



Untersuchung der Mitnahmemöglichkeiten von Elektromobilen (E-Scootern) in Linienbussen

Schlussbericht

Oktober 2015

Auftraggeber

Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
(MBWSV NRW)

Ansprechpartner: MR Andreas Wille, Referat II B 3

Jürgensplatz 1
40219 Düsseldorf

Auftragnehmer

STUVA e. V. (Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V.)

Mathias-Brüggen-Straße 41

50827 Köln

Tel.: 0221/59795-0

Fax: 0221/59795-50

www.stuva.de

Bearbeiter:

Dr.-Ing. Dirk Boenke (Projektleitung)

Dipl.-Ing. Antonio Piazzolla

Dipl.-Phys. Ing. Klaus Martini

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise	6
1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung	6
1.2 Vorgehensweise bei der Untersuchung	7
2 Fazit und Empfehlungen	8
2.1 Ausgangslage	8
2.2 Zentrale Erkenntnisse und zusammenfassende Empfehlungen	8
2.3 Begründungen zu den Empfehlungen	10
2.3.1 Kippsichere Aufstellung und Stabilität des Elektromobils	10
2.3.2 Ausschluss von dreirädrigen Elektromobilen vom Transport	10
2.3.3 Längenbeschränkung für transportfähige Elektromobilen	11
2.3.4 Größe und Lage des Aufstellbereichs	11
2.3.5 Beschränkung der Nutzergruppe mit Anspruch auf Beförderung	12
2.3.6 Schulung der Nutzer und Kennzeichnung der Elektromobile	12
3 Elektromobile – Definition, Merkmale und Marktanalyse	15
3.1 Definition und Verwendung als Hilfsmittel	15
3.1.1 Definition „Elektromobil“	15
3.1.2 CE-Kennzeichnung	16
3.1.3 Hilfsmittelverzeichnis des GKV	17
3.2 Merkmale und Verbreitung von Elektromobilen	18
3.2.1 Klassifizierung nach Regelwerk	18
3.2.2 Unterscheidungskriterien Elektromobil und Elektrorollstuhl	20
3.2.3 Marktanalyse	23
3.2.4 Relevante Anforderungskriterien bei der Mitnahme im ÖPNV	24
3.2.5 Klassifizierung der Elektromobile für die Fahrversuche	28
4 Derzeitige Mitnahmeregelungen für Elektromobile	30
4.1 Stand der Mitnahme-Regelungen in Deutschland	30
4.1.1 Ausgangslage	30
4.1.2 Öffentlicher Straßenpersonennahverkehr bis Ende 2014	30
4.1.3 ÖSPV seit Ende 2014	31
4.1.4 DB Regio Bus	32
4.1.5 Deutsche Bahn AG	32
4.1.6 Private Bahnbetreiber	32
4.2 Mitnahmeregelungen (ÖPNV) in anderen Ländern	33

4.2.1	Schweiz	33
4.2.2	Österreich	33
4.2.3	Belgien	34
4.2.4	Niederlande	34
4.2.5	Großbritannien	35
4.2.6	Norwegen	38
4.2.7	Kanada	38
4.2.8	Australien	41
4.2.9	Region Helsinki (Finnland)	42
4.2.10	Straßburg (Frankreich)	42
4.2.11	Barcelona (Spanien)	42
4.2.12	Zusammenfassung	43
5	Überprüfung der Erreichbarkeit des Aufstellplatzes	44
5.1	Grundsätzliche Feststellungen	44
5.2	Auswahl von Elektromobilen für Rangierversuche	44
5.3	Grundlegende Feststellungen für die Modellbildung	45
5.3.1	Fahrgastraumgestaltung in Linienbussen	46
5.3.2	Modellhafte Nachbildung der Fahrgasträume in Linienbussen	48
5.4	Rangierfahrten am Modell	50
5.4.1	Einfahrt vorwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung, Ausfahrt vorwärts	51
5.4.2	Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, wenden, Ausfahrt vorwärts	52
5.4.3	Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt rückwärts	54
5.4.4	Einfahrt rückwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung, Ausfahrt vorwärts	54
5.4.5	Sonderfall: Einfahrt an der 1. Tür und Ausfahrt an der 2. Tür	55
5.5	Rangierfahrten in Linienbussen	56
5.6	Einstieghilfen	58
5.6.1	Rampenneigung	59
5.6.2	Tragfähigkeit	60
5.6.3	Weitere Hinweise	60
5.7	Fazit und Empfehlungen	61
6	Sicherheit beim Transport im Bus	65
6.1	Grundsätzliche Feststellungen	65
6.2	Sicherungsmöglichkeiten im Bus	65
6.3	Aufstellung des Elektromobils in Fahrtrichtung	65
6.4	Aufstellung des Elektromobils entgegen der Fahrtrichtung	69

6.5	Standsicherheit am Rollstuhlstellplatz	70
6.6	Sicherung durch zusätzliche Gurte	74
6.7	Absteigen des Nutzers während des Transports.....	75
6.8	Fazit Sicherungsmöglichkeiten und Empfehlungen	76
7	Weitergehende Vorschläge – Technische und organisatorische Lösungsansätze	77
7.1	Neue Sicherungssysteme für die Anwendung in Bussen	77
7.1.1	Automatisiertes Rollstuhl-Sicherungssystem für den ÖPNV	77
7.2	Verbesserung der Manövrierbarkeit von Elektromobilen	80
7.3	Organisatorische Maßnahmen	81
7.3.1	Erhöhung der Reichweite durch Nutzung öffentlicher oder privater Ladestationen ...	81
7.3.2	Verbesserung der Leihmöglichkeiten von Elektromobilen	82
8	Literatur- und Quellenverzeichnis	83
Anhang A:	Ergebnisse der Rangierversuche	90
8.1	Rangierversuch 1: Aufstellbereich gegenüber der Einstiegstür	90
8.2	Rangierversuch 2: Aufstellbereich auf der rechten Fahrzeugseite	92
8.3	Rangierversuch 3: Aufstellbereich auf der rechten Fahrzeugseite und Rangierfläche (Mehrzweckbereich) gegenüber der Einstiegstür	94
Anhang B:	Überblick über die Mitnahmeregelungen der Verkehrsunternehmen in Deutschland (Stand September 2015).....	95
Anhang C:	Marktanalyse von Elektromobilen	98

1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Mit Verbesserung der Zugänglichkeit des Bussystems bei der Einführung von Niederflurbussen vereinfachte sich die Möglichkeit für mobilitätseingeschränkte Menschen, den öffentlichen Nahverkehr einschließlich des Linienbusverkehrs zu nutzen. Für die Verkehrsunternehmen brachte die Barrierefreiheit Vorteile beim allgemeinen Fahrgastwechsel, führte aber auch dazu, dass die Mitnahme von Hilfsmitteln im ÖPNV an Bedeutung gewonnen hat.

