

# Sicherheitsaspekte beim Laden von Elektrofahrzeugen

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Fahrzeugtechnik Heft F 107

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving it a 3D appearance. The logo is positioned in the bottom right corner of the page, partially overlapping a vertical white line that runs down the right edge of the cover.

# Sicherheitsaspekte beim Laden von Elektrofahrzeugen

von

Michael Vogt  
Stefan Link  
Konrad Ritzinger  
Egle Ablingyte

SGS-TÜV Saar GmbH  
München

Peter Reindl

SGS Germany GmbH  
München

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Fahrzeugtechnik Heft F 107**

**bast**

## Kurzfassung – Abstract

### Sicherheitsaspekte beim Laden von Elektrofahrzeugen

Die Elektromobilität ist nicht erst seit dem „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ der Bundesregierung, der u. a. als Zielsetzung hat, dass eine Million Elektrofahrzeuge bis 2020 auf deutschen Straßen fahren sollen, ein allgegenwärtiges Thema. Eine zu lösende Aufgabe auf dem Weg zu diesem Ziel ist die Betrachtung der Abhängigkeiten der Systeme Elektrofahrzeug, Ladeverbindungseinheit und Ladesystem, welche bisher weitgehend autonom normiert sind. Um Personen- und Sachschäden beim Laden von Fahrzeugen zu vermeiden, ist es möglicherweise erforderlich, Anforderungen an die Sicherheit dieses Gesamtsystems zu definieren. Zu diesem Zweck beauftragte die Bundesanstalt für Straßenwesen die SGS-TÜV Saar GmbH, Competence Center Funktionale Sicherheit mit der Durchführung einer Risikoanalyse, mit dem Ziel, die Sicherheitsaspekte beim Laden eines Elektrofahrzeuges zu untersuchen. Bisher nicht bzw. unzureichend betrachtete Gefährdungen während des Ladevorganges sollten aufgezeigt werden. Nötige Maßnahmen sollten definiert und punktuell mittels Tests validiert werden, um identifizierte Risiken auf ein ausreichend geringes Maß zu senken. Im Kern wurde untersucht, welche potenziellen Risiken<sup>1</sup> beim Laden eines Elektrofahrzeugs auftreten. Auf Basis einer Normenrecherche wurde die Frage beantwortet, an welchen Stellen normativer und gesetzlicher Handlungsbedarf besteht. Dazu wurden die nachfolgenden Schwerpunkte erarbeitet:

- Darstellung möglicher sicherheitskritischer Bedingungen beim Laden,
- Zuordnung der sicherheitskritischen Bedingungen zu den Subsystemen Infrastruktur, Kabel und Fahrzeug,
- Definition von Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit beim Laden,
- Aufzeigen der Zuständigkeiten für die Gewährleistung der Sicherheit,
- Offenlegung des regelungsseitigen Bedarfs.

Im ersten Schritt wurde eine Risikoanalyse durchgeführt, um die potenziellen Risiken beim Laden eines Elektrofahrzeugs aufzuzeigen. Die Risikoanalyse wurde zunächst ohne Berücksichtigung bereits normativ oder gesetzlich festgelegter Schutzmaßnahmen durchge-

führt. Anschließend erfolgte eine iterative Weiterführung der Betrachtung der Risiken in zweierlei Hinsicht:

- a. Berücksichtigung existierender normativer und/oder gesetzlicher Anforderungen, welche parallel zur Risikoanalyse recherchiert wurden,
- b. Beschreibung ergänzender technischer und/oder organisatorischer Maßnahmen, um nicht abgedeckte Risiken weiter zu reduzieren.

Danach wurde eine erneute Beurteilung der Risiken vorgenommen, um aufzuzeigen, ob die vorhandenen bzw. neu definierten Maßnahmen in der Lage sind, das identifizierte Risiko in ausreichendem Maß zu reduzieren.

Generell zeigte sich im Rahmen der Risikoanalyse eine breite, durch Normen und Richtlinien bzw. gesetzliche Regelungen vorhandene Abdeckung der möglichen Risiken. Derzeit nicht abgedeckte Risiken konnten adressiert und wirksame Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen werden. Bei Umsetzung aller aufgezeigten Lösungsansätze bleiben somit keine relevanten Risiken offen. Jedoch zeigt sich auch, dass zu bestimmten Themen dringender Handlungsbedarf besteht.

