstoffversprödung)
- ✓ die Herstellung, den Transport und die Lagerung von Wasserstoff
- ✓ den Aufbau und die Funktion der gasführenden Komponenten, insbesondere der Sicherheits- und Regelelemente
- ✓ die Beschaffenheit von gasführenden Leitungen und Leitungsverbindungen
- ✓ die verschiedenen Druckniveaus der fahrzeugseitigen Gas-Installation (HD, MD, ND)
- ✓ die Bauarten, Eigenschaften und Kennzeichnung der H₂-Behälter
- ✓ die Brennstoffzelle als Schnittstelle zum Hochvolt-System
- ✓ eine praxiserichte Gefährdungsbeurteilung
- ✓ organisatorische Massnahmen im Betrieb (Verantwortung, Zuständigkeiten und Prozesse)
- ✓ die wichtigsten Sicherheitsmassnahmen an Gebäude und Infrastruktur (Ausrüstung Abstellplätze, Gaswarnanlage, Potenzialausgleich, Belüftungssteuerung)
- ✓ die Anwendung der erforderlichen Überwachungs- und Schutzmassnahmen mit Fokus auf den Explosionsschutz (Ex Zonen, Sicherheitsabstände, Kennzeichnung, Dokumentation)
- ✓ die persönliche Schutzausrüstung
- ✓ die Anwendung von Prüfmitteln, Messinstrumenten, Warngeräten, Werkzeugen und Hilfsmitteln
- ✓ die Möglichkeiten zur Leckdiagnose
- ✓ die Bedienung von Tank- und Absperrventilen

- ✓ die Vorschriften und das Vorgehen beim Entspannen und Abblasen
- ✓ die sichere und vorschriftsgemäße Inertisierung und Spülung des Wasserstoff-Systems
- ✓ die sichere und vorschriftsgemäße Durchführung von Sicht-, Funktions- und Dichtheitskontrollen
- ✓ die sichere und herstellerekonforme Durchführung von Reparaturarbeiten
- ✓ die korrekte Ausführung von funkenbildenden Arbeiten
- ✓ die Besonderheiten bei Lackierarbeiten
- ✓ die Dokumentation der ausgeführten Arbeiten an gasführenden Komponenten
- ✓ die Vorschriften für den korrekten Transport und die sichere Lagerung von gasführenden Komponenten
- ✓ das korrekte Verhalten beim Austritt von Wasserstoff
- ✓ das geeignete Vorgehen bei Pannen, Unfällen und Bränden

8. Kursleitung

- ✓ Durch den AGVS in der Funktion als Geschäftsstelle des Fachausschusses gasförmige Treibstoffe für das Vertiefungsmodul «H2» anerkannte Bildungspartner mit entsprechendem Knowhow und Infrastruktur

9. Lernerfolgskontrolle, Gültigkeit und Refresher

Abschlusstest

- ✓ Standardisiert für alle Bildungspartner. Die Fragen werden durch den Fachausschuss Gas und den AGVS als dessen Geschäftsstelle erarbeitet und bei Bedarf aktualisiert.
- ✓ Umfang: 15 Fragen aus einem Pool von 30 Fragen.
- ✓ Dauer: 30 Minuten
- ✓ Pro korrekte Antwort gibt es 0.25 Punkte, pro Aufgabe gibt es somit maximal einen Punkt.
- ✓ Ab einer erreichten Punktzahl von 9 gilt die Prüfung als bestanden (60%).
- ✓ Art: Richtig / falsch mit vier Antwortmöglichkeiten, mehrere Antworten können richtig sein
- ✓ Bei erfolgreicher Durchführung des Abschlusstests erhält der Teilnehmer durch den AGVS den Kompetenzausweis zum Vertiefungsmodul «H2», der Bildungspartner erhält eine entsprechende Information.
- ✓ Die Prüfung kann maximal zwei Mal wiederholt werden. Wiederholungen von Lernkontrollen sind kostenpflichtig.

- ✓ Der AGVS stellt dem Bildungspartner CHF 35 pro durchgeführte Prüfung plus CHF 15 für den Eintrag ins Register in Rechnung, insgesamt also CHF 50 zuzüglich MwSt.
- ✓ Allfällige Wiederholungen von Prüfungen werden zusätzlich verrechnet.
- ✓ Erlaubte Hilfsmittel: Kursunterlagen (sofern vom Bildungspartner bereitgestellt)

Gültigkeitsdauer

- ✓ Der Kompetenzausweis für das Vertiefungsmodul «H2» hat ab Start des auf den Prüfungszeitpunkt folgenden Kalenderjahres eine Gültigkeit von 5 Jahren. Die Gültigkeit endet jeweils am 31.12. des entsprechenden Kalenderjahres. Die effektive Gültigkeitsdauer liegt somit je nach Zeitpunkt des Kursbesuches bzw. des Abschlusstests zwischen fünf und sechs Jahren.

