

# Bekämpfung von Batteriebränden

# Status Quo??

- Unsicherheit bei den Feuerwehren/Einsatzkräften
- Ausreichende Informationen vorhanden?!
- Flächendeckende Ausbildung fehlt noch



Proceedings from  
2nd International Conference on  
**Fires in Vehicles - FIVE 2012**  
September 27-28, 2012  
Chicago, USA

# Comparison of the Fire Consequences of an Electric Vehicle and an Internal Combustion Engine Vehicle.

Amandine Lecocq ; Marie Bertana ; Benjamin Truchot ; and Guy Marlair  
INERIS – National Institute of Industrial Environment and Risks  
Verneuil-en-Halatte, France

## ABSTRACT

Since energy storage systems represent key new technologies in the development of electric vehicles (EV), risks pertaining to them have to be examined closely. Lithium-ion (Li-ion) batteries powering EV contain highly energetic active materials and flammable organic electrolytes, which raise safety questions, different to conventional cars. In case of EV fire, concerns remain about batteries fire behavior, about their impact on the fire growth, about their fire-induced potential toxicity, especially in confined spaces and underground car parks and about their reaction with water in case of firemen intervention. Fire tests were therefore achieved for two French car manufacturers on two battery units on a full battery pack, on an EV and on an analogous internal combustion engine (ICE) vehicle. Thermal and toxic threat parameters governing the fire risk were quantified. For this purpose, the heat release rate and the effective heat of combustion were determined to qualify the thermal impact whereas the main emitted gases governing the toxic potency of the fire effluents were measured. Fire consequences of an EV and the corresponding ICE vehicle were compared. This paper aims at presenting the main results of these fire tests.

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

# Versuchsaufbau

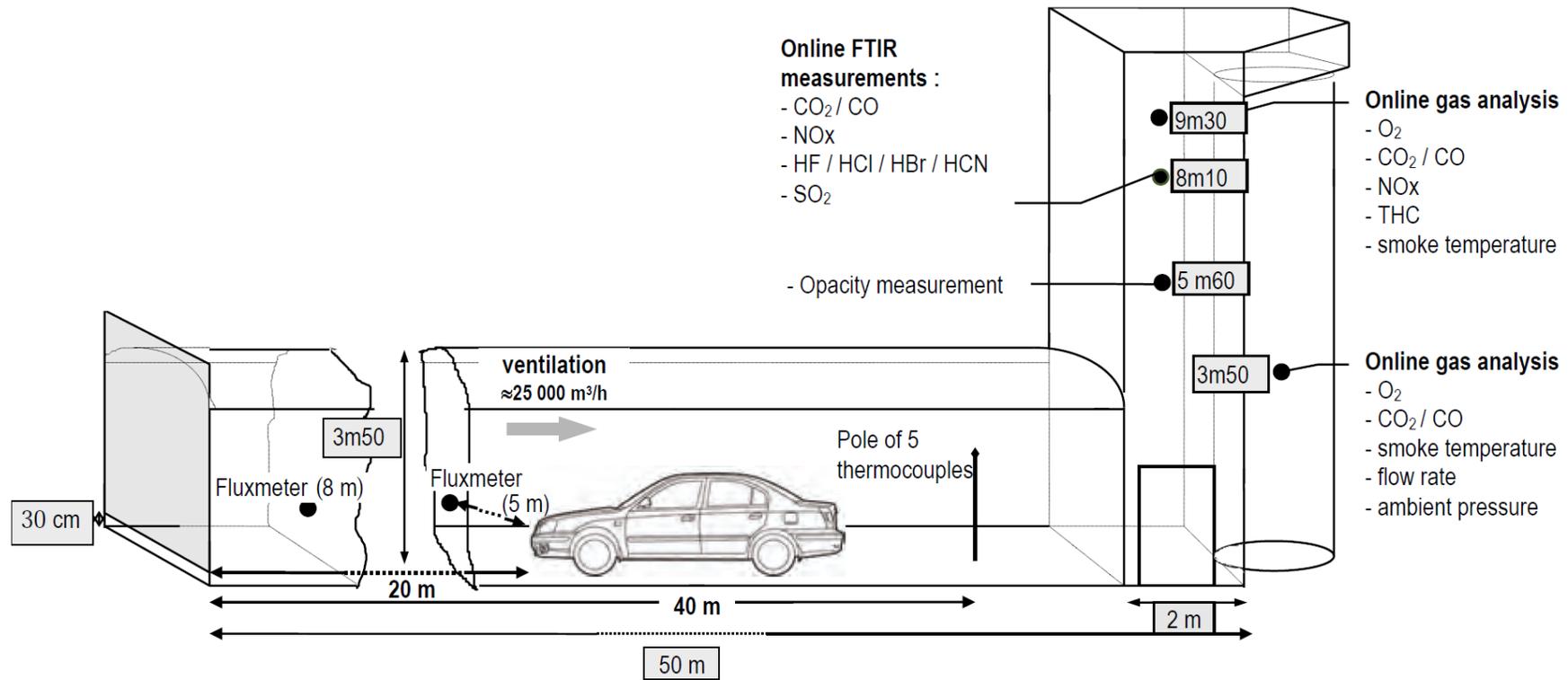


Figure 1 Experimental set-up for the fire tests on a vehicle.