Als Ergebnis ließ sich zu folgenden Punkten ein konkreter Handlungsbedarf ableiten:

- Als eines der Hauptrisiken wurde das Laden an einer haushaltsüblichen Schukosteckdose, ohne die Nutzung einer zusätzlichen in der Ladeleitung integrierten Schutzeinrichtung, identifiziert. Bei Ladeleitungen mit Schutzeinrichtung hängt deren Schutzwirkung nicht zuletzt von einer regelmäßigen technischen Überprüfung ab.
- Als relevant wurden weiterhin die elektromagnetischen Felder, die von einer Ladeleitung bei hohen Strömen ausgehen (zukünftige Schnellladesysteme), identifiziert, hier sind tiefergehende Untersuchungen erforderlich.
- Im Sinne der Risikominimierung sollte auch das maximal zulässige Gewicht der Ladegarnitur limitiert sein.
- Untersucht wurden auch Risiken, die sich durch die Bedienung ergeben. Mit entsprechenden Hinweisen im Bedienungshandbuch des Elektrofahrzeuges kann hier bereits einigen möglichen Gefahren begegnet werden. Dies betrifft unter anderem die Handhabung der Ladegarnitur beim Laden im öffentlichen Raum.

Aus den ermittelten noch umzusetzenden Maßnahmen geht hervor, dass der derzeitige Stand der Normung und gesetzlichen Regelungen noch nicht vollkommen ausreichend ist, um alle ermittelten und aufgezeigten Risiken in ausreichendem Maße zu reduzieren. Aus den Ergebnissen der Studie wird auch deutlich, dass die Sicherheit nicht von einem Teilsystem alleine, sondern vielmehr durch das sichere Zusammenwirken aller

<sup>1</sup> Das Risiko definiert sich als die Beschreibung eines Ereignisses mit der Möglichkeit negativer Auswirkungen. Das Risiko wird allgemein als Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses und dessen Konsequenz angesehen (Quelle: Wikipedia).

Teile, auch in Kombination mit dem Verhalten der Nutzer und partizipierender Personen, gewährleistet wird.

### Security issues when charging electric vehicles

Electric mobility has been a ubiquitous topic – not only since the Federal Republic of Germany launched the National Electric Mobility Development Plan which, among other things, pursues the aim of one million electric vehicles being operated on German roads by 2020. One task towards that aim is to consider the interdependency of the systems including electric vehicle, charging connection and charging system, which were mostly standardised autonomously. In order to avoid personal injury and property damage during the charging process of vehicles it may be necessary to define requirements for the safety of this total system. For this purpose, the German Federal Highway Research Institute (BAST) commissioned SGS-TÜV Saar GmbH, Competence Center Functional Safety, to perform a risk analysis aimed at studying the safety aspects when charging an electric vehicle to indicate hazards during a charging process which may not have – or only insufficiently – been examined so far. Necessary measures should be defined and selectively validated by means of tests in order to reduce identified risks to a sufficiently low level.

In essence, the project analysed what potential risks<sup>1</sup> occur when charging an electric vehicle. Based on a research of standards the question of where a need for normative and legislative action exists was answered. For this purpose the following focal areas were elaborated:

- illustration of possible safety-critical conditions during charging,
- allocation of the safety-critical conditions to the subsystems infrastructure, cable and vehicle,
- definition measures to increase safety during charging,
- identification of the responsibility for assurance of safety,
- disclosure of required regulatory measures.

In the first step a risk analysis was performed in order to indicate the potential risks incurred when charging an electric vehicle. The risk analysis was initially performed without consideration of protective measures which have already been established by standards or laws.

Subsequently, the examination of the risks iteratively continued in two respects:

- a. consideration of existing normative and/or legal requirements that were researched in parallel to the risk analysis,
- b. description of complementary technical and/or organisational measures to further reduce risks which have not been covered.

Subsequently, the risks were re-evaluated in order to indicate whether or not the existing and/or newly defined measures are able to sufficiently reduce the identified risk.

Generally, the risk analysis revealed a broad existing coverage of possible risks by standards and regulations and/or legal requirements. Risks not currently covered could be addressed and effective possible solutions proposed. Consequently, no relevant risks remain unaddressed if all the proposed problem-solving approaches are implemented. However, it is also obvious that an urgent need for action exists with respect to certain issues.

As a result, a concrete need for action could be derived with respect to the following issues:

- One of the major risks identified was charging at a typical household power socket without the use of an additional protection device integrated in the charging cable. When charging cables with protection devices are used their protective effect not least depends on the performance of regular technical inspections.
- Furthermore, the electromagnetic fields emanating from a charging cable at high currents (future quick-charging systems) were identified as relevant; more in-depth studies are required here
- In the interest of risk minimisation the maximum permissible weight of the charging equipment should be limited as well.
- In addition to the technical hazards, the risks resulting from the operation of the equipment were examined. Some of these potential hazards can be counteracted by appropriate instructions in the operator manual of the electric vehicle. Among others, this concerns the handling of the charging equipment in public spaces.

The measures identified and still to be implemented reveal that the current state of standardisation and legal requirements is not fully sufficient yet in order to reduce all the risks which have been identified and indicated. However, the results of the study also show that safety is not only assured by a single subsystem but by the safe interaction of all the components, also in combination with the behaviour of the users and participating persons.

<sup>1</sup> Risk is defined as the description of an event with the potential of having negative effects. Risk is generally viewed as the product of the occurrence probability of an event and its consequence (Source: Wikipedia).