Registrierung

- ✓ Im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) und zu Händen der Strassenverkehrsämter führt der AGVS ein Register mit Personen, die fachkundig sind, um Sichtkontrollen an den Hochdruck-Behältern von H2-Fahrzeugen durchzuführen. Fachkundige Personen sind berechtigt, das zum Fahrzeug gehörende Wartungsdokument der Wasserstoffanlage auszufüllen und zu unterzeichnen.
- ✓ Der Bildungspartner des Vertiefungsmoduls «H2» ist verantwortlich dafür, die Teilnehmer über das Register zu informieren und die Einwilligung für den Eintrag in das Register einzuholen.

10. Lerninhalte und Methodik

Lerninhalte:

- ✓ Vorschriften, Normen und Regeln der Technik
- ✓ Verantwortung, Zuständigkeiten und Prozesse im Unternehmen
- ✓ Physikalische Merkmale von Wasserstoff (ideales Gas, reales Gas, Dampfdruckkurve, kritischer Punkt, Diffusion, Joule-Thomson-Effekt)
- ✓ Chemische Merkmale von Wasserstoff (Zusammensetzung, Qualität, Materialverträglichkeit, Zündung, Verbrennung)
- ✓ Kenngrößen und Einsatzgebiete von Wasserstoff-Systemen in der Fahrzeugtechnik
- ✓ Eigenschaften, Druckniveau, Aufbau und Funktionsweise der gasführenden Komponenten, insbesondere der Sicherheits- und Regelelemente

- ✓ Beschaffenheit von gasführenden Leitungen und Leitungsverbindungen
- ✓ Bauarten, Eigenschaften und Kennzeichnung der H₂-Behälter
- ✓ Schnittstelle und Abgrenzung zu Hochvolt-Systemen
- ✓ Gefährdungsbeurteilung für Arbeiten an H₂-Fahrzeugen
- ✓ Sicherheitsmassnahmen an Gebäude und Infrastruktur mit Schwerpunkt Explosionsschutz
- ✓ Persönliche Schutzausrüstung
- ✓ Überwachung der Arbeitsumgebung (Sensoren, Spür-, Mess- und Warngeräte, MAK-Wert)
- ✓ Praktischer Einsatz von Messinstrumenten, Prüfmitteln, Warngeräten, Werkzeugen und Hilfsmitteln
- ✓ Entspannen und Abblasen von Wasserstoff
- ✓ Inertisierung und Spülung von Wasserstoff-Systemen
- ✓ Sicht- und Funktionskontrollen an H₂-Fahrzeugen
- ✓ Dichtheitskontrolle bei maximalem Betriebsdruck (NFZ: 438 bar; PW: 875 bar)
- ✓ Vorgehen bei Wartungs- und Reparaturarbeiten
- ✓ Massnahmen bei funkenbildenden Arbeiten und Lackierarbeiten
- ✓ Umgang mit H₂-Behältern (Behälter-Zulassung, Einbau, Demontage, Inertisierung, Entsorgung)
- ✓ Transport und Lagerung gasführender Komponenten
- ✓ Dokumentation der Kontrollen (Wartungsdokument Wasserstoffanlage)
- ✓ Verhalten bei Defekten, Pannen, Unfällen und Bränden

Methodik*

- ✓ Präsentation und wo möglich und sinnvoll Interaktion mit Teilnehmern
- ✓ Wo möglich und sinnvoll Gruppenarbeiten
- ✓ Demomaterial (Bauteile, Werkzeuge, PSA, Warngeräte, Mess- und Prüfmittel) sowie Fotos, Videos, Animationen
- ✓ Arbeitssituationen an H₂-Fahrzeugen

*Hinweis: Es handelt hier um Empfehlungen. Wichtig: Es sollte einen angemessenen Anteil Praxisarbeiten am Fahrzeug haben. Die konkrete Umsetzung ist Sache des Bildungspartners, z.B. mit H₂-Personenwagen und/oder H₂-LKW und Anschauungsmaterial etc..