Infolge der – nicht zuletzt durch die demografische Entwicklung – zunehmenden Zahl an Hilfsmitteln, die im ÖPNV mitgenommen werden sollen und aufgrund der in den Fahrzeugen begrenzten Flächenverfügbarkeit ist es erforderlich, die Einhaltung von Sicherheit und Ordnung im Betrieb von Zeit zu Zeit zu überprüfen und neu zu bewerten. Zu den Hilfsmitteln gehört auch die Gruppe der Elektromobile. Elektromobil (auch E-Scooter) ist die gebräuchliche Bezeichnung für kleine, mehrspurige, offene und elektrisch angetriebene Leichtfahrzeuge, die in der Regel nur einen Fahrzeugführer (zuzüglich einer geringen Menge Gepäck, z. B. Einkäufe) befördern können und die über eine direkte Lenkung verfügen. Die Verbreitung von Elektromobilen hat in den letzten Jahren stark zugenommen, wenn auch genaue Zahlen seitens der Hersteller nicht veröffentlicht werden. Elektromobile werden als Transportmittel ohne medizinisch festgestellte Erfordernis genutzt, sie sind aber auch teilweise als anerkanntes Hilfsmittel der gesetzlichen Krankenversicherungen im Hilfsmittelverzeichnis gelistet und werden bei Bedarf verordnet. Daher stellen Sie für Menschen mit Behinderungen eine Möglichkeit dar, Ihre Mobilität zu erhalten und an der Gesellschaft teilzuhaben. Für die Bewältigung von Wegen wird dabei auch der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) in Anspruch genommen, um die teils beschränkte Reichweite der Elektromobile zu erweitern und die Reisegeschwindigkeit zu erhöhen.

Bis Ende 2014 wurden Elektromobile – von wenigen Ausnahmen abgesehen – von den Nahverkehrsunternehmen in Deutschland befördert, sofern der zuständige Betriebsleiter oder im Einzelfall das Fahrpersonal die Sicherheit und Ordnung des Betriebs nicht gefährdet sah. Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV) hatte dann aber aufgrund einiger Hinweise auf betriebsgefährdende Ereignisse (z. B. Kippen) bei der Beförderung von Elektromobilen Anfang 2014 eine Untersuchung an die STUVA in Auftrag gegeben, um mögliche Gefährdungspotenziale bei der Mitnahme in Linienbussen zu untersuchen. Die Beurteilung erfolgte zunächst vor allem auf theoretischer Basis (z. B. Berechnungen) und ergab u. a., dass bei einer Aufstellung des Elektromobils quer zur Fahrtrichtung des Busses und fehlender Abstützung das Elektromobil bei einer Gefahrbremung des Busses umkippen kann [1]. Bereits bei einer Betriebsbremsung des Busses kann ein Kippen nicht ausgeschlossen werden bzw. kann das Elektromobil ins Rutschen geraten. Diese zunächst auf Basis einer früheren Untersuchung der STUVA und BASt zur Kippsicherheit von Rollstühlen beim Transport in Bussen [2] und eigenen Berechnungen erfolgte Bewertung der Gutachter bezüglich der Standsicherheit wurde inzwischen durch Tests von Verkehrsunternehmen [3; 4] sowie Tests der STUVA mit Elektromobilen beim Transport in Stadtbahnen [5] bestätigt.

Das Präsidium des VDV bewertete die Situation auf Basis des Gutachtens und verfasste im November 2014 an die Mitgliedsunternehmen die Empfehlung, eine Mitnahme von Elektromobilen in Linienbussen zunächst nicht mehr durchzuführen [6]. Der VDV gelangte aufgrund der durch das Gutachten erlangten Kenntnis der Gefahrenlage zu der Einschätzung, dass sich eine straf- und zivilrechtliche

Haftung für die Verkehrsunternehmen bzw. den Betriebsleiter oder das Fahrpersonal ergeben könnte. Die meisten Mitgliedsunternehmen des VDV folgten der Empfehlung.¹

Die Empfehlung des VDV war Anlass für das Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV NRW), dieses hier vorliegende ergänzende Gutachten zum ersten Gutachten des VDV zu beauftragen. Das Ziel dieses Gutachtens war es, zu untersuchen, ob und unter welchen Randbedingungen Elektromobile standsicher in Linienbussen transportiert werden können.

1.2 Vorgehensweise bei der Untersuchung

Die Untersuchung erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurde eine qualitative Marktanalyse von Elektromobilen durchgeführt. Dabei wurden Kennwerte (Abmessungen, Gewicht, Wendekreis usw.) von ca. 200 Elektromobilen verschiedener Anbieter erhoben, um eine Klassifizierung nach den Eigenschaften, die eine Relevanz für die Beförderung eines Elektromobils im ÖPNV haben, durchführen zu können. Bestandteil dieser Marktanalyse waren auch alle Elektromobile, die im Hilfsmittelverzeichnis des GKV² gelistet sind. Des Weiteren erfolgte eine Analyse der Mitnahmeregelungen für Elektromobile im Nahverkehr in anderen Ländern, Regionen und Städten weltweit, mit Schwerpunkt in Europa.

Hauptbestandteil der Untersuchungen waren Rangierversuche mit unterschiedlich großen Elektromobilen unter Berücksichtigung verschiedener Bestuhlungsvarianten bzw. von Größe und Lage der Mehrzweckbereiche in Bussen. Ziel dieses Arbeitsschrittes war es, die Möglichkeit einer Aufstellung eines Elektromobils am Rollstuhlstellplatz längs zur Fahrtrichtung des Busses in Abhängigkeit geometrischer Kennwerte des Hilfsmittels und des Fahrgastraums zu untersuchen. Dabei wurde aufgrund der Vielfalt der Möglichkeiten bei der Fahrgastraumgestaltung in den Bussen zunächst mit einer modellhaften Nachbildung der Fahrgasträume gearbeitet (Bild 1).

Bild 1: Rangierversuche zur Überprüfung der Anforderungen an die Fahrgastraumgestaltung in Linienbussen beim Transport von Elektromobilen



a) am Modell für den Fahrgastraum – Beispiel mit rechts liegender Aufstellfläche



b) in einem Bus – Beispiel Aufstellfläche gegenüber der Einstiegstür

Anschließend wurden zur Validierung der Ergebnisse Rangierfahrten mit einigen Elektromobilen an realen Linienbussen durchgeführt, um Hinweise über mögliche Zwangspunkte, die im Praxisbetrieb auftreten könnten, zu erhalten.

¹ Darüber hinaus wurde in der Regel auch die Beförderung von Elektromobilen in den Stadt- und Straßenbahnen eingestellt, da die Verantwortlichen bei der Beförderung von Elektromobilen in den Schienenfahrzeugen ein ähnliches Risiko wie in Linienbussen sahen.

² Der GKV ist der Spitzenverband Bund der Krankenkassen in Deutschland.

Weiterhin wurde untersucht, welche Möglichkeiten für eine Längsaufstellung eines Elektromobils beim Transport in einem Linienbus bestehen und welche Sicherungsmöglichkeiten jeweils zu treffen sind, um die Standsicherheit während der Fahrt herzustellen. Dabei wurde auch nach technischen Innovationen geschaut und deren Anwendbarkeit für den ÖPNV-Betrieb bewertet.

