

# HyApproval

## Handbuch zur Genehmigung von Wasserstofftankstellen

EK RP6 Vertrag Nr. SES6 – 019813

### *Zusammenfassung*



## Einführung

Überall auf der Welt sind nationale und lokale Regierungen in zunehmendem Maße konfrontiert mit Herausforderungen wie Versorgungssicherheit, schädlichen Emissionen, Klimawandel und steigenden Kosten, die aus der Nutzung von erdölbasierten Kraftstoffen für den Transportsektor resultieren. Neben der Notwendigkeit, kohlenwasserstoff-basierte Kraftstoffe effizienter zu nutzen, wird Wasserstoff, wenn er vorzugsweise aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird, von vielen öffentlichen und privaten Organisationen als eine Alternative zu fossilen Kraftstoffen in künftigen Transportanwendungen anerkannt. So haben alle wichtigen Fahrzeughersteller Prototypfahrzeuge mit Wasserstoff- und Brennstoffzelleantrieb entwickelt, die gegenwärtig unter Alltagsbedingungen erprobt werden. Die meisten führenden Energieunternehmen haben als notwendigen Lernschritt in Richtung auf eine Zukunft, welche möglicherweise ein weitreichendes Wasserstoffversorgungsnetzwerk bereithalten wird, meist mit der Unterstützung von Gastechnefirmen, Wasserstoff-tankstellen (WTS) betrieben. Einige dieser WTS sind mit gewöhnlichen flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen zu sogenannten Multi-Kraftstoff-Tankstellen integriert worden. Zusätzlich zu den ökonomischen Anreizen hilft dies, die öffentliche Wahrnehmung von Wasserstoff als voll etablierten Fahrzeugkraftstoff zu bekräftigen. Es wird angenommen, dass kommerzielle Wasserstofffahrzeuge ab 2015 auf dem Markt verfügbar sein werden. Die Europäische Union hat sich bereits Ziele für den Einsatz von Wasserstoff im Kraftstoffmix für 2020 gesetzt. Die grundlegenden Dokumente der Europäischen Wasserstoff- und Brennstoffzellenplattform (HFP – gegründet von der Europäischen Kommission im Jahre 2003) stellen einen „Schnappschuss 2020“ bereit, in welchem geschätzt wird, dass im Jahre 2020 zwischen 800.000 und 1,2 Millionen wasserstoffbetriebene Fahrzeuge auf europäischen Straßen unterwegs sein werden.

In Übereinstimmung mit den Erwartungen der HFP sind die Schlussfolgerungen des HyWays Projektes [[www.hyways.de](http://www.hyways.de)], welches im Sommer 2007 abgeschlossen wurde, dass sich im Jahre 2020 1 Million wasserstoffbetriebene Fahrzeuge auf europäischen Straßen befinden werden, sofern starke politische Unterstützung und beschleunigte Lerneffekte unterstellt werden, und sogar 5 Millionen, sofern sehr starke politische Unterstützung und beschleunigte Lerneffekte unterstellt werden. Für 2030 schätzt HyWays diese Zahlen auf 15 respektive 50 Millionen.

Um diese Fahrzeugstückzahlen überall in Europa versorgen zu können, schätzt HyWays, dass, über Europa verteilt, folgende Anzahlen von Wasserstofftankstellen benötigt werden:

- für eine einführende „Leuchtturm-Projekt“ Phase (2010-2015) etwa 400 Tankstellen in ausgewählten städtischen Zentren und rund 500 Tankstellen an ausgewählten verbindenden Autobahnen zwischen diesen städtischen Zentren;
- für die Phase des sich entwickelnden Bedarfs (2015-2025) zwischen 13.000 und 20.000 Tankstellen;
- für die Phase der massiven Markteinführung nach 2025 werden die selben Tankstellenverteilungen wie heute für konventionelle Kraftstoffe erreicht.

Um die Markteinführung von Wasserstoffstraßenfahrzeugen zu ermöglichen, hat sich die Europäische Kommission im Oktober 2007 entschieden, eine Verordnung zu Motorfahrzeugen, die gasförmigen oder flüssigen Wasserstoff nutzen, formal zu befürworten. Diese Verordnung wird die allgemeinen Vorschriften zur Konstruktion dieser Fahrzeuge niederlegen, um ein reibungsloses Funktionieren des Binnenmarktes, ein hohes öffentliches Sicherheitsniveau und die Möglichkeiten nachhaltigerer Formen künftigen Transports sicherzustellen.