11. Selbstlernaktivitäten
✓ Im Rahmen von Einzel- und/oder Gruppenarbeiten sollen bei Präsenzveranstaltungen Lösungen selbständig durch die Teilnehmer erarbeitet werden.
12. Lerntransfer
✓ Der Kurs soll durch den ausgewogenen Anteil zwischen präsentierten Theorieinhalten und Selbstlernaktivitäten den Lerntransfer von den theoretischen Grundlagen in die Betriebspraxis erleichtern. Dazu dienen auch konkrete Fragestellungen aus dem Werkstattalltag und Arbeiten an H2-Fahrzeugen.
13. Kursaufbau
✓ Richtwert für die Kursdauer: 3 Tage (Kurse im Segment von H2-Nutzfahrzeugen sind tendenziell umfangreicher als solche von H2-Personenwagen)
✓ Theorie-, Gruppen- und Selbstlernaktivitäten im Wechsel
✓ Schriftlicher Abschlusstest am Ende des Kurses
14. Erforderliche Leistungen der Teilnehmer / mitzubringende Unterrichtsmaterialien
✓ Richtwert für die Lernzeit in Stunden: 20 h (exkl. Abschlusstest) bei Präsenzveranstaltung und Teilnehmern ohne vertiefte Vorkenntnisse zu Wasserstoff-Systemen in der Fahrzeugtechnik.
✓ Abschlusstest: 30 Minuten
✓ Selbststudium: erfolgt während des Kurses
15. Unterrichts- / Ausbildungsort inkl. Verantwortliche / Sprachen
✓ Durch den AGVS als Geschäftsstelle des Fachausschusses gasförmige Treibstoffe für das Vertiefungsmodul «H2» anerkannter Bildungspartner
16. Klassen - / Gruppengröße
✓ Richtwert: 10 Teilnehmer
17. Mindestanforderung Infrastruktur
Verantwortlich für die Bereitstellung und Organisation ist der Bildungspartner bzw. Kursanbieter.

Durchführung als Präsenzveranstaltung:

Unterrichtsraum:

- ✓ 1 Theorieraum mit geeigneter Bestuhlung
- ✓ Genügend Platz für Selbstlernaktivitäten
- ✓ Für Arbeiten an H2-Fahrzeugen ausgerüstete Werkstatt (Sicherheitskonzept, Gaswarnanlage, Lüftung etc.)

Medien / Betriebsmittel:

- ✓ Flipchart und /oder Pinwand
- ✓ Beamer, Präsentationsbildschirm oder dergleichen
- ✓ Laptop/PC Referent
- ✓ WLAN

Sonstiges

- ✓ Demomaterial (Bauteile, PSA, Werkzeuge, Warngeräte, Mess- und Prüfmittel, Fahrzeug-Dokumente etc.)
- ✓ H2-Fahrzeug/e

18. Prüfungen und Leistungsnachweise

- ✓ Zwischenfragen und Aufgaben sollen eine Einschätzung über den Lernerfolg geben
- ✓ Allfällig notwendige Hinweise zu den Lösungen der Selbstlernaktivitäten werden durch den Kursleiter bzw. durch entsprechende Hinweise während der Selbstlernaktivitäten gegeben sowie die Lösungen im Anschluss im Plenum besprochen.
- ✓ Der Abschlusstest soll darüber Aufschluss geben, ob die Teilnehmer die Lernziele erreicht haben.
- ✓ Der Bildungspartner ist verantwortlich für die Aushändigung der Prüfungen an die Kursteilnehmer, die Organisation und Durchführung des Abschlusstests gemäss Vorgaben des AGVS sowie die Weiterleitung der Prüfungen in digitaler Form an den AGVS. Die Originale bleiben beim Bildungspartner und unterliegen der Aufbewahrungspflicht.
- ✓ Der AGVS übernimmt als Geschäftsstelle des Fachausschusses gasförmige Treibstoffe die Bereitstellung der Prüfung, Korrektur der Prüfungen sowie die Ausstellung des Kompetenzausweises an die Teilnehmer und Information an den Bildungspartner.

✓	Der Fachausschuss für gasförmige Treibstoffe sowie der AGVS als dessen Geschäftsstelle sind verantwortlich für die Bereitstellung des Fragenkatalogs, dessen Bewertungskriterien und Methodik. Darüber hinaus legen sie die Modalitäten zur Durchführung der Prüfung fest.
19. Anwesenheitsklausel:	
✓	Der Kurs muss vollständig absolviert werden.
✓	Der Bildungspartner ist verantwortlich für die Dokumentation mittels Präsenzliste und Weiterleitung an den AGVS.
20. Anerkennung / Abschluss und Nachweis	
✓	Der Kompetenzausweis wird bei vollständiger Teilnahme am Kursprogramm und erfolgreicher Absolvierung des Abschlusstests im Namen des Fachausschusses gasförmige Treibstoffe durch den AGVS erteilt.
✓	Dieser Ausweis soll unter den Bildungspartnern im Bereich gasförmige Treibstoffe gegenseitig als markenübergreifendes Vertiefungsmodul «H2» anerkannt werden.
21. Ansprechperson	
✓	Kursleiter bzw. Bildungspartner
✓	Für administrative Fragen der Bildungspartner, Resultate zu den Prüfungen und bei Verlust des Kompetenzausweises: AGVS: transmission@agvs-upsa.ch .
✓	Bei Verlust des Kompetenzausweis kann der AGVS bei Bedarf kostenpflichtig eine Kopie ausstellen.
22. Kosten	
✓	Richten sich nach dem Angebot des Bildungspartners