Aus den Ergebnissen der einzelnen Arbeitspakete wurden Empfehlungen formuliert. Diese kennzeichnen, welche Rahmenbedingungen erfüllt sein müssen, um einen sichereren Transport von Elektromobilen in Linienbussen durchführen zu können.

Abschließend wurden technische und organisatorische Möglichkeiten vorgeschlagen, um die Mitnahme von Elektromobilen in Linienbussen zu vereinfachen oder auf längere Sicht die Nachfrage nach Transportleistungen im ÖPNV zu verringern.

In den folgenden Kapiteln wird zunächst eine kurze Zusammenfassung der aus der Untersuchung abgeleiteten Empfehlungen gegeben (Kap. 2.2). Daran an schließt sich die Begründung für diese Empfehlungen (Kap. 2.3). Danach folgt eine ausführliche Beschreibung der durchgeführten Arbeiten mit einer jeweiligen Zusammenfassung der einzelnen Kapitel (Kap. 3 bis Kap. 7).

2 Fazit und Empfehlungen

2.1 Ausgangslage

Sowohl Berechnungen [1] als auch praktische Versuche [3; 4; 7; 8] haben gezeigt, dass eine ungesicherte Aufstellung eines Elektromobils quer zur Fahrtrichtung des Busses bei starken Beschleunigungs- bzw. Verzögerungskräften, die bei der Fahrt des Busses auftreten, zum Umkippen des Hilfsmittels führen können. Ohne geeignete Sicherungsmaßnahmen ist ein Kippen sogar bei der Längsaufstellung möglich [9]. Für Rollstühle war diese Tatsache bereits seit vielen Jahren bekannt [10; 11]. In der Konsequenz dieses Wissens wurde für Rollstühle durch die EU-Busrichtlinie [106] und in der Folge durch die UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] bestimmt, dass sie an einem in der Gestaltung einheitlich definierten Rollstuhlstellplatz im Mehrzweckbereich des Busses mit entsprechenden Sicherheitseinrichtungen aufzustellen sind (vgl. [12]), um die Standfestigkeit während des Transports und damit Sicherheit und Ordnung des Betriebs zu gewährleisten.

2.2 Zentrale Erkenntnisse und zusammenfassende Empfehlungen

Die folgenden zentralen Erkenntnisse und Empfehlungen wurden aus den Ergebnissen der hiermit vorgelegten neuesten STUVA-Untersuchung für das Land NRW abgeleitet:

- Eine kippichere Aufstellung eines Elektromobils in einem Linienbus ist entgegen der Fahrtrichtung nur an einem normengerechten Rollstuhlstellplatz gemäß UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] auch bei extremen Fahrsituationen eines Busses (bis zum Frontalzusammenstoß mit einem Pkw) möglich;
- Diese Feststellung gilt nicht für dreirädrige Elektromobile, die ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen zum Ausdrehen der Vorderachse in den Gang und Umkippen neigen;
- Der Aufstellplatz muss über die in der UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] aufgeführten Rückhalte- bzw. Sicherheitseinrichtungen verfügen, um eine Abstützung des Elektromobils auf drei Seiten zu ermöglichen. Dies sind vor allem
 - die Fahrzeugseitenwand,
 - die rückwärtige Prallplatte am Aufstellplatz sowie

- eine Haltevorrichtung (Armlehne oder Haltestange) zum Gang hin, die eine sichere seitliche Abstützung im Bereich der Rückenlehne des Elektromobils ermöglicht;
- Elektromobile, die für einen Transport in Linienbussen zugelassen werden, sollten eine Länge von 1.200 mm (ohne Zubehörteile) sowie ein Gesamtgewicht (Elektromobil inklusive aufsitzen-ende Person) von 300 kg nicht überschreiten;
- Die lichte Weite (Länge) der Aufstellfläche für Elektromobile im Bus sollte mindestens folgende Maße aufweisen:
 - 2.000 mm bei Lage gegenüber der Tür für den Zustieg bzw.
 - 1.500 mm bei Lage auf der rechten (Tür-)Seite des Busses;
- Ist nur ein einziger Aufstellbereich im Bus vorhanden, kann es bei den längeren Elektromobilen (empfohlene Obergrenze s. o.) erforderlich werden, rückwärts in den Bus einzufahren, da Manöviervorgänge im Fahrzeug nur sehr begrenzt möglich sind;
- Eine Anordnung von zwei Mehrzweckbereichen (gegenüber der Tür für den Zustieg sowie schräg gegenüber auf der rechten Seite des Busses neben der Tür) vereinfacht die erforderlichen Manöver mit dem Elektromobil und die Zufahrt kann dann (bei Einhaltung der o. g. Längenbeschränkung) immer vorwärts erfolgen; im Hinblick auf die zukünftig zu erwartenden erhöhten Anforderungen an die „Mitnahme von Sachen“ (Rollatoren, Rollstühle, Fahrräder, Elektromobile, Gepäck) im ÖPNV sollte diese Empfehlung bei zukünftigen Fahrzeugbestellungen in die Überlegungen einbezogen werden;
- Aufgrund der beschränkten Transportkapazitäten und der großen Flächenkonkurrenz bezüglich der Nutzung der Mehrzweckbereiche insbesondere im Linienbusverkehr wird empfohlen, die Mitnahme nur für Nutzer zu gestatten, die aus medizinischer Notwendigkeit auf ein Elektromobil angewiesen sind. Dies bedeutet eine Einschränkung auf Nutzer mit einem Schwerbehindertenausweis mit Merkzeichen „G“ oder „aG“ (gehbehindert bzw. außer-gewöhnlich gehbehindert);
- Die extremen Unterschiede (z. B. Länge, Wendekreis, Gewicht, Radstand usw.) bei den auf dem Markt angebotenen Elektromobilen machen es erforderlich, eine spezielle Zulassung für die Beförderung im Linienbus bzw. ÖPNV auszustellen. Es wird empfohlen, dass die für die Mitnahme als geeignet überprüften Elektromobile eine für das Fahr-/Prüfpersonal leicht erkennbare Kennzeichnung (z. B. Plakette an der Frontseite der Lenksäule) erhalten;
- Da die Nutzer der Elektromobile über sehr unterschiedliche Fähigkeiten verfügen, wird für diese eine Schulung empfohlen, bevor eine Erlaubnis für die Beförderung im Linienbusverkehr erteilt wird. Die Schulung sollte folgende Elemente umfassen:
 - Überprüfung der bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils und dessen Eignung für den Transport im ÖPNV;
 - Feststellen des Anspruchs auf eine Beförderung des Elektromobils aufgrund einer schwerwiegenden Behinderung (Schwerbehindertenausweis, s. o.);
 - Sicherheitsunterweisung des Nutzers bezüglich der Gefahrenlage und eine entsprechende Verhaltensanweisung (Aufstellung möglichst dicht an der Prallplatte, um die abstützenden Elemente aktivieren zu können; Feststellen der Bremsen; ggf. zusätzliche Sicherung durch Festhalten usw.);
 - Üben der Einfahrt in den Bus und Überprüfung der Fahrkompetenz; dies vor allem dann, wenn eine Einfahrt rückwärts erforderlich wird.