Der Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff für den Transportsektor erfordert einen regulatorischen Rahmen, der sicherstellt, dass Wasserstoffverkehrsanwendungen in einer geordneten Weise eingeführt werden und dies im Einklang mit den höchsten Sicherheitsstandards. Das HyApproval Projekt, welches von der Europäischen Kommission im 6. Rahmenprogramm (RP6) gefördert wurde, war auf die Entwicklung eines universellen Handbuchs (HB) ausgerichtet, welches die Genehmi-

gungsprozesse für Wasserstofftankstellen (WTS) in Europa unterstützen sollte. Das 24-monatige Vorhaben begann im Oktober 2005 und wurde im September 2007 abgeschlossen. Es wurde von einer ausgewogenen Partnerschaft von 25 Partnern aus Industrie, KMUs und Forschungseinrichtungen durchgeführt, welche die kritische Masse und das benötigte Wissen einbrachte. Viele Partner hatten bereits weitreichende, weltweite Erfahrungen in der Entwicklung von WTS. Schlüsselpartner aus China, Japan und den USA stellten zusätzlich die Anbindung an internationale Regelwerks-, Vorschriften- und Normungsaktivitäten bereit.

## HyApproval Projektziele

Die Ziele von HyApproval waren, ein Handbuch der technischen und regulatorischen Anforderungen zu erstellen, welches Genehmigungsbevollmächtigte, Firmen und Organisationen unterstützen soll, die mit der Implementierung und dem Betrieb von WTS befasst sind, sowie die WTS-Richtlinie fertigzustellen, die im EU-Projekt EIHP2 begonnen wurde, und zu den bei ISO TC197 in Entwicklung befindlichen internationalen Normen beizutragen, insbesondere zur WG11 „Gasförmiger Wasserstoff – Tankstellen“, ISO/DTS 20012.

Das HB sollte auf *die besten im Einsatz befindlichen Verfahren* aufbauen, welche das bestehende technische Wissen und die regulatorische Umgebung reflektieren und sollte die Einführung neuer Technologien und Bauarten zu einem späteren Zeitpunkt erlauben. In fünf europäischen Ländern (F/D/I/E/NL) und in China beinhaltete HyApproval die Durchsicht einer frühen Version des HB durch Länderbehörden, um eine „breite Übereinstimmung“ herbeizuführen und „Genehmigungspfade“ zu definieren. Nach Abschluss des Prozesses zur Erstellung des HB wird davon ausgegangen, dass die entwickelten Anforderungen und Verfahrensweisen um eine „Prinzipgenehmigung“ zu erhalten, ausreichend entwickelt sind, damit in jedem europäischen Land die Genehmigung von WTS ohne größere Anpassungen erlangt werden kann. Genehmigungsbehörden, WTS-Betreiber und –Eigentümer, Ingenieursfirmen wie auch die EU insgesamt werden von dem HB profitieren, da von ihm erwartet wird, dass es die sichere Implementierung einer Wasserstoffinfrastruktur ermöglicht.

## Sicherheitsüberlegungen

Im HyApproval Projekt wurden die folgenden drei Stufen (Hierarchien) der Sicherheitsnachweise identifiziert:

- *Unfallverhütung* durch den Einsatz von Technologie des neuesten Standes, durch die Anwendung technischer Normen und Bereitstellung einfacher Handhabungsverfahren für Nutzer und Betreiber, durch ein zweckorientiertes Design der Nutzer-Maschinen-Schnittstelle und durch ein starkes Augenmerk auf die Mitarbeiterschulung.
- *Gefahrenminderung*, z.B. Einrichtung von Sicherheitszonen und -abständen.
- *Strukturierter und effizienter Notfallschutz*.

Unfallverhütung ist bei weitem der beste Weg, Sicherheit zu garantieren. Sie zielt auf die Vermeidung von unfallartigen Wasserstofffreisetzungen wie sie z.B. aus Hardwareversagen, Softwareversagen, Betriebsfehlern oder äußeren Einwirkungen resultieren können, welche durch Faktoren wie fehlerhafte System- oder Anlagenauslegung, fehlerhafte Systemspezifikationen, unzureichende Wartung, unzureichende Betriebsvorschriften oder unzureichende Personalschulung verursacht werden.

