

TÜV-Verband-Merkblatt Fahrzeug und Mobilität
Bewertung der Restkapazität von
Antriebsbatterien (State of Health)

MB FZMO 767:2024-03-13

„Leseprobe“

Die TÜV-Verband-Merkblätter sind urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, die Verbreitung, der Nachdruck und die Gesamtwiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, der vorherigen Zustimmung des Verlages vorbehalten. Weitere Hinweise siehe TÜV-Verband-Merkblatt Allgemeines 001.

Herausgeber: TÜV-Verband e. V. | Friedrichstraße 136 | 10117 Berlin

Druck und Vertrieb: TÜV Media GmbH | Am Grauen Stein 1 | 51105 Köln | TÜV Rheinland Group

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Allgemeines	5
2.1	Übersicht und Bewertung rechtlicher Grundlagen und Standards zur Batteriebewertung .	5
2.2	Einflussfaktoren der Degradation von Antriebsbatterien	7
2.3	Herausforderungen bei der Ermittlung der Restkapazität von Antriebsbatterien: Definitionsunterschiede und physikalische Gründe	8
2.4	Notwendige Parameter zur unabhängigen Bestimmung der Restkapazität	9
3	Grundlagen für eine standardisierte Bewertungsmethode zur unabhängigen Bestimmung der Restkapazität	10
3.1	Anforderungen an die Unabhängigkeit	10
3.2	Voraussetzungen für eine standardisierte Bewertungsmethode	11
3.3	Voraussetzungen für die Reproduzierbarkeit	12
3.4	Analyse möglicher Methoden zu Bestimmung der Restkapazität	13
4	Handlungsempfehlung zur Darstellung einer unabhängigen, standardisierten und reproduzierbaren Methodik zur Bestimmung der Restkapazität	15
5	Nutzen der Bewertung der Restkapazität.....	16
5.1	Für die monetäre Betrachtung im Gebrauchtwagenmarkt.....	16
5.2	Für die Verkehrssicherheit	16
5.3	Für die Kreislaufwirtschaft.....	16
6	Literaturverzeichnis	17
7	Abbildungsverzeichnis.....	18

Präambel

Dieses Merkblatt ist vom TÜV-Verband e.V. in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern des Arbeitskreises „Elektromobilität“ erstellt worden.

Grundlage sind die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) und die Verordnung (EU) 2018/858 in der jeweils gültigen Fassung, die UN-Regelung Nr. 100 „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb“, die UNECE GTR Nr. 22 sowie die Verordnung (EU) 2023/1542.

Das Merkblatt behandelt die herstellerunabhängige Bestimmung der verbleibenden Restkapazität von Traktionsbatterien auf Basis einer Belastung, sodass rein datengestützte Auswertungen als Erstindikationen unberücksichtigt bleiben. Es setzt sich zum Ziel, den zuständigen Mitarbeiter:innen der Technischen Überwachungsvereine eine einheitliche Arbeitshilfe und Methodik zur Bewertung der Restkapazität von elektrischen Antriebsbatterien der Fahrzeugkategorien M1 und N1 zu bieten.

Dieses Merkblatt wurde von den Ersteller:innen nach bestem Wissen aufgestellt und entspricht aus ihrer Sicht dem Stand der Technik. Die in diesem Merkblatt enthaltenen Anforderungen geben sicherheitstechnisch ausreichende Lösungen für den Regelfall an. Eine Haftung, auch für die sachliche Richtigkeit der Darstellung in dieser Vereinbarung, ist ausgeschlossen. Ebenso sind Patent- und andere Schutzrechte von den Anwender:innen eigenverantwortlich zu klären.

Hinsichtlich der elektrischen Sicherheit – vorrangig für elektrische Antriebssysteme mit Spannungen im Hochvoltbereich (> 60 V Gleichspannung (DC) und > 30 V Wechselspannung (AC)) – gilt das MB FZMO 764.