Als Ergebnis sollte ein „Scooter-Pass“, ggf. zeitlich begrenzt, ausgestellt werden, der gleichzeitig für das Prüfpersonal eine Verknüpfung zwischen Nutzer und Elektromobil herstellt.

In den folgenden Kapiteln werden diese Empfehlungen zusammenfassend näher begründet.

2.3 Begründungen zu den Empfehlungen

2.3.1 Kippsichere Aufstellung und Stabilität des Elektromobils

Alle bisher durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass vierrädrige Elektromobile bei einem Transport im Linienbus kippsicher stehen, wenn die in den obigen Empfehlungen dargestellten Regeln der Aufstellung eingehalten werden (können).

Darüber hinaus haben sich auch die Elektromobile selbst in Versuchen mit extremen Fahrsituationen bis hin zu Crash-Tests von Bussen mit Personenkraftwagen als ausreichend stabil erwiesen, um die durch die Fahrmanöver an der Prallplatte bzw. Rückenlehne auftretenden Kräfte grundsätzlich ohne Schaden aufzunehmen (vgl. Kap. 6). Dabei traten bei extremen Fahrmanövern (Gefahrbremung) im Bus Kräfte von max. 0,8 g auf, beim Zusammenstoß des Busses mit einem Pkw maximal 3 g. Auch die eventuell lateral auf die Seite der Rückenlehne wirkenden Kräfte von etwa 0,3 g führten in verschiedenen Versuchen nicht zu einem Versagen der Bauteile am Elektromobil. Die im Bus an der Prallplatte auftretenden Kräfte sind damit deutlich geringer, als die Kräfte, die bei Verwendung als Fahrzeugsitz bei einem in Fahrtrichtung gerichteten Transport für den Stabilitätsnachweis auf das Hilfsmittel wirken (20 g).

Ein Absteigen des Nutzers und Umsetzen auf einen festen Fahrzeugsitz ist nicht erforderlich. Unter Sicherheitsaspekten ist dies sogar eher kritisch zu sehen, da der Weg vom Hilfsmittel zum Fahrzeugsitz (nach dem Einstieg) bzw. vom Fahrzeugsitz zurück zum Hilfsmittel (vor der Ausfahrt aus dem Bus) in die Zeit der Anfahrt bzw. des Abbremsens des Busses fallen kann. Zudem kann der Nutzer das Elektromobil zusätzlich stabilisieren, indem er sich während der Fahrt an der auf der Wandseite des Aufstellplatzes vorgeschriebenen Haltestange festhält. Dadurch können auch die konstruktionsbedingt ggf. auftretenden Schwankbewegungen des Elektromobils abgemindert oder sogar unterbunden werden.

2.3.2 Ausschluss von dreirädrigen Elektromobilen vom Transport

Dreirädrige Elektromobile sind bezüglich der Standsicherheit auch bei einer Aufstellung in Längsrichtung und einer Absicherung gemäß den für vierrädrige Elektromobile getroffenen Empfehlungen (vgl. Kap. 2.3.1) als problematisch zu beurteilen, sofern keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen am Aufstellplatz im Bus (z. B. durch zusätzliche Gurte) ergriffen werden. Entsprechende Sicherungssysteme wurden jedoch bisher in Europa praktisch nicht eingesetzt und auch nicht auf ihre Wirksamkeit untersucht, weil sie im Hinblick auf den Betriebsablauf als problematisch angesehen werden. In den USA allerdings werden diese zusätzlichen Gurte gelegentlich eingesetzt und haben sich dort in der Form bewährt, dass sie ein Ausdrehen des Vorderrads des dreirädrigen Elektromobils um die Hinterachse in den Gang vermeiden (vgl. Kap. 6). Solange in Deutschland allerdings keine verbindlichen Standards bestehen sowie die Wirksamkeit und sachgemäße Anwendbarkeit der Maßnahmen nachgewiesen wurde, sollten dreirädrige Elektromobile vom Transport in Linienbussen ausgeschlossen werden.

2.3.3 Längenbeschränkung für transportfähige Elektromobilen

Die Möglichkeit einer Mitnahme von Elektromobilen in Linienbussen ist von folgenden objektiv messbaren Faktoren abhängig:

- Der Größe und der Lage des Aufstellplatzes im Bus,
- den Vorgaben für die zu verwendenden Türen für den Ein- und Ausstieg sowie
- den Platzverhältnissen im Bus (Bestuhlungsplan).

Diese Faktoren bestimmen die mögliche Fahrtrichtung für Elektromobile (vorwärts oder rückwärts) bei der Einfahrt in den Bus.

Die im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Rangierversuche mit Elektromobilen unterschiedlicher Größe und unterschiedlichem Wendekreis zeigten, dass selbst bei sehr großen (langen) Aufstellbereichen (bis über 3.000 mm lichte Weite) der Anfahrt des Aufstellbereichs mit großen Elektromobilen Grenzen gesetzt sind. Dies liegt vor allem an den räumlich beengten Verhältnissen im Linienbus. Hier kommt es insbesondere im Bereich der Tür, die für die Ein- und Ausfahrt genutzt wird, zu Problemen im Bereich der Sockel und vertikalen Haltestangen, wenn die Länge bzw. der Wendekreis des Elektromobils einen bestimmten Wert überschreitet.

Die Marktanalyse (Kap. 3) zeigte, dass bei Elektromobilen kein sicherer Zusammenhang zwischen Länge und Wendekreis hergestellt werden kann. In den durchgeführten Versuchen konnte nur eine begrenzte Anzahl von Elektromobilen getestet werden, sodass nicht alle Kombinationen von Länge und Wendekreis berücksichtigt werden konnten. Es zeigte sich jedoch klar, dass von Elektromobilen mit einer Länge bis maximal 1.200 mm die Fahraufgabe grundsätzlich bewältigt werden kann. Bei den Fahrversuchen mit etwas größeren Elektromobilen³ ergaben sich aber bereits deutlich erkennbar Schwierigkeiten. Diese Erkenntnis basiert allein auf objektiv messbaren Kriterien. Eventuelle Einflüsse durch körperliche oder sensorische Einschränkungen der Nutzer, die eher verstärkend wirken, blieben in den Manövrierversuchen unberücksichtigt.

Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wird empfohlen, für im ÖPNV transportfähige Elektromobile eine Längenbeschränkung von 1.200 mm festzulegen. Eine weitergehende Längenbeschränkung, z. B. auf 1.000 mm, käme praktisch einem Vollausschluss gleich, da in dieser Größenklasse kaum straßentaugliche Modelle vorhanden sind. Dieses Maß entspricht zudem internationalen Festlegungen, wie sie beispielsweise in der UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] oder der TSI PRM⁴ [107] für den Referenz-Rollstuhl festgeschrieben wurden. Die TSI PRM wird beispielsweise von der DB AG als Grundlage für die Empfehlungen zur Mitnahme orthopädischer Hilfsmittel im Eisenbahnverkehr herangezogen. Eine gleichlautende Beschränkung würde somit eine Basis für einheitliche, verkehrsmittelübergreifende Lösungen bei der Mitnahme von Elektromobilen schaffen.

2.3.4 Größe und Lage des Aufstellbereichs

Legt man die Größe des Mehrzweckbereichs entsprechend den Mindestanforderungen gemäß Anhang 8 der UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] als generelle Mindestanforderung bei der Ausstattung eines Linienbussen zugrunde, können nur sehr kurze und sehr wendige Elektromobile den vorgesehenen Aufstellplatz erreichen. Um die Erreichbarkeit des geeigneten Aufstellplatzes für die Elektromo-

³ In den Versuchen mit einer Länge von 1.240 mm bzw. 1.290 mm.

⁴ Technische Spezifikationen für Interoperabilität im Schienenverkehr, Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität (PRM).

bile mit der empfohlenen Länge von maximal 1.200 mm sicherzustellen, sollte die lichte Weite der Aufstellfläche in Linienbussen mindestens 2.000 mm⁵ betragen, wenn der Mehrzweckbereich gegenüber der Tür für den Zustieg liegt (vgl. Kap. 5). Bei Anordnung des Aufstellbereichs auf der rechten Seite des Busses neben der Tür reicht eine lichte Weite von 1.500 mm⁶ aus.

Dabei ist zu beachten, dass der überwiegende Teil der Elektromobile die Fläche gegenüber der Tür nur erreichen kann, wenn die Einfahrt in den Bus rückwärts erfolgt. Die Anordnung des Aufstellbereichs auf der rechten Seite bringt wegen der größeren Bewegungsflächen und der für das Fahrmanöver (Rechtsbogen mit Wenden) günstigeren Lage Vorteile, sodass sich die Anzahl der Elektromobile, die vorwärts in den Bus einfahren können, erhöht. Werden zwei Mehrzweckbereiche angeordnet (schräg gegenüberliegend) und der in Fahrtrichtung des Busses gesehen rechts liegende Bereich für den Rollstuhlstellplatz genutzt, können Elektromobile mit den empfohlenen Abmessungen grundsätzlich vorwärts in den Bus einfahren. Für die Aufstellung an der Prallplatte entgegen der Fahrtrichtung wird dann nur noch ein einfaches Zurücksetzen im Bus erforderlich (was allerdings in der Durchführbarkeit vom Besetzungsgrad abhängig ist).

2.3.5 Beschränkung der Nutzergruppe mit Anspruch auf Beförderung

Die Kapazität für die Mitnahme von Sachen (Kinderwagen, Hilfsmittel, Fahrräder, sperriges Gepäck usw.) im Busverkehr ist – vor allem bezogen auf das einzelne Fahrzeug – stark begrenzt, da in den Bussen oftmals nur ein Mehrzweckbereich an der zweiten Tür zur Verfügung steht (bei Gelenkzügen ggf. ein zusätzlicher Bereich im Gelenkteil). Nur wenige Verkehrsunternehmen haben Busse im Einsatz, die über zwei gegenüberliegende Mehrzweckbereiche verfügen. Eine Entscheidung über Anzahl, Lage und Größe der Mehrzweckbereiche ist immer in Abwägung des Angebots an Sitzplätzen sowie von betrieblichen Abläufen beim Fahrgastwechsel zu treffen. Aufgrund der demografischen Entwicklung steigt die Nachfrage nach sicheren Sitzplätzen, aber auch nach Flächen für die Mitnahme von Hilfsmitteln im Bus weiter an.

Bereits heute besteht daher eine große Flächenkonkurrenz um die vorhandenen Aufstellflächen im Bus. Durch die Gestattung der Mitnahme von Elektromobilen könnte sich diese Konkurrenz weiter verschärfen, da es sich bei dieser Fahrzeugart in der Regel um sehr sperrige (große) Geräte handelt. Die Verkehrsunternehmen sind aber gehalten, dem Beförderungsanspruch möglichst vieler Fahrgäste und Fahrgastgruppen Rechnung zu tragen. Dies ist der Grund für die Empfehlung, die Mitnahme von Elektromobilen in Linienbussen ausschließlich Menschen zu gestatten, die über einen Schwerbehindertenausweis mit dem Merkzeichen „G“ oder „aG“ verfügen und ein Elektromobil aus medizinischer Notwendigkeit verordnet bekommen haben.

2.3.6 Schulung der Nutzer und Kennzeichnung der Elektromobile

Es wird empfohlen, eine Schulungsmaßnahme mit den Nutzern von Elektromobilen entweder durch die Verkehrsunternehmen oder durch von ihnen beauftragte externe Dritte durchzuführen, bevor ihnen die Mitnahme im Busverkehr bzw. ÖPNV gestattet wird. Die Durchführung einer zentral organisierten Schulungsmaßnahme soll dazu dienen, das Fahrpersonal vor Ort von Prüfaufgaben zu entlasten und wird aus folgenden Gründen als sinnvoll angesehen:

⁵ Diese Länge entspricht in etwa der Mindestgröße der Aufstellfläche nach UN/ECE Nr. 107 [12] zzgl. der Länge, die nach dem Ausbau einer Sitzreihe frei wird.

⁶ Gemessen vom Türrahmen bis zur Prallplatte.

Überprüfung der bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils

Zunächst sollte bei Festlegung einer maximalen Baulänge für transportfähige Elektromobile die Einhaltung dieser geforderten Eigenschaft überprüft werden.

Weiterhin ergibt sich aus der begrenzten Tragfähigkeit der fahrzeuggebundenen Einstiegshilfe (Klapprampe, Rampe oder evtl. Hublift) die Notwendigkeit, das Gesamtgewicht des Elektromobils zu beschränken. In den einschlägigen Rechtsvorschriften vorgeschrieben ist der Einbau einer Rampe mit einer Tragfähigkeit von 300 kg. In älteren Fahrzeugen kann es noch Einstiegshilfen geben, die lediglich für 250 kg Traggewicht zugelassen sind. Heute werden in die Busse üblicherweise bereits Klapprampen mit einer Tragfähigkeit von maximal 350 kg eingebaut. In Anlehnung an die verbindlich einzuhaltenden Vorgaben wird empfohlen, dass Gesamtgewicht für im ÖPNV transportfähige Elektromobile auf 300 kg zu beschränken. Eine davon nach unten abweichende Entscheidung in Abhängigkeit vom Fahrzeugbestand im jeweiligen Verkehrsunternehmen bzw. von der Tragfähigkeit der vorhandenen Einstiegshilfen bleibt davon unberührt.

Überprüfung der individuellen Fähigkeiten der Nutzer

Neben den Einflüssen aus Gestaltung und Anordnung der Aufstellbereiche im Bus sowie der bauartbedingten Eigenschaften der Elektromobile spielen die Fähigkeiten des jeweiligen Nutzers bei der Ein- und Ausfahrt in den Bus sowie beim Rangieren im Fahrzeuginnern eine zentrale Rolle. Bei Einschränkungen des Muskel- und Bewegungsapparates und nachlassenden physischen Kräften fällt beispielsweise das Lenken (Volleinschlag) naturgemäß schwerer. Dadurch kann sich für die Anfahrt zum Aufstellbereich ein größerer Flächenbedarf oder ein größerer Zeitbedarf für Rangiermanöver ergeben. Zudem könnte in vielen Fällen eine Einfahrt rückwärts in den Bus erforderlich werden, da Busse mit zwei gegenüberliegenden Mehrzweckbereichen in Deutschland heute eher eine Ausnahme darstellen. Dieses Fahrmanöver stellt höhere Ansprüche an die Nutzer, als eine Einfahrt vorwärts. Dies gilt umso mehr, wenn die Benutzung der (u. U. steil anliegenden) Rampe erforderlich wird.