Wenn trotz der ergriffenen Vorsorgemaßnahmen eine Wasserstofffreisetzung auftritt, ist die Bildung einer explosiven Luft-Gas-Mischung der größte Anlass zur Sorge. Die Einrichtung eines ausreichenden Abstandes zwischen der Gefahrenquelle und gefährdeten Objekten ist eine effiziente Vorgehensweise zur Begrenzung der Explosionsfolgen. Das Einrichten von Zonen zielt darauf ab,

solche Sicherheitsabstände zu schaffen und sowohl Personen vor Ort (Personal und Kunden) als auch außerhalb (die weitere Öffentlichkeit) zu berücksichtigen.

Schließlich können gut ausgearbeitete Notfallpläne die Folgen weiter reduzieren, falls Personen durch einen Unfall an einer WTS betroffen wären.

Um die Wirksamkeit zu bewerten und die Anforderungen für das Sicherheitsnachweissystem zu bestimmen wird oft eine Risikobewertung durchgeführt. Ein Risikobewertungsverfahren (z.B. zur Genehmigung einer WTS) kann mehrere Komponenten beinhalten wie weiter unten gezeigt. Mit steigender Schwere der Gefährdung und der Folgen werden immer weiter verschärfte und verfeinerte Methoden angewendet.

Im HyApproval Projekt wurde die Anwendung solcher Methoden für den Genehmigungsprozess einer WTS demonstriert.

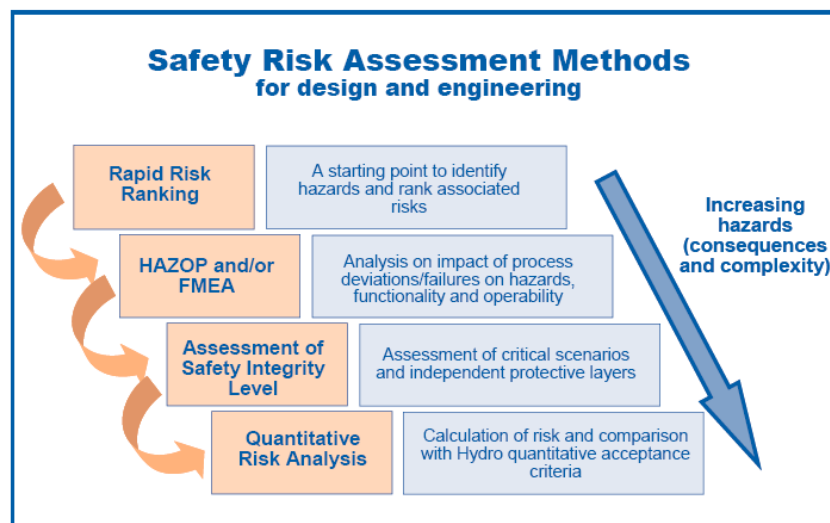


Bild 1: Methoden zur Sicherheits-Risiko-Bewertung

## Einführung in das Handbuch

Das HyApproval Projekt zielte ab auf die Entwicklung eines vereinheitlichten Ansatzes für die Installation und Genehmigung von Wasserstofftankstellen (WTS) überall in Europa, im wesentlichen durch den Versuch, eine typische „europäische“ (Referenz-) Tankstelle zu definieren, welche in den meisten EU27 Ländern installiert werden könnte.

Das Projekt CUTE hatte deutlich die Notwendigkeit für die Harmonisierung von Sicherheitsanforderungen und Zulassungsverfahren gezeigt, da die verschiedenen in die Genehmigungsverfahren der WTS involvierten nationalen Behörden viele verschiedene Anforderungen stellten. Dies hat es den beteiligten Firmen erschwert, ein kosteneffizientes standardisiertes Konzept für verschiedene Wasserstofftankstellenstandorte zu entwerfen und zu bauen. Vom HyApproval Handbuch wurde erwartet, dass es diese Fragestellungen anspricht.

Hinsichtlich der Zielsetzung, die Entwicklung von kosteneffizienten WTS zu ermöglichen, was harmonisierte Anforderungen voraussetzt, muss hierzu ein „EU-weiter“ Ansatz implementiert werden. Als erster Schritt wurde ein EU-Richtlinienentwurf während des Projektes EIHP2 initiiert. Das HyApproval Handbuch baut auf dieses Projekt auf, indem es Empfehlungen und beste im Einsatz befindliche Verfahren (aus dieser Richtlinie und sofern notwendig verstärkt durch weitere) zusam-

menstellt und diese auf eine Referenztankstelle anwendet, welche auch während des HyApproval Projektes entworfen wurde.

Die Hauptziele des Handbuchs sind:

- als Arbeitsdokument zu dienen, welches Behörden hilft und darin unterstützt, Genehmigungen für die Installation und den Betrieb von WTS in Europa zu erteilen;
- die unter EIHP2 begonnene Richtlinie fertig zu stellen und zu der auf internationaler Ebene in Entwicklung befindlichen Norm beizutragen;
- zur sicheren Implementierung einer Wasserstoffinfrastruktur beizutragen, indem Schlüsselfragen der Sicherheit angesprochen werden, wie die nach der besten verfügbaren (sichersten) Technologie, die der Festlegung von Sicherheitsabständen und der besten im Einsatz befindlichen Verfahren für Betrieb und Wartung;
- Firmen und Organisationen bei der Implementierung und dem Betrieb von WTS zu helfen.

Daher sind das Zielpublikum des HB in erster Linie Behörden, Aufsichtsämter und Besitzer von WTS.

Dieses Dokument sollte verhindern helfen, dass Firmen, die sich mit dem Entwurf und der Erstellung von WTS beschäftigen, künftig spezifische Normen oder Standortentwürfe entwickeln müssen. Stattdessen sollte es möglich sein, vereinheitlichte europäische WTS-Auslegungspläne zu benutzen und umzusetzen.

Das vorliegende Handbuch wurde als eigenständiges Dokument geschrieben. Es baut einerseits auf beste im Einsatz befindliche Verfahren auf, welche das bestehende technische Wissen und das regulatorische Umfeld wiedergeben, es sieht aber andererseits auch die Flexibilität vor, die es erlaubt, neue Technologien und Auslegungen zu einem späteren Zeitpunkt einzubringen. Während der 2-jährigen Entwicklungsphase wurde eine frühe Version des HB's von Behörden in 5 EU Ländern (Deutschland, Frankreich, Italien, den Niederlanden und Spanien) und in China durchgesehen, um eine möglichst „breite Übereinstimmung“ zu erzielen und um „Genehmigungspfade“ zu definieren.

Das in zwei Hauptteile gegliederte Handbuch bietet Empfehlungen für ein einheitliches Genehmigungsverfahren für WTS in der EU27:

- Teil I: „Richtlinien für den Entwurf, Betrieb und Wartung einer Wasserstofftankstelle“ stellt technische Richtlinien und beste im Einsatz befindliche Verfahren im Hinblick auf die Errichtung und den Betrieb einer Wasserstofftankstelle bereit. Es beinhaltet Wasserstoffeigenschaften sowie eine Liste der WTS-relevanten Regelwerke, Vorschriften und Normen. Es macht auch die Methoden für eine Risikobewertung im Rahmen einer WTS-Genehmigung verfügbar.
- Teil II: „Erlaubnisverfahren“ schlägt Genehmigungspfade vor, welche über ganz Europa anwendbar sein sollten. Es streicht auch die Unterschiede im WTS-Genehmigungsprozess heraus, die zwischen Deutschland, Frankreich, Italien, den Niederlanden, Spanien und China existieren. Es identifiziert die Lücken zwischen den unterschiedlichen nationalen Verfahren. Rückmeldungen der Behörden sind ebenfalls bereits berücksichtigt.

Da WTS noch immer meist als Demonstrationseinrichtungen gebaut werden ist es notwendig, weitere technische Entwicklungen und künftige Innovationen zuzulassen. Die Sicherheit dieser WTS kann durch die Anwendung von relevanten Risikobewertungsmethoden, wie sie im Handbuch beschrieben und dargestellt wurden, sichergestellt werden. So wie sich WTS in Richtung auf einen kommerziellen Markt hin entwickeln, kann eine weitergehende Harmonisierung erreicht werden, sobald die Technik einen höheren Reifegrad erreicht und sobald Verfahren in der Anwendung weitere Verbreitung und Akzeptanz finden.

## Ausschlussklausel

Das Handbuch baut auf das beste Wissen und die besten Erfahrungen auf, die dem HyApproval Konsortium im Jahre 2007 zugänglich waren. Die im Handbuchdokument vorgestellten Auslegungen und Systemlösungen wurden auf Basis der Praxis von vor 2007 ausgewählt und sollten nicht als verbindlich verstanden werden.

## Handbuch - Inhaltsverzeichnis:

### EINFÜHRENDER ABSCHNITT

- 1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS
- 2 ZUSAMMENFASSUNG
- 3 EINFÜHRUNG
- 4 EMPFEHLUNGEN FÜR EIN VEREINHEITLICHTES GENEHMIGUNGSVERFAHREN FÜR WASSERSTOFFTANKSTELLEN IN EU27

### TEIL I: RICHTLINIEN FÜR AUSLEGUNG, BETRIEB & WARTUNG EINER WASSERSTOFF-TANKSTELLE

- 5 EIGENSCHAFTEN VON WASSERSTOFF
- 6 GRUNDLAGEN DER WASSERSTOFFBETANKUNG
- 7 REGELWERKE, NORMEN UND VERFAHRENSREGELN, DIE DIE AUSLEGUNG; ERRICHTUNG; BETRIEB UND WARTUNG EINER WASSERSTOFFTANKSTELLE BETREFFEN
- 8 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE AUSLEGUNG UND DEN BAU VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN
- 10 ANFORDERUNGEN AN DIE FAHRZEUGSEITIGE SCHNITTSTELLE
- 11 DURCHSICHT UND BEWERTUNG VON TECHNISCHEN MASSNAHMEN UND SICHERHEITSMASSNAHMEN
- 12 METHODEN ZUR RISIKOBEWERTUNG FÜR DIE GENEHMIGUNG VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN

### TEIL II: ERLAUBNISVERFAHREN

- 13 BESCHREIBUNG DER VORGESCHLAGENEN GENEHMIGUNGSVERFAHREN FÜR WASSERSTOFFTANKSTELLEN
- 14 LÄNDERSPEZIFISCHE FRAGESTELLUNGEN
- 15 LISTE DER ANHÄNGE

## Empfehlungen

**Die Schlüsselempfehlung ist, einen EU-Regelwerksrahmen für Wasserstofftankstellen zu entwickeln, welcher auf einer bewährten Kombination von essentiellen Anforderungen, harmonisierten Normen und unabhängigen 3. Organisationen aufbaut. Dies könnte am wirkungsvollsten erreicht werden, indem man eine EU-Verordnung entwickelt (im Gegensatz zu einer EU-Richtlinie)**

Solch ein Rahmenwerk, das erlaubt, sich mit Schlüsselfragen der Sicherheit zu befassen, ohne fortlaufende technische Entwicklung zu verhindern, würde ein vereinheitlichtes und zielgerichtetes Erlaubnisverfahren für die EU27 etablieren (siehe Bild 2).

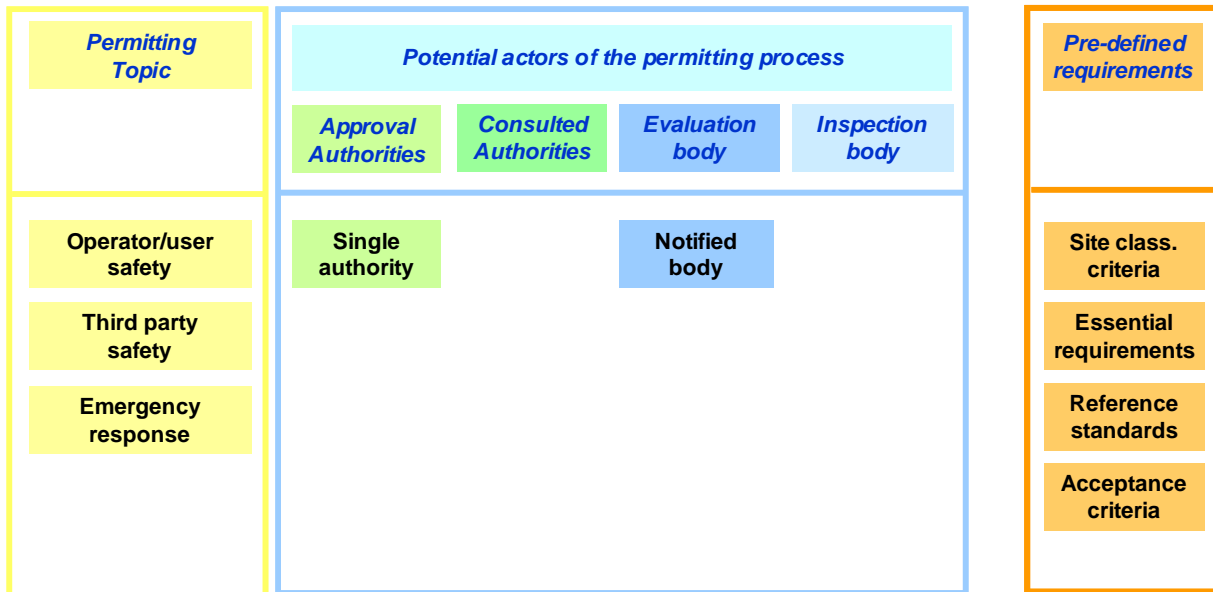


Bild 1: Vereinheitlichtes Erlaubnisverfahren für EU27

In einem weiteren Schritt könnte solch ein Rahmenwerk einen Mechanismus einer „**Musterzulassung**“ für Tankstellen ermöglichen (ähnlich jenem für Straßenfahrzeuge), der beliebig wiederholbare Genehmigungen einer vorgegebenen Tankstellenauslegung in den EU27-Ländern zuließe.

**Bis solch ein Rahmenwerk auf EU-Ebene voll etabliert ist, seien nationale Behörden ermutigt, ein ähnlich strukturiertes Erlaubnisverfahren einzusetzen: eine Genehmigungsbehörde, die sich auf die Bewertung einer Expertenorganisation stützt und Bezug nimmt auf einen vorab festgelegten Satz aus Anforderungen und Genehmigungskriterien.**

**Internationale Normen (ISO, IEC), die unter Berücksichtigung der essentiellen Anforderungen entwickelt wurden, welche für Regelwerke gültig sind, sind der Rahmen der Wahl für die Entwicklung und Verfügbarmachung von Auslegungsregeln und –kriterien für Tankstellen, um regulatorische und genehmigungsrelevante Anforderungen zu erfüllen.**

Während Vorschriften auf die Anregung der zuständigen EU-Regelwerksorgane entwickelt werden, werden Normen üblicherweise durch den Beitrag der Industrie entwickelt. Allerdings ist als Schlüsseleigenschaft des vorgeschlagenen regelungstechnischen Rahmenwerks **die Etablierung einer Verbindung zwischen den Regelwerken und den Normen erforderlich, welche einer engen Zusammenarbeit der Akteure beider Welten bedarf.**

Abschließend muss parallel zur Entwicklung eines adäquaten regulatorischen Rahmens **den Interessensgruppen** hinsichtlich der Anwendungen von Normen und Vorschriften **Anleitung und Unterstützung zu Teil werden**, welche ihnen erläutert, wie diese angewendet werden und welche ihnen die zugrunde liegende Wissensbasis verfügbar macht.

Diese Art der Anleitung bereitzustellen ist eine Hauptzielsetzung des HyApproval Handbuchs, dessen Inhalt kontinuierlich aktualisiert werden muss. Auch das schnell wachsende Umfeld mit sich weiterentwickelndem Wissen und Erfahrungen erfordert eine verpflichtende und regelmäßige Fortschreibung des Handbuchs. Daher wird das Handbuch noch für eine gewisse Zeit ein lebendes Dokument darstellen.

## HyApproval Projektpartner [zwischen 01OKT2005 und 30SEP2007]

Air Products PLC, Air Liquide Division des Techniques Avancées, BP plc, Chinese Academy of Sciences - Technical Institute of Physics and Chemistry, Commissariat à l'Energie Atomique, National Center for Scientific Research Demokritos, Det Norske Veritas AS, ENI S.p.A., Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Adam Opel GmbH, Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche in collaboration with the Italian Hydrogen and Fuel Cell Association (H2IT), Norsk Hydro ASA, Icelandic New Energy Ltd., Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Joint Research Centre of the European Commission, Linde AG, Hydrogenics Europe N.V., Shell Hydrogen B.V., Netherlands Organisation for Applied Scientific Research TNO, Total France, National Renewable Energy Laboratory, Health & Safety Laboratory on behalf of Health & Safety Executive, Engineering Advancement Association of Japan, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (*Projektkoordinator*)

### Würdigung

Dieses Projekt wurde von den HyApproval Partnern und durch Mittel der Europäischen Kommission unter der RP6 Priorität [1.6] im Vertrag Nummer SES6 – 019813 unterstützt.



HyApproval möchte der Europäischen Kommission danken, dass die Europäische Wasserstoff- und Brennstoffzellenplattform den geeigneten Rahmen für den Diskussionsprozess bereitgestellt hat und den HyApproval Partnern für ihre fortlaufende Unterstützung.

### Kontakt

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte [www.hyapproval.org](http://www.hyapproval.org) oder kontaktieren Sie [coordinator@hyapproval.org](mailto:coordinator@hyapproval.org)