Das Merkblatt wird laufend dem Stand der Technik angepasst. Anregungen hierzu sind zu richten an den Herausgeber:

**TÜV-Verband e. V.
Friedrichstraße 136
10117 Berlin**

Begriffsbestimmung

akkreditierte Stelle:

eine Stelle, die Konformitätsbewertungstätigkeiten einschließlich Kalibrierungen, Prüfungen, Zertifizierungen und Inspektionen durchführt und akkreditiert ist

angenommene Nennkapazität:

bezeichnet die Gesamtzahl der Amperestunden, die einer voll aufgeladenen Batterie entnommen werden können

Antriebsbatterie:

eine Batterie, die speziell auf die Lieferung elektrischer Energie für die Traktion von Hybrid- oder Elektrofahrzeugen ausgelegt ist

Batteriebewertung:

beschreibt eine Zustandsbewertung eines Batteriesystems hinsichtlich der aktuell verfügbaren Energiemenge, die der Batterie entnommen werden kann

Batteriemanagementsystem (BMS):

ein elektronisches Bauteil, das im Interesse der Sicherheit, Leistung und Lebensdauer der Batterie die elektrischen und thermischen Funktionen einer Batterie überwacht und steuert

Betriebsspannung:

bezeichnet den vom Hersteller angegebenen höchsten Wert der Spannung in einem Stromkreis (Effektivwert), der zwischen leitfähigen Teilen bei nicht geschlossenem Stromkreis oder unter normalen Betriebsbedingungen gemessen werden kann. Wenn der Stromkreis galvanisch getrennt ist, wird für die getrennten Stromkreise die jeweilige Betriebsspannung angegeben.

BEV:

Battery Electric Vehicle, deutsch: batterieelektrisches Fahrzeug

CEE-Anschlussdosen:	spezielle Steckdosen (rot) nach DIN EN IEC 60309 mit Spannung bis 400 V (ugs. Starkstrom) und einem Bemessungsstrom bis 32 A
C-Rate:	C-Rate von n C bezeichnet den Konstantstrom, der für die Ladung oder Entladung der Batterie zwischen 0% und 100% des Ladezustands $1/n$ Stunden benötigt
Degradation:	die Alterung der Antriebsbatterie durch elektrochemische Prozesse, die zu einer Zustandsverschlechterung führt
Depth of Discharge (DoD):	beschreibt den prozentualen Anteil der Nennkapazität, mit dem die Antriebsbatterie im Betrieb entladen wird, deutsch: Entladungstiefe
diskriminierungsfreier Zugang:	wird definiert als Zugang zum Fahrzeug-OBD und BMS via einer Schnittstelle zu einem vertretbaren Aufwand
Hochvolt:	bezeichnet die Spannung, für die ein elektrisches Bauteil oder ein Stromkreis ausgelegt ist, dessen Effektivwert der Betriebsspannung > 60 V und ≤ 1500 V (Gleichstrom) oder > 30 V und ≤ 1000 V (Wechselstrom) ist
Innenwiderstand:	der Widerstand gegen den Stromfluss innerhalb einer Zelle oder Batterie unter Referenzbedingungen, d. h. die Summe aus elektronischem und ionischem Widerstand als Beitrag zum effektiven Gesamtwiderstand, der außerdem induktive/kapazitive Komponenten umfasst
Peripherie:	Vorrichtungen, die Energie verbrauchen, umwandeln, speichern oder liefern und diese nicht direkt oder indirekt vorwiegend für den Fahrzeugantrieb verwenden
REESS:	Rechargeable Energy Storage Systems, deutsch: wiederaufladbare Energiespeichersysteme
Refurbishment/Wiederaufarbeitung:	jedes technische Verfahren an einer gebrauchten Batterie, das die Demontage und Beurteilung aller Zellen und Module dieser Batterie und den Einsatz einer bestimmten Zahl neuer, gebrauchter oder aus Abfällen verwerteter Batteriezellen und -module oder anderer Batteriekomponenten zur Wiederherstellung einer Batteriekapazität von mindestens 90% der ursprünglichen Bemessungskapazität umfasst, wobei die einzelnen Batteriezellen einen einheitlichen Alterungszustand mit Abweichungen von maximal 3% untereinander aufweisen, und das im Ergebnis dazu führt, dass die Batterie zu demselben Zweck oder für dieselbe Anwendung genutzt werden kann, für den bzw. die sie ursprünglich ausgelegt war
Reuse:	jedes Verfahren, bei dem die Antriebsbatterie, die kein Abfall darstellt, wieder für denselben Zweck verwendet wird, für den sie ursprünglich gedacht war, deutsch: Umnutzung
Round-Trip-Efficiency:	das Verhältnis der Nettoenergie, die eine Batterie während einer Entladeprüfung abgibt, zur Gesamtenergie, die erforderlich ist, um den ursprünglichen Ladezustand durch eine Standardladung wiederherzustellen
Schnellladen:	bezeichnet das Laden mit einer Leistung von mehr als 22 kW für die Übertragung von Strom an ein Elektrofahrzeug (Schnellladepunkt 50 kW $\leq P$)