Diese durch mögliche körperlich oder sensorische Einschränkungen individuell abweichenden Fähigkeiten können somit für die Möglichkeit einer Mitnahme im ÖPNV entscheidend sein. Im Rahmen der Schulungsmaßnahme sollte der Nutzer deshalb seine Fahrkompetenz nachweisen, indem er die erforderlichen Fahrmanöver an einem Bus durchführt. Auch die Erläuterung der Funktionsweise und Bedienung der Kommunikationseinrichtungen (Haltewunschtaster mit Anforderung für die Einstiegshilfe) sowie die Handhabung der Einstiegshilfe können sinnvolle Bestandteile der Schulung sein. Zudem kann diese Maßnahme dazu dienen, eventuell vorhandene Ängste bei den Nutzern abzubauen und im späteren Betrieb einen reibungsloseren Ablauf zu erreichen, da die Nutzer in Ruhe üben können und nicht erst unter Stress im laufenden Betrieb mit der Situation konfrontiert werden.

Sicherheitsunterweisung

Um eine sichere Beförderung eines Elektromobils im ÖPNV gewährleisten zu können, sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen. Den Nutzern sollte zunächst erläutert werden, wie das Hilfsmittel sicher im Bus zu positionieren ist:

- Aufstellen mit der Rückenlehne möglichst dicht an der Prallplatte,
- Feststellen der Bremsen (ggf. stromlos schalten des Elektromobils),
- möglichst zusätzlich Festhalten an der Haltestange an der Fahrzeugwand, um die Seitenstabilität zu erhöhen und Schwankbewegungen zu vermeiden (das Elektromobil steht unter Berücksichtigung der genannten Empfehlungen kippstabil; diese Maßnahme dient vor allem

dazu, die Gefahr eines wegen der nicht auszuschließenden Schwankbewegungen des Sitzes ein mögliches Anstoßen mit dem Kopf, z. B. an der Fahrzeugseitenwand, zu vermeiden).

Auch sollte darauf hingewiesen werden, dass keine Zubehörteile (z. B. Halter mit Rollator oder Einkaufskorb) an der Rückseite des Elektromobils angebracht werden, um den Abstand zur Prallplatte nicht zu erhöhen und eine weitgehend formstabile, ebene Fläche als Kontaktfläche zu haben. Insbesondere der Abstand zur Prallplatte muss so gering sein, dass die seitliche Abstützung der Rückenlehne an der gangseitigen Rückhaltevorrichtung ermöglicht wird.

Im Rahmen der Schulung kann beispielsweise auch darauf hingewiesen werden, dass für Rangiermanöver im Bus die Leistung am Sollwertgeber⁷ auf ein niedriges Niveau zu drosseln ist. Dies vereinfacht die Kontrolle über das Elektromobil bei Fahrmanövern, da die Leistung gedrosselt wird und somit auch bei vollständig betätigtem Gashebel nur mit niedriger Geschwindigkeit gefahren werden kann.

Beförderungserlaubnis

Die Übereinstimmung der bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils mit den getroffenen Festlegungen, die erfolgreich abgelegte Schulung sowie die Teilnahme an der Sicherheitsunterweisung durch den Nutzer, kann durch eine Beförderungserlaubnis für das Elektromobil und den Nutzer durch das zuständige ÖPNV-Unternehmen bestätigt werden. Die Beförderungserlaubnis für das Elektromobil kann beispielsweise durch eine Plakette, die für das Fahr- und Kontrollpersonal an der Fronseite der Lenksäule des Elektromobils gut sichtbar angebracht wird, gekennzeichnet werden. Die Bestätigung der Beförderungserlaubnis für den Nutzer könnte beispielsweise durch einen „Scooter-Führerschein“ erfolgen (vgl. auch Kap. 4.2.5). Als Serviceleistung könnten auf dem „Scooter-Führerschein“ die wichtigsten Sicherheits- und Verhaltenshinweise für den Nutzer aufgeführt werden, um diese stets präsent zu haben.

Die Plakette für das Elektromobil sollte derart beschaffen sein, dass sie nicht zerstörungsfrei vom Hilfsmittel zu entfernen ist. Um einen Missbrauch der Beförderungserlaubnis durch unberechtigte Personen auszuschließen, sollte die Gültigkeit der Plakette zugleich mit einem Lichtbildausweis verknüpft werden. Dies kann der eigene Personalausweis sein oder auch der gesonderte Beförderungsausweis für den Nutzer („Scooter-Führerschein“). Die Beförderungserlaubnis sollte zudem mit einer zeitlichen Beschränkung erteilt werden. Dies dient dazu, den Zustand des Elektromobils sowie die Fahrkompetenz des Nutzers, die im Laufe der Zeit Veränderungen unterworfen sein kann, regelmäßig überprüfen zu können. So stellen beispielsweise die Stadtwerke Münster eine Erlaubnis für die Mitnahme in ihren Bussen für zunächst ein Jahr aus. Nach Ablauf dieser Frist hat sich der Nutzer mit seinem Elektromobil einer erneuten Überprüfung zu unterziehen. Ähnliche Regelungen bezüglich Kennzeichnung des Hilfsmittels und Fahrer-Pass finden sich in Manchester.

Die Beförderungserlaubnis dient vor allem dazu, das Fahrpersonal im Dienst von Überwachungsaufgaben weitgehend zu entlasten. Gemäß der Beförderungsbedingungen kann das Fahrpersonal im Einzelfall entscheiden, ob beispielsweise ein Elektromobil befördert werden kann (§ 11 Absatz 5 Bef-Bed [39]). Da die bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils bereits in der Schulung überprüft wurden und der Nutzer des Elektromobils über die Form der richtigen Aufstellung sowie das zur Einhaltung der betrieblichen Sicherheit erforderliche Verhalten informiert wurde, darf vermutet werden, dass der Nutzer in der Lage ist selbst für eine sichere Mitnahme des Elektromobils zu sorgen.

⁷ Regler, mit dem die Leistung des Elektromobils stufenlos reguliert werden kann. Somit kann die Beschleunigung und maximale Geschwindigkeit reguliert werden.