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

# Wärmefreisetzungsraten im Vergleich (I)

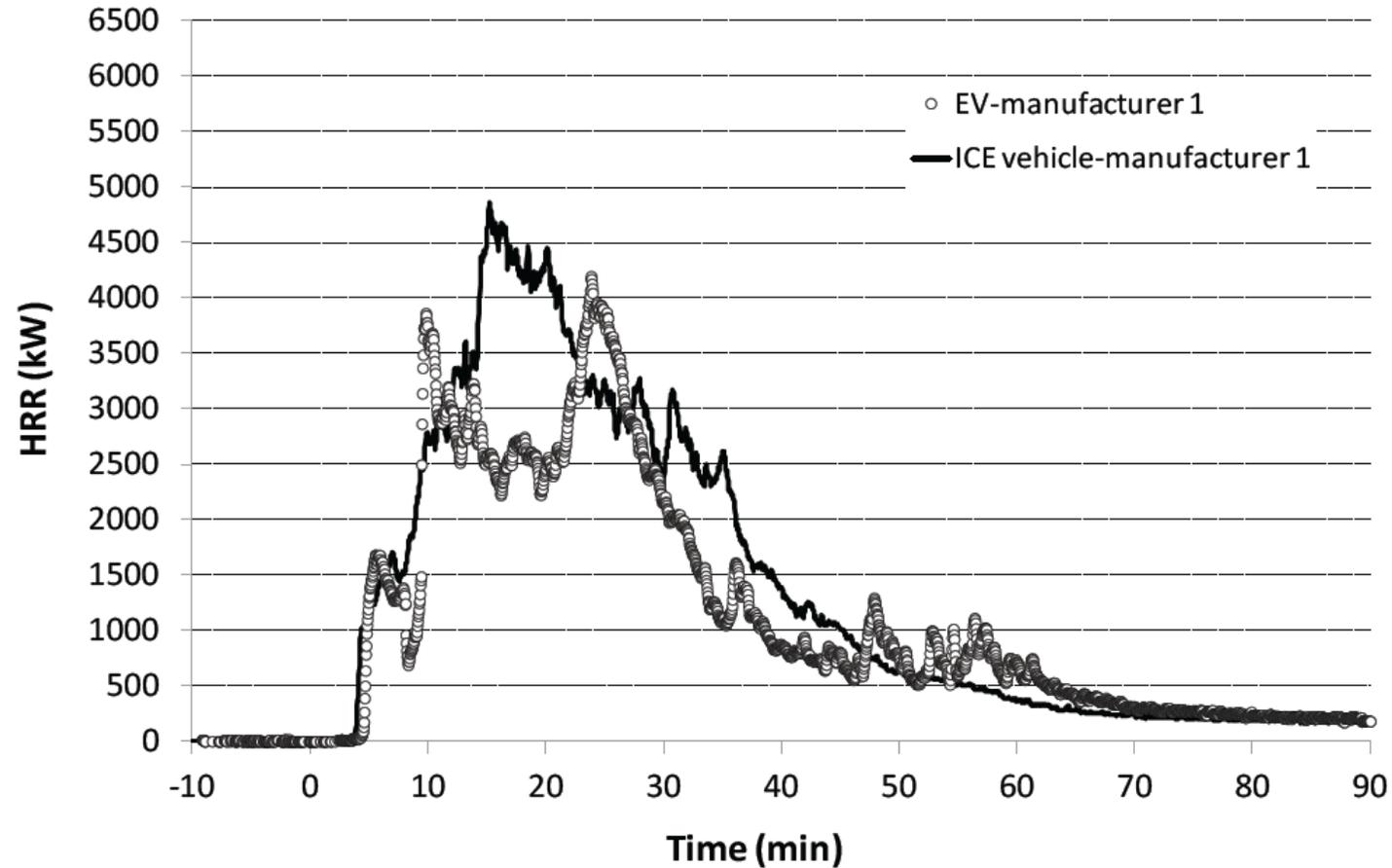
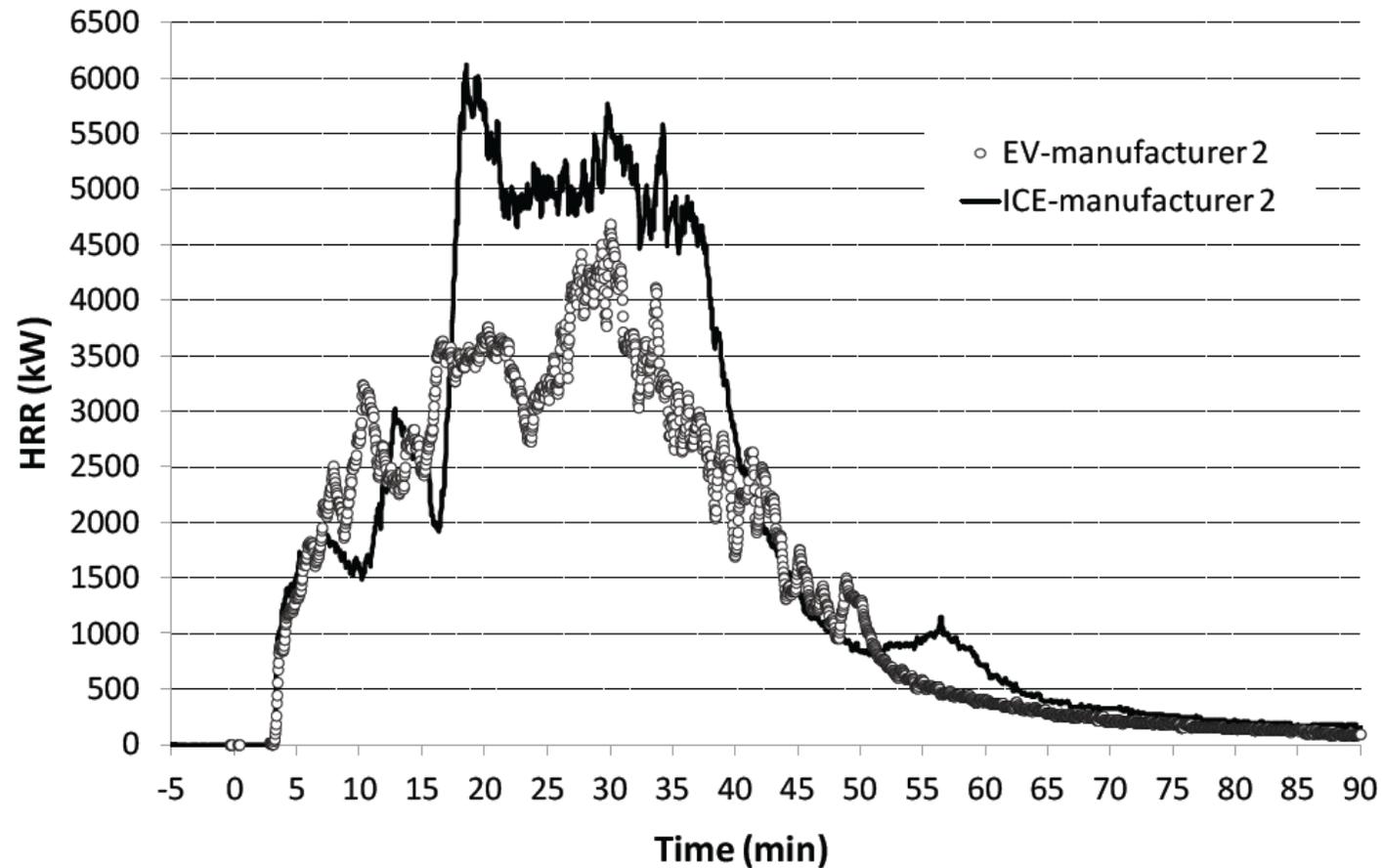


Figure 2 Comparison of the heat release rate vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 1.

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

## Wärmefreisetzungsraten im Vergleich (II)



*Figure 3 Comparison of the heat release rate vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 2.*

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

# Wärmefreisetzung im Vergleich

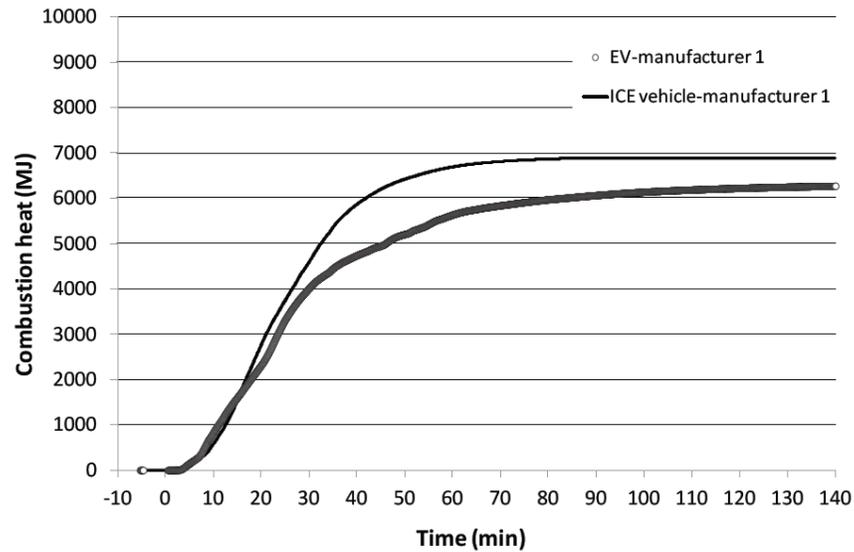


Figure 4 Comparison of the effective heat of combustion released vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 1

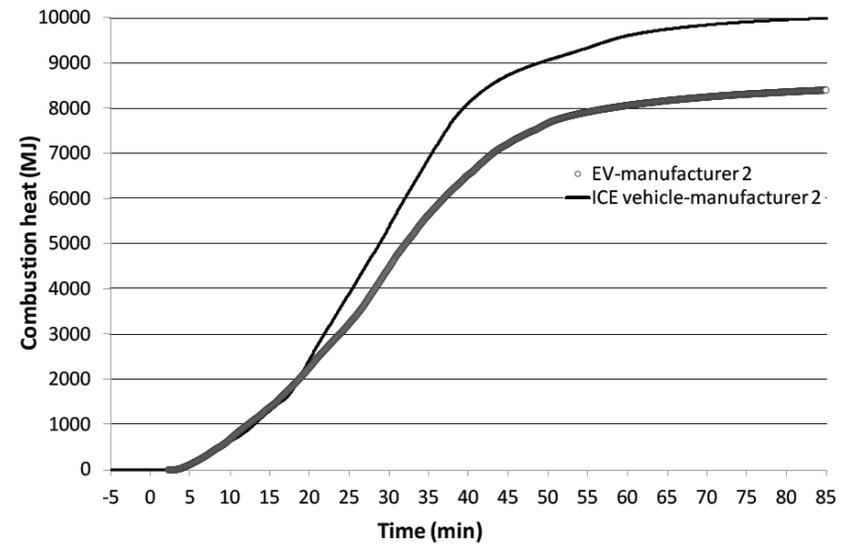


Figure 5 Comparison of the effective heat of combustion released vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 2

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

# Fluorwasserstofffreisetzung im Vergleich (I)

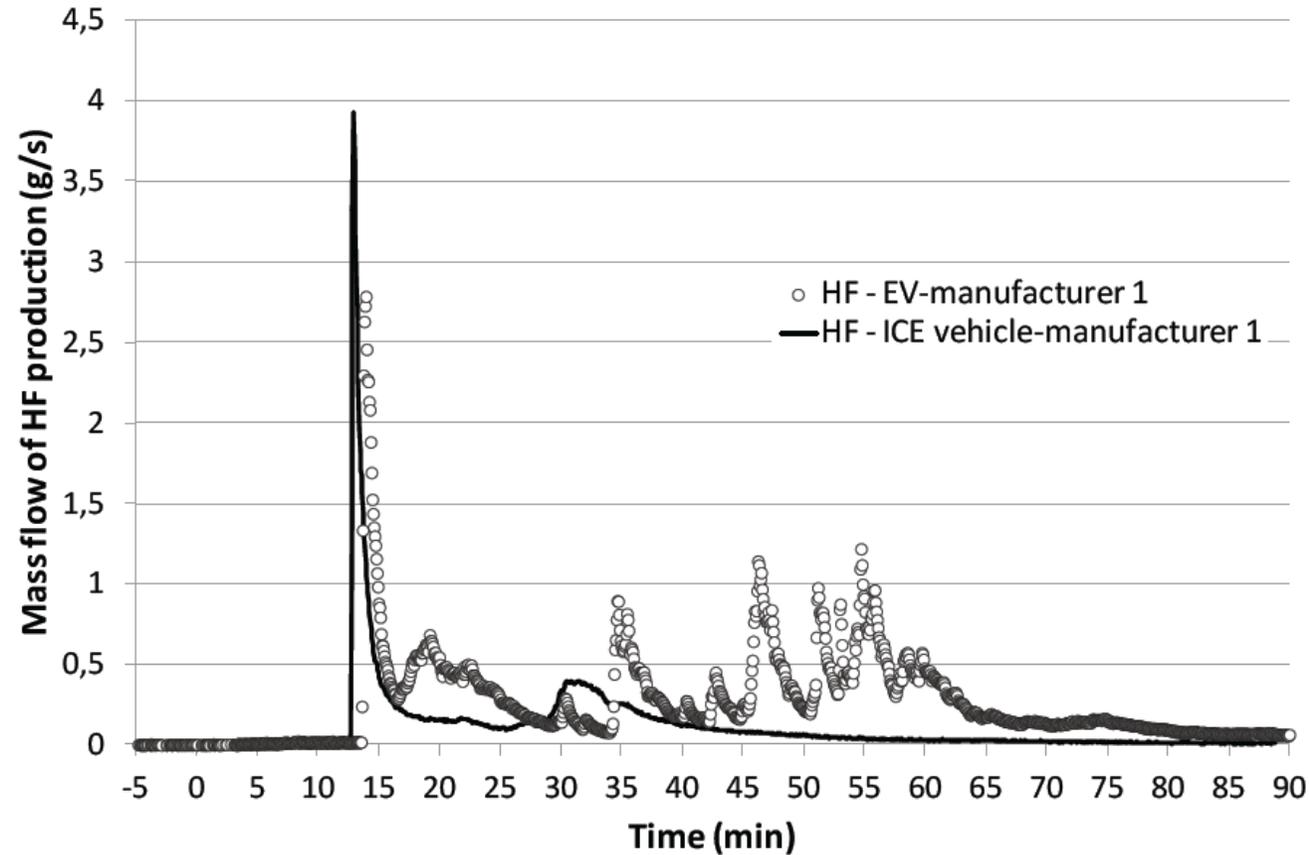


Figure 6 Comparison of HF production vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 1

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

## Fluorwasserstofffreisetzung im Vergleich (II)

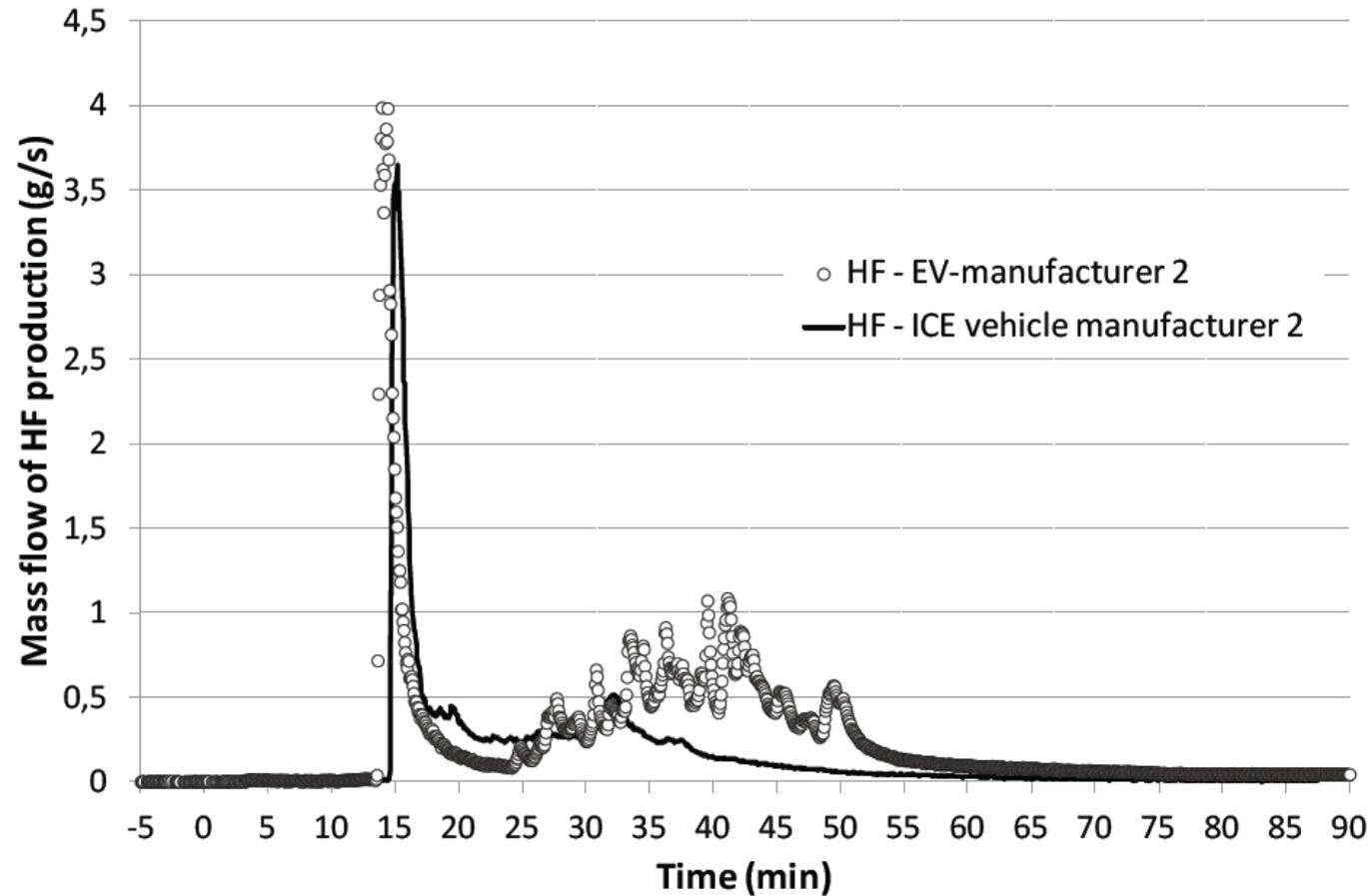


Figure 7 Comparison of HF production vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 2

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

## CONCLUSION

Four large scale fire tests were recently achieved, with an identical experimental procedure, for two French car manufacturers. For each of them, the fire testing program involved a) two battery units, b) a full battery pack, c) an EV and d) an analogous ICE vehicle. The present paper focused on the main results of the fire tests conducted on EV and corresponding ICE vehicles

Our tests show that the general behavior of EV and ICE vehicles exposed to the same external heat stress was similar. The maximal heat release rate (HRR), the overall dissipated heat of combustion and the effective heat of combustion were close for both types of vehicles.

The analysis of the combustion gases from car fires highlighted that the cumulative masses of CO<sub>2</sub>, CO, total hydrocarbons, NO, NO<sub>2</sub>, HCl and HCN were similar for both types of vehicles.

A significant quantity of HF was measured during EV and ICE vehicle fire tests. To our knowledge, HF emissions from conventional ICE vehicles have not been reported into the literature so far, may be due to recent introduction of fluorine sources in modern cars. The cumulative mass of HF was higher for EV due to the combustion of the Li-ion battery pack.

In addition to HF, a significant quantity of toxic gases including CO and HCl, in relation with the presence of chlorinated polymers, was produced during the fire tests on both types of vehicles.

All toxic compounds have to be examined to assess the global toxicity of combustion smokes during EV and ICE vehicle fires. These tests provided source terms, which can be used in modeling work to predict toxic gas dispersion and thermal effects in confined spaces, such as tunnels, underground car parks or other underground facilities.

<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

# Einsatzhinweise für die Feuerwehr



Information

**Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik**

## Generelle Hinweise

Diese Informationsschrift bezieht sich auf Serienfahrzeuge. Bei Kleinserien oder individuell nachgerüsteten Fahrzeugen kann sie nur als grobe Orientierungshilfe angesehen werden, da es sich um Einzellösungen handelt, die unter Umständen nicht dem bekannten Standard der Automobilindustrie entsprechen.

Gefahren, die generell an verunfallten/brennenden Fahrzeugen bestehen, sind ebenfalls zu beachten. Siehe hierzu die allgemein gültigen taktischen Standards zur Rettung von Personen aus PKW.

Elektro-Hybridfahrzeugen können auch noch Stunden nach einem Unfall durch interne Reaktionen in Brand geraten. Abschleppdienste und die Polizei sollten auf diese Gefahr hingewiesen werden.

Beschädigte Hochvolt-Batterien bzw. Teile davon gelten als Gefahrgut und dürfen daher nur von Fachkundigen verladen, auf offenen Fahrzeugen transportiert und im Freien gelagert werden.

### Literatur

„Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz“ (FwDV 3),

„Einheiten im ABC – Einsatz“ (FwDV 500),

„Technisch-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen“ (vfdB RL 0601),

Feuerwehr-Rettungsdatenblattsystem - silverDAT FRS © ([http://www.dat.de/news/SilverDAT\\_FRS.page](http://www.dat.de/news/SilverDAT_FRS.page))

Rettungsdatenblätter des VDA ([http://www.vda.de/de/arbeitsgebiete/rettungsleitfaeden\\_feuerwehr/](http://www.vda.de/de/arbeitsgebiete/rettungsleitfaeden_feuerwehr/)),

„Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen“ (DIN VDE 0132),

„Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“ (BGI/GUV-I 8677).

## Erkundung der Einsatzstelle und Erkennen der Antriebstechnik

Fahrzeugspezifische Rettungsdatenblätter beachten.

Die „AUTO-Regel“, um alternative Antriebstechniken an verunfallten PKW zu erkennen:

### AUTO-Regel

**A**ustretende Betriebsstoffe  
(z. B. Zisch- oder Knattergeräusche, Gasgeruch, Lachen- oder Nebelbildung)

**U**nterboden, Motor- und Kofferraum erkunden  
(z. B. nach Gastanks, orangefarbenen Hochvoltleitungen)

**T**ankdeckel öffnen  
(z. B., um alternative Betankungs-/Ladesysteme zu erkennen, zusätzliche Tankdeckel)

**O**berfläche absuchen  
(z. B. nach Überdruckventilen, einschlägigen Beschriftungen, fehlendem Auspuff)

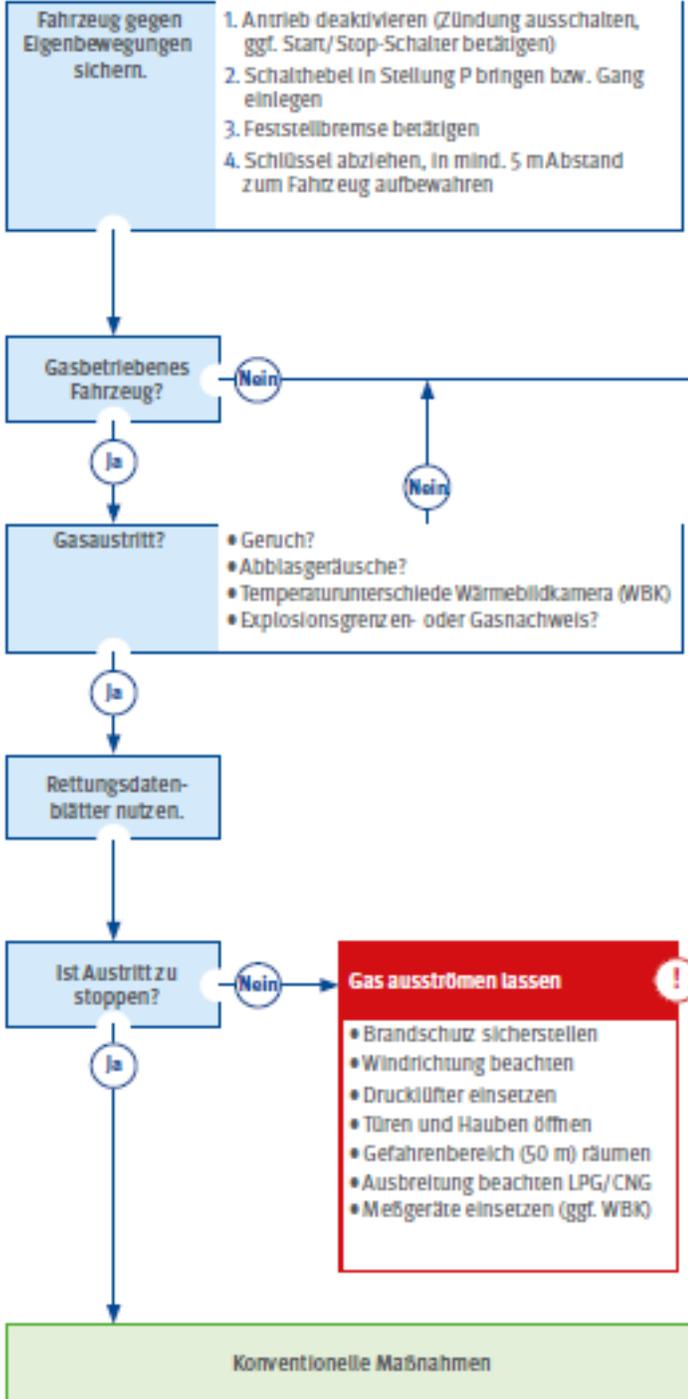
- Komponenten auf Lage und Beschädigung erkunden,
- Einsatzkräfte auf erkannte Gefahren hinweisen,
- Gefahrenbereich markieren/absperren.

Diese Informationsschrift ergänzt

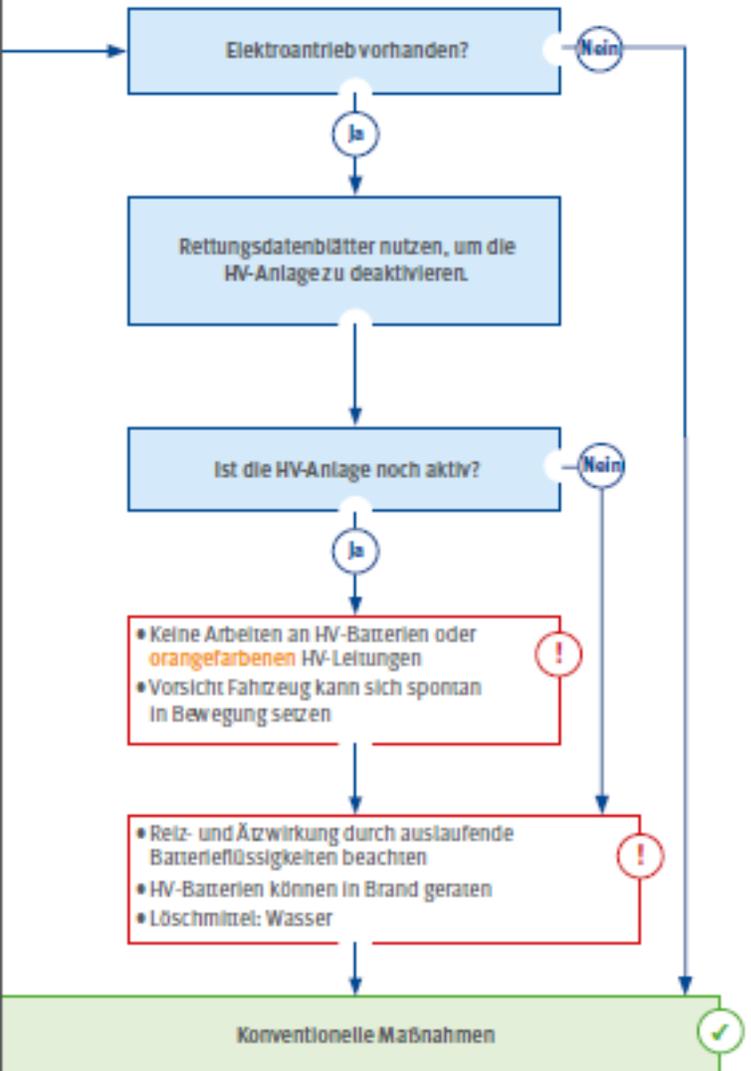
- fahrzeugspezifische Informationen aus den Rettungsdatenblättern,
- allgemein gültige taktische Standards zur Rettung von Personen aus PKW.



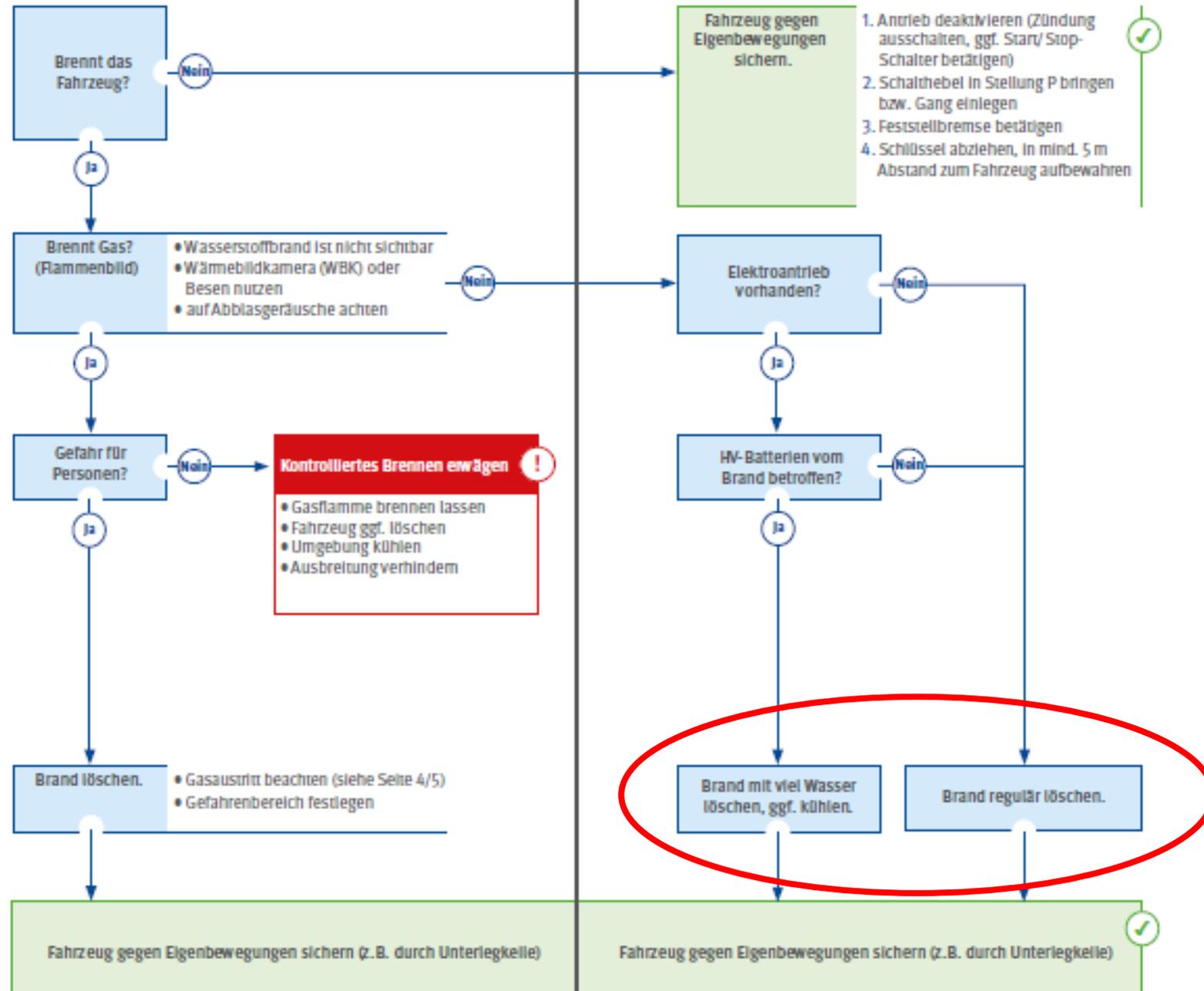
Information  
 Rettungs- und Löscharbeiten an PKW mit alternativer Antriebstechnik



# Ablaufschema alternative Antriebe – technische Hilfeleistung



# Ablaufschema Fahrzeugbrand



# Einsatzhinweise für die Feuerwehr



Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes

## Risikoeinschätzung Lithium-Ionen Speichermedien

(2018-01)

<https://www.agbf.de/downloads-fachausschuss-vorbeugender-brand-und-gefahrenschutz/category/28-fa-vbg-oeffentlich-empfehlungen>

# Einsatzhinweise für die Feuerwehr

## 3 Grundsätze bei der Brandbekämpfung

Zur Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Speichermedien sind die herkömmlichen und somit bekannten Vorgehensweisen bei Brandeinsätzen grundsätzlich geeignet.

### 3.1 Aufgaben der Feuerwehr

Die Feuerwehr führt wirksame Löschmaßnahmen mit Wasser durch und verhindert eine weitere Brand- und Rauchausbreitung in andere Brandabschnitte. Im weiteren Verlauf sollte die Wärmeentwicklung des Lithium-Ionen-Speichermediums, z.B. mittels Wärmebildkamera, überwacht werden.

# Einsatzhinweise für die Feuerwehr

## 3.3 Elektrische Gefahren

Aufgrund der elektrischen Gefahren sind die „Grundsätze der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen“ und die Einhaltung der bekannten Strahlrohrabstände nach DIN VDE 0132 einzuhalten.

## 3.4 Persönliche Schutzausrüstung

Bei Bränden Lithium-Ionen-Speichermedien können, wie bei vielen anderen Bränden auch, krebserregende Kohlenwasserstoffe, Flusssäure sowie Schwermetallablagerungen entstehen. Somit ist Schutzkleidung nach EN 469 sowie das Vorgehen unter Umluft unabhängigem Atemschutz erforderlich.

Bei großen Mengen an auslaufenden Chemikalien ist ein Vorgehen nach FwDV 500 (GG II C) zu prüfen.

# Einsatzhinweise für die Feuerwehr

## 4 Elektrofahrzeuge

### Gefährdungsbeurteilung

Elektrofahrzeuge (auch Hybridfahrzeuge) werden zertifiziert, eng überwacht produziert und mit zertifizierten Ladeeinrichtungen sowie zertifizierter Zellenüberwachung betrieben. Dadurch sind mögliche Fehler auf ein Minimum reduziert. Bei zertifizierten Elektrofahrzeugen sind unter Spannung stehende Teile „orange“ gekennzeichnet.

### Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutz

Von zertifizierten Elektrofahrzeugen gehen weitgehend vergleichbare Gefahren aus wie von Fahrzeugen mit anderen Antriebsarten (Kraftstoff, Gas). Auch Brandversuche<sup>1</sup> haben gezeigt, dass die Brandleistung [MW] unter Fahrzeugen einer Generation und Größe unabhängig von der Antriebsart vergleichbar ist.

---

<sup>1</sup> Lecocq, Amandine, Bertana, Marie, Truchot, Benjamin et al., Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, 2012

# Empfehlungen für die Einsatztaktik

Im Brandfall sind Elektrofahrzeuge mit Wasser zu löschen. Löschmittelzusätze können verwendet werden. Die Temperaturentwicklung nach dem Ablöschen des Fahrzeugs im Bereich der Batterie sollte z.B. mittels Wärmebildkamera engmaschig kontrolliert werden. Eine Temperaturerhöhung deutet auf ein drohendes Wiederentzünden hin. Eine Temperaturabnahme kann auch bei bestehender Gefahr des Wiederentzündens festgestellt werden. Um Rückzündungen zu vermeiden, ist der Batteriebereich ausreichend lange mit Wasser bis zur Übergabe an den Abschleppdienst zu kühlen. Der Abschleppdienst ist aufgrund der möglichen Rückzündungsgefahr darüber zu informieren, dass es sich um ein Elektrofahrzeug handelt. Elektrofahrzeuge, die in geschlossenen Bereichen (z.B. Garagen) stehen und bei denen eine Rückzündungsgefahr nicht ausgeschlossen werden kann, sollten ggf. ins Freie verbracht werden.



**Christian Emrich**  
 Koordinator Fachempfehlung  
 Risikoeinschätzung Li-Ionen-Speichermedien

### 10 Mitwirkende Institutionen, Verbände, Personen

Folgende Behörden, Verbände, Organisationen und Personen waren an der Erstellung dieser Fachempfehlung beteiligt:

<b>AGBF&amp;DFV FA VB/G</b> Peter Bachmeier Christian Emrich Michael Nitzschke Holger Notzke Bernd Schulzki Guido Plischek Uwe Augat Heiko Holler Michael Vester Thomas Herrmann	<b>DKE / VDE</b> Dr. Kerstin Sann-Ferro	<b>VDA</b> Roger Machill Peter Fischer Dr. Sebastian Schamer	<b>GDV</b> Marco van Lier
	<b>DKE</b> Sonnenbatterie GmbH Christian Mayr	<b>WFV</b> Dr. Frank Kämmer	<b>VdS</b> Stefan Kratzmeir
	<b>DKE</b> LG Chem Michael Brusewig	<b>KIT</b> Dietmar Schelb	<b>BFB-IS</b> Thorsten Prein Korbinian Pasedag
	<b>DKE / BVES</b> Ads-tec GmbH Ali Natour	<b>BMVI (NOW GmbH)</b> Sebastian Lahmann	<b>RiskExperts</b> Dr. Michael Buser
	<b>DKE / BVES</b> Christian Brennig	<b>TÜV Süd</b> Julian Zwick Stefan Menacher	<b>Batteryuniversity</b> Dr. Jochen Mähliß

---

## Unfallhilfe und Bergen bei Fahrzeugen mit Hochvolt- und 48-Volt-Systemen

Antworten auf häufig gestellte Fragen /  
FAQ (Frequently Asked Questions)

**VDA** | Verband der  
Automobilindustrie



### Thema

Bergen von verunfallten Fahrzeugen und Komponenten mit Hochvolt (HV)-Energiespeicher/-Antrieben oder 48-Volt-Systemen soweit diese seitens der Fahrzeughersteller in Serie verbaut oder durch die Fahrzeughersteller als Nachrüstlösungen freigegeben wurden.

### Zielgruppe

Experten der polizeilichen und nicht polizeilichen Gefahrenabwehr.  
(Polizei der Länder und des Bundes, Behörden, Feuerwehren, THW, Rettungskräfte, Bergungs- und Abschleppdienste und Notärzte)

---

Projektgruppe „Bergen von verunfallten Fahrzeugen mit Hochvolt-Systemen“

Überarbeitete Version

Berlin, August 2020

[VDA  
https://www.vda.de/de/themen/sicherheit-und-standards/retten-und-bergen/unfallhilfe-und-bergen-bei-fahrzeugen-mit-48V-und-Hochvoltsystemen.html](https://www.vda.de/de/themen/sicherheit-und-standards/retten-und-bergen/unfallhilfe-und-bergen-bei-fahrzeugen-mit-48V-und-Hochvoltsystemen.html)

Fachbereich AKTUELL Sachgebiet Feuerwehren und Hilfeleistungsorganisationen

## Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden

Grundsätzlich unterscheidet sich die Brandbekämpfung bei Fahrzeugbränden mit Beteiligung von Lithium-Ionen-Akkus nicht wesentlich von Bränden bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen (z. B. Benzin- oder Dieselfahrzeuge). Die nachfolgend aufgeführten Hinweise sollen eine Hilfestellung bieten.

<https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/feuerwehren-hilfeleistungen-brandschutz/feuerwehren-und-hilfeleistungsorganisationen/3907/fbfhb-024-hinweise-fuer-die-brandbekaempfung-von-lithium-ionen-akkus-bei-fahrzeugbraenden?c=155>

- **Flammen, Hitze und freierwerdende Atemgifte:**  
Vollständige Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung im Innenangriff, inkl. Atemschutzgerät (PSA 12 gemäß DGUV Information 205-014) tragen.
- **Wegrollen oder Wegfahren:**  
Brennende Fahrzeuge können sich eigenständig in Bewegung setzen. Sie sind daher so bald wie möglich gegen Wegrollen und Wegfahren zu sichern.
- **Wärmestrahlung:**  
Die Brandbekämpfung unter Ausnutzung der Wurfweite des Löschwasser-Vollstrahls beginnen und sich erst nach Einstellung eines ersten Löscherfolgs diagonal über die Ecken dem Fahrzeug nähern.
- **Umherfliegende Teile:**  
Durch die Brandeinwirkung kann es zu umherfliegenden Teilen kommen (z. B. von Airbags, Gasdruckdämpfern, Reifen, brennenden Leichtmetallen). Eine diagonale Annäherung über die Fahrzeugecken gewährt den größtmöglichen Abstand zum unmittelbaren Gefahrenbereich.

## 6 Brandbekämpfung bei Lithium-Ionen-Akkus in Fahrzeugen

Während der Fahrzeugbrand mit konventionellen Mitteln gelöscht werden kann, brennt der Lithium-Ionen-Akku aufgrund der fehlenden Zugänglichkeit unter Umständen weiter. Für die Brandbekämpfung ergeben sich z. B. folgende Möglichkeiten:

- Brandbekämpfung mit großen Mengen an Löschwasser. Hierdurch wird die Batterie extern gekühlt und Wasser kann über (entstandene) Öffnungen in die Batterie gelangen. Gegebenfalls kann ein zweites Rohr zum Kühlen des Lithium-Ionen-Akkus vorgenommen werden. Eventuell ist eine Information des Klärwerks sowie der zuständigen Stellen für den Umweltschutz erforderlich.
- Grundsätzlich ist auch das kontrollierte Brennen lassen des Lithium-Ionen-Akkus im abgelöschten Fahrzeug eine Option. Haben die Batteriezellen abgereagert bzw. sind sie verbrannt, reduziert sich auch das Risiko einer Wiederentzündung. Es sind auch Kombinationen aus diesem und dem vorgenannten Punkt denkbar.

## 6 Brandbekämpfung bei Lithium-Ionen-Akkus in Fahrzeugen

- Gegebenenfalls kann Löschwasser über eine dafür vom Fahrzeughersteller vorgesehene **Öffnung in das Innere der Batterie** eingebracht werden. Hinweise auf entsprechende Öffnungen können dem Rettungsdatenblatt entnommen werden. Ein gezieltes Einbringen von Wasser in die Batterie ist erst nach Abschluss der Menschenrettung zu empfehlen.
- **Versenken des betroffenen Fahrzeugs** bis sich die Hochvoltbatterie komplett unter Wasser befindet (z. B. in einem Container). Hierdurch wird die Batterie extern gekühlt. Außerdem kann Wasser über Öffnungen im Batteriegehäuse in die Batterie eindringen, den Energieabbau beschleunigen und schließlich den Brand löschen. Verbleibt die Batterie ausreichend lange (mehrere Tage) im Wasserbad, werden die einzelnen Batteriezellen entladen und die Gefahr einer Wiederentzündung wird reduziert. Diese Variante ist allerdings mit einem großen logistischen Aufwand verbunden. Es sollte nur so viel Wasser verwendet werden, wie erforderlich ist, um die Hochvoltbatterie komplett zu versenken. Eine fachgerechte Entsorgung des Löschwassers ist erforderlich. Diese Methode sollte nur im gut begründeten Ausnahmefall angewandt werden. Die Vorhaltung spezieller Container bei den Feuerwehren ist meist nicht erforderlich.



## Achtung!

Auf dem Markt sind handgeführte Löschgeräte verfügbar, die in das Batteriegehäuse eindringen, um dort Löschwasser ins Innere der Batterie einzubringen. Dabei befindet sich die Bedienmannschaft in unmittelbarer Nähe zur Batterie. Da dieses Vorgehen nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht in Einklang mit der DGUV Vorschrift 49, § 26 „Gefährdung durch elektrischen Strom“ zu bringen ist, kann für diese Methode aktuell keine Empfehlung ausgesprochen werden. Ihr Einsatz ist unter anderem mit dem Risiko von zum Teil erheblicher Stichflammenbildung und einer nicht auszuschließenden Gefährdung der Bedienmannschaft durch Elektrizität (z. B. Lichtbogen, gefährliche Körperdurchströmung) verbunden. Auch die Fahrzeughersteller untersagen in ihren Einsatzhinweisen das Öffnen oder Beschädigen von Hochvoltbatterien.

# Keine erhöhte Brandgefahr durch in Tiefgaragen abgestellte Elektrofahrzeuge



22.02.2021

„Aufgrund der aktuellen Berichterstattung in den verschiedensten Medien erscheint es wichtig zu betonen, dass auch Elektrofahrzeuge von den Einsatzkräften der Feuerwehr gelöscht werden können“, erklärt Dipl.-Ing. (FH) Peter Bachmeier, Leitender Branddirektor und Vorsitzender des **Fachausschusses Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz der deutschen Feuerwehren**. Bachmeier erklärt: „Dies gestaltet sich unter Umständen etwas schwieriger als die Brandbekämpfung von herkömmlich angetriebenen Fahrzeugen. Jedoch nicht komplexer oder gefahrbringender als etwa ein Brand eines gasbetriebenen Kfz. Entsprechende Handlungsempfehlungen für die Feuerwehren sind in diversen einschlägigen Gremien erarbeitet sowie bereits veröffentlicht worden und stehen somit den Einsatzkräften zur Verfügung.“

# Fazit

- Informationen zum Umgang von Elektrofahrzeugen für die Feuerwehr sind ausreichend vorhanden
- Elektrofahrzeuge haben vergleichbare Risiken wie konventionelle Fahrzeuge
- Das konventionelle Vorgehen der Feuerwehr kann auch bei Elektrofahrzeugen angewandt werden