
Mit Feuer auf der Suche nach dem schlimmsten Fall

Bilder von brennenden Elektroautos verbreiten sich schnell. Doch das tatsächliche Gefahrenpotential bei einem Unfall mit E-Autos ist noch relativ unbekannt. Bekannt ist: Die auf Lithiumionen-Technologie basierenden Energiespeicher von E-Fahrzeugen verhalten sich im Brandfall anders als herkömmliche Autos mit Kraftstofftanks. In Österreich untersuchten jetzt die TU Graz, die Montanuniversität Leoben und andere Experten, was im schlimmsten Fall geschehen kann – einem brennenden batterieelektrischem Fahrzeug mit einer Hochvolt-Lithiumionen- Batterie in einem Tunnel.

Was genau passiert, wenn E-Fahrzeuge im Tunnel brennen? Wie heiß wird es und welche Gase entstehen? Welche Gefahr besteht für Personen, die sich zum Zeitpunkt des Unglücks im Tunnel aufhalten? Welchen Risiken sind Einsatzkräfte ausgesetzt? Welche Schäden gibt es an der Tunnel-Infrastruktur? Und wie löscht die Feuerwehr ein brennendes E-Fahrzeug im Tunnel am effizientesten? Der Bericht der Beteiligten beginnt mit einer beruhigenden Botschaft: Das Gefahrenpotential ist auf Basis dieser Untersuchungen nicht wesentlich kritischer zu bewerten als bei Bränden von Pkw mit herkömmlichen Verbrennungskraftmotoren.

Für Touristen stellen die Grazer nach den Untersuchungen die beruhigende Botschaft voran: „Österreichische Tunnelanlagen sind fit genug für die Herausforderungen, die mit brennenden E-Fahrzeugen einhergehen“, sagt Peter Sturm, Professor am Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der TU Graz. „Unsere Ergebnisse deuten aber auf ein deutlich erhöhtes Gefahrenpotential von E-Fahrzeugbränden in Parkgaragen hin.“ Auch bei Tunnelbränden mit batterieelektrisch betriebenen Nutzfahrzeugen, also mit E-Bussen und E-Lkw, brauche es dringend mehr Mittel für weiterführende Untersuchungen. Die ersten brennenden Busdepots haben wir inzwischen auch sehen können, zum Beispiel in Hannover.

Während der bisherige Wissensstand auf Tunnel-Brandversuchen mit einzelnen Batteriezellen und kleinen Akkupacks beruhte und das Gefahrenpotenzial ganzer brennender Pkw daraus abgeleitet wurde, gewann das Projektteam in Österreich Erkenntnisse aus groß angelegten Realbrandversuchen. Im neuen Tunnelforschungszentrum „Zentrum am Berg“ der Montanuniversität Leoben wurden Batteriemodule sowie drei elektrisch betriebene und zwei dieselbetriebene Fahrzeuge gezielt in Brand gesetzt. Die Fahrzeuge – Kompaktwagen, SUV und Kleintransporter – waren teilweise Neuwagen mit Baujahr 2020, die E-Autos mit der neuesten Batterietechnologie.

Forschung und Feuerwehr fanden sich bei den Brandversuchen des Projekts zunächst in einem Interessenkonflikt wieder: Die Feuerwehr wollte die gezielt herbeigeführten Brände schnellstmöglich löschen, den Forschenden hingegen ging es um die Datensammlung während des Brandes. Als Kompromisslösung wurden Löschversuche erst nach einer ungehinderten Brandzeit von zehn Minuten gestartet. „Das ist auch in etwa der Fluchtzeitraum und die Zeit bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte. Wir konnten in diesen ersten zehn Minuten wertvolle Daten gewinnen, danach war die Feuerwehr am Zug“, sagt Peter Sturm.

Wärmefreisetzung und Brandgasemissionen

Mit mehr 30 Temperatursensoren wurde die Wärmefreisetzungsrates gemessen, also die Brandlast eines Fahrzeugs. Die Brandlast eines herkömmlichen Pkw liegt bei etwa 5 Megawatt (MW) oder grob umgerechnet einem brennenden Stapel mit 25 Holzpaletten. Die Wärmefreisetzungsrates der brennenden E-Fahrzeuge im Tunnel war mit 6 bis 7 MW zwar etwas höher als jene der dieselbetriebenen Vergleichsfahrzeuge, das bringt aber keine neuen Risiken oder Gefahren mit sich. Zum Vergleich: Die Brandlast eines

konventionellen LKW liegt bei etwa 30 MW.

„Die gemessenen Temperaturen im Fluchtbereich liegen für alle Brandversuche unterhalb der 60 Grad Celsius-Grenze. Das ist zwar keine angenehme Temperatur, aber Flucht und Brandbekämpfung sind noch möglich.“, fasst Peter Sturm zusammen. Einzige Ausnahme: Kommt es zu einer Spontanreaktion, bei der die gesamte Batterie auf einmal in Vollbrand steht, ist über einige Minuten eine merklich höhere Wärmefreisetzung von bis zu 10 MW zu erwarten. „Allerdings haben wir diese Spontanreaktion gezielt herbeigeführt, um eben diesen „worst case“ untersuchen zu können. Im Realfall passiert in der Batterie ein sogenannter „Thermal Runaway“, bei dem die Überhitzung und der Brand wie eine Kettenreaktion von einer Zelle zur nächsten übergreifen. Daher dauern solche Batterienbrände auch lange“, berichtet Peter Sturm.

Emittierte Gase und Schwermetalle wurden gesammelt und gemessen. Dabei wurden bei den Bränden der E-Fahrzeuge höhere Mengen an Fluorwasserstoff und Kohlenmonoxid nachgewiesen. Allerdings führt die thermisch bedingte Rauchgasschichtung im Tunnel dazu, dass sich diese hoch konzentrierten Brandgase überwiegend in oberen Bereichen des Tunnels sammeln und damit außerhalb des für Menschen relevanten Bereichs. Belüftungsanlagen in Tunneln minimieren das Risiko. Die gibt es zum Beispiel in Parkgaragen nicht oder zumindest nicht im vergleichbaren Ausmaß. Prof. Sturm: „Das bedeutet, Brände von E-Fahrzeugen in Garagen stehen gefahrenstechnisch auf einem anderen Blatt Papier und müssten dringend genauer untersucht werden. Unsere Messergebnisse deuten jedenfalls auf ein ernstzunehmendes Gefahrenpotential hin.“

Brandbekämpfung und kontaminiertes Löschwasser

Im Rahmen der Brandexperimente testete der Österreichische Bundesfeuerwehrverband verschiedene Löschmethoden. Am besten funktionierte die konventionelle Brandbekämpfung mit Wasser. „Wasser ist aufgrund der sehr guten Kühlwirkung das Löschmittel der Wahl. Allerdings zeigen die Erfahrungen, dass sich bei Lithium-Ionen-Akkus ein Löscherfolg erst dann einsetzt, wenn das Wasser das Innere der Batterie erreichen kann. Eine externe Kühlung einer nur unwesentlich beschädigten Batterie ist kaum wirksam. Bisherige Einsätze haben gezeigt, dass sich die Löschdauer und der Löschmittelbedarf erhöhen und mehrere 1000 Liter Löschwasser erforderlich sein können“, so Stefan Krausbar vom Österreichischen Bundesfeuerwehrverband.

Der Einsatz von Löschlanzen, die Wasser direkt in das Batteriegehäuse einspritzen, hat sich hingegen bei dem Projekt als sehr effektiv erwiesen. Die Handhabung der Löschlanzen ist allerdings kompliziert und nicht ungefährlich, sodass diese Methode eine spezielle Schulung der Einsatzkräfte erfordert. Das zur Brandbekämpfung verwendete Löschwasser zeigte eine erhöhte Schwermetallbelastung, insbesondere mit Nickel. Es wird daher gesammelt und teurer entsorgt werden müssen. (aum)

Bilder zum Artikel



Brand- und Löschversuche mit Elektroautos im Tunnel.

Foto: Autoren-Union Mobilität/Lunghammer, TU Graz



Brand- und Löschversuche mit Elektroautos im Tunnel.

Foto: Autoren-Union Mobilität/Lunghammer, TU Graz