Das Fahrpersonal müsste somit ggf. lediglich die Berechtigung zur Mitnahme (Beförderungserlaubnis) im ÖPNV kontrollieren. Auf die Überprüfung der richtigen Aufstellung im Bus könnte dann möglicherweise verzichtet werden. Die Kontrolle der Beförderungserlaubnis kann durch das Fahrpersonal beispielsweise im Zusammenhang mit der Bedienung der Klapprampe erfolgen. Eine zusätzliche (stichprobenartige) Überprüfung der Beförderungserlaubnis könnte dazu durch das Kontrollpersonal erfolgen. Die missbräuchliche Nutzung des ÖPNV durch nicht zugelassene und nicht gekennzeichnete Elektromobile könnte wie „Schwarzfahren“ geahndet werden. Mehrfache Verstöße gegen die Festlegungen, die zur Sicherstellung eines sicheren Transports des Elektromobils und zur Aufrechterhaltung von Sicherheit und Ordnung im Betrieb getroffen wurden, führen ggf. zu einem Widerruf der Beförderungserlaubnis.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorgenannten Vorschlägen um Empfehlungen handelt. Die Überprüfung der Anwendbarkeit in der Praxis bezüglich der Rechtssicherheit war nicht Gegenstand dieser Studie.

Weitere Hinweise

Für die Festlegungen bezüglich einer obligatorischen Schulung der Nutzer sowie Prüfung und Kennzeichnung von Elektromobilen sollte eine einheitliche Lösung möglichst in einem zusammenhängenden Tarifraum (z. B. Verkehrsverbund) angestrebt werden.

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen zur Schulung und Kennzeichnung werden beispielsweise in ähnlicher Form in Großbritannien (s. Kap. 4.2.5) und in Münster [17] umgesetzt. Ein Curriculum für eine Schulungsmaßnahme könnte auf Basis der dortigen Erfahrungen umgesetzt werden. Im Idealfall würde eine Überprüfung nach einem bundesweit einheitlichen Curriculum erfolgen. Für die Schulung bietet sich eine Zusammenarbeit der Verkehrsunternehmen mit den entsprechenden Behindertenverbänden an. Die Durchführung lässt sich möglicherweise gut in bereits bestehende Angebote des Mobilitätstrainings eingliedern, z. B. den „Rollatortag“.

3 Elektromobile – Definition, Merkmale und Marktanalyse

3.1 Definition und Verwendung als Hilfsmittel

3.1.1 Definition „Elektromobil“

„Elektromobil“ (auch E-Scooter) ist die gebräuchliche Bezeichnung für kleine, mehrspurige, offene und elektrisch angetriebene Leichtfahrzeuge, die üblicherweise nur einen Fahrzeugführer (zuzüglich einer geringen Menge Gepäck, z. B. Einkäufe) befördern können. Antriebsmotor, Batterien und die Steuerelektronik sind in der Regel unterhalb des zum leichteren Einstieg drehbaren Fahrersitzes angeordnet. Der Fahrersitz ist in der Regel zur Anpassung an die Unterschenkelhöhe des Nutzers in der Sitzhöhe verstellbar. Vor dem Fahrersitz ist eine Lenksäule angeordnet, die die Lenkbewegungen über Spurstangen und Lenkhebel direkt auf die Vorderräder überträgt (direkte Lenkung, vgl. Kap. 3.2.4). Die Geschwindigkeitsregelung eines Elektromobils erfolgt über einen Gasdrehgriff bzw. über entsprechende Hebelwippen. Elektromobile gehören im Sinne der Fahrzeugzulassungsverordnung zu den motorisierten Krankenfahrstühlen⁸, wie z. B. auch elektrisch betriebene Rollstühle [18]. Die wichtigsten Komponenten und Bedieneinrichtungen zeigt Bild 2.

⁸ Im Sinne der Fahrzeugzulassungs-Verordnung sind dies „*einsitzige, nach der Bauart zum Gebrauch durch körperlich behinderte Personen bestimmte Kraftfahrzeuge mit Elektroantrieb, einer Leermasse von nicht mehr als*

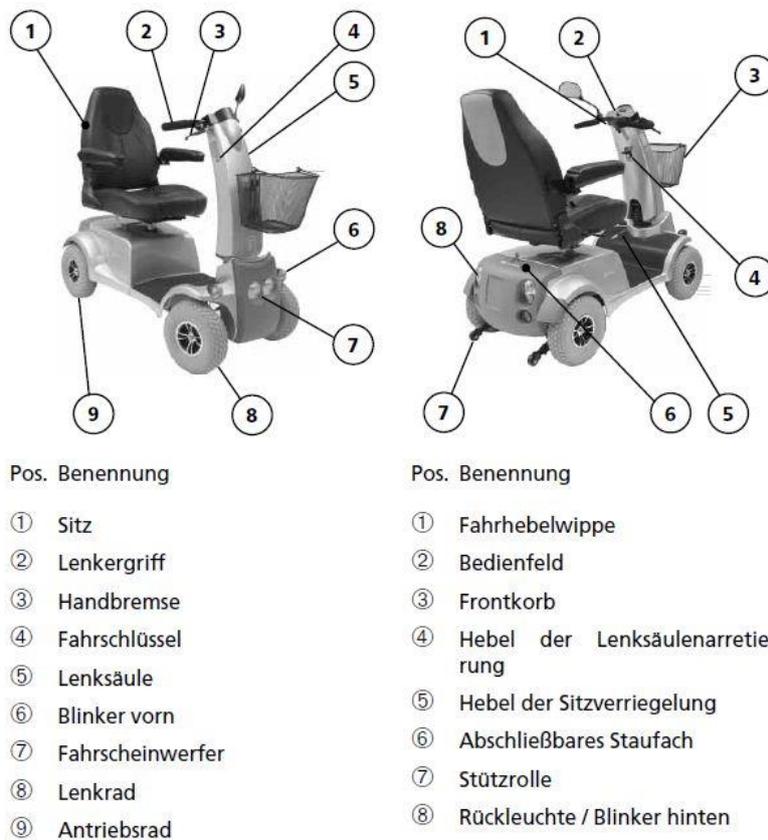


Bild 2: Die wichtigsten Komponenten und Bedieneinrichtungen eines Elektromobils (Quelle: Meyra GmbH)

Elektromobile gibt es in unterschiedlichen Geschwindigkeitsklassen: mit einer Höchstgeschwindigkeit von $v_{\max} = 6 \text{ km/h}$, von 10 km/h oder von bis zu 15 km/h . Oftmals sind Elektromobile eines Modells für verschiedene Geschwindigkeitsklassen erhältlich. Sie dürfen generell ohne Führerschein bewegt werden, denn motorisierte Krankenfahrstühle sind von einer Erlaubnispflicht und Ausweispflicht für das Führen von Kraftfahrzeugen ausgenommen [18]. Die Fahrzeugtypen der langsamsten Klasse (6 km/h) dürfen nur auf Rad- und Gehwegen fahren; die schnelleren Fahrzeugtypen (Klassen ab 10 km/h) dürfen auch auf der Straße fahren. Fahren sie auf dem Gehweg oder anderen Fußgängerbereichen, dürfen sie nur mit geringer Geschwindigkeit (bis max. 6 km/h) bewegt werden. Die Drosselung der Leistung und damit die Drosselung der Höchstgeschwindigkeit erfolgt über einen Sollwertgeber am Bedienfeld. Für Elektromobile mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h ist der Abschluss einer Haftpflichtversicherung obligatorisch und sie erhalten ein Versicherungskennzeichen. Für Fahrzeuge bis zu einer Geschwindigkeit von 6 km/h ist die Versicherung fakultativ [19]. Von verschiedenen Herstellern wird jedoch auch für diese Geschwindigkeitsklasse der Abschluss einer Versicherung empfohlen.

3.1.2 CE-Kennzeichnung

Bei einem Elektromobil handelt es sich um ein Medizinprodukt. Für Medizinprodukte gilt die Richtlinie 93/42/EWG [20] (novelliert durch 2007/47/EG ab 21. März 2010 [21]). Sie ist in deutsches Recht mit dem Medizinproduktegesetz (MPG) [22] umgesetzt. Elektromobile werden der Klasse I der Medi-

300 kg einschließlich Batterien jedoch ohne Fahrer, einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 500 kg, einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 15 km/h und einer Breite über alles von maximal 110 cm“ (§ 2 Nr. 13 FZV [18]).

zinprodukterichtlinie zugeordnet (Produkte mit geringem Risikopotenzial). Bei Medizinprodukten der Klasse I kann der Hersteller in eigener Verantwortung sicherstellen und erklären, dass die Produkte den Anforderungen entsprechen und welche Normen und normative Dokumente beachtet wurden [23].

Seit 1998 ist in Deutschland für Medizinprodukte eine CE-Kennzeichnung Pflicht. Medizinprodukte ohne dieses Zeichen dürfen weder verkauft noch betrieben werden. Ausgenommen von dieser Vorgabe sind lediglich Sonderbauten.

Voraussetzung für die Erlangung des CE-Zeichens ist eine schriftliche Konformitätserklärung des Herstellers. Dieser bestätigt mit der Erklärung, dass das in Verkehr gebrachte Medizinprodukt den Anforderungen der Richtlinie 93/42/EWG entspricht und somit die Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen gemäß der Richtlinie erfüllt sind. Zur Vereinfachung der Konformitätserklärung kann auf harmonisierte Normen und technische Spezifikationen zurückgegriffen werden. Die Anwendung der Normen lässt die Einhaltung der Konformität vermuten, sie erfolgt allerdings auf freiwilliger Basis. Der Hersteller kann die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen auch auf eine andere Art und Weise belegen⁹.

3.1.3 Hilfsmittelverzeichnis des GKV

Der GKV hat ein Hilfsmittelverzeichnis (HMV) erstellt, in dem die Produkte aufgeführt sind, die von den gesetzlichen Krankenkassen im Bedarfsfall erstattet werden. Die rechtliche Grundlage des HMV ist der § 139 des SGB V [24], der mit der Erstellung des Verzeichnisses umgesetzt wird. Damit ein Produkt in das HMV aufgenommen werden kann, muss der Hersteller die Erfüllung festgelegter Qualitätsanforderungen, den medizinischen Nutzen sowie die Sicherheit und Funktionstauglichkeit nachweisen. Dieser Nachweis wird durch die Konformitätserklärung bzw. die CE-Kennzeichnung grundsätzlich erbracht (vgl. §139 Abs.5 SGBV).

Das HMV ist in verschiedene Produktgruppen unterteilt und enthält in der Gruppe „Kranken-/Behindertenfahrzeuge“ Elektromobile, die von der Leistungspflicht umfasst werden. Hierzu zählen drei-, vier- und fünf-¹⁰ Elektromobile. Im Gegensatz zu Elektrorollstühlen, bei denen auch Hilfsmittel für den „Innenbereich“ bzw. „Innenraum und Außenbereich“ aufgeführt werden, listet das Hilfsmittelverzeichnis nur Elektromobile in der Untergruppe „Straßenverkehr“ auf.

In der Gruppe der vierrädrigen Elektromobile werden 30 Fahrzeuge und in der Gruppe der dreirädrigen Elektromobile werden fünf Fahrzeuge gelistet (Stand September 2015). Ein Fahrzeug aus der Liste besitzt fünf Räder. Das HMV wird regelmäßig fortgeschrieben, sodass neuere Modelle ihren Weg in die Liste finden. Einige der im HMV aufgeführten Elektromobile werden nicht mehr vertrieben (Stand September 2015). Diese wurden teilweise bereits durch eine neue Modellreihe ersetzt und/oder werden heute unter neuem Namen geführt (z. B. Bischoff und Bischoff Paseo und Fortis). Ältere Modelle können aber für den Gebrauchtmärkte noch eine Relevanz besitzen und sind daher aufgeführt.

Das Hilfsmittelverzeichnis besitzt keinen verbindlichen Charakter bei der Verordnung des Hilfsmittels, sondern stellt vielmehr eine Entscheidungshilfe bzw. Orientierungshilfe für Versicherte, Leistungser-

⁹ Formulierung von Schutzziele, die auch auf andere Art als in der Norm beschrieben erreicht werden können.

¹⁰ Dreirädrige Elektromobile, bei denen zur Verbesserung der Stabilität an der Vorderachse zusätzlich zum großen Rad zwei kleinere Räder montiert wurden.

bringer, Vertragsärztinnen und Vertragsärzte sowie Krankenkassen dar [25]. Daher können auch Hilfsmittel, die nicht im HMV gelistet sind, durch die Krankenkassen erstattet werden. „Das HMV ist keine Positivliste. Die Aufnahme in das Verzeichnis erfolgt nur auf Antrag des Herstellers.“ [23]. Für Produkte, die im HMV gelistet sind, ist allerdings eine CE-Kennzeichnung obligatorisch und die vollständige Konformitätsdokumentation wurde geprüft. Aussagen zur Leistungspflicht im Einzelfall treffen ausschließlich die jeweilige Krankenkasse, deren Landes- oder Bundesverband [26]. Soll bei einem Kostenträger eine Bezuschussung oder Kostenübernahme für ein bestimmtes Elektromobil beantragt werden, muss in aller Regel eine ärztliche Verordnung vorgelegt werden, aus der hervorgeht, dass dieses Elektromobil als Hilfsmittel benötigt wird.

Im HMV werden ausschließlich Elektromobile mit einer maximalen Geschwindigkeit von 6 km/h aufgeführt, da die Elektromobile nach dem Verständnis des GKV bzw. der Leistungsträger einen mittelbaren Behinderungsausgleich in der Wohnung und im Wohnumfeld darstellen (vgl. Tabelle 3). Bei einigen Krankenkassen besteht allerdings die Möglichkeit, durch eigene Zuzahlung des Leistungsempfängers die Leistung aufzustocken, um eine bessere Ausstattung zu erhalten. So ist es beispielsweise möglich, dass mit Unterstützung der Krankenkasse ein Elektromobil mit einer Höchstgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h erworben wird.

Da für Elektromobile mit einer Geschwindigkeit von mehr als 6 km/h zwingend ein gesonderter Versicherungsschutz (Haftpflicht) abgeschlossen werden muss, bietet ein Versicherungskennzeichen allein kein verlässliches Unterscheidungsmerkmal, ob eine medizinisch festgestellte Notwendigkeit für die Verordnung des Hilfsmittels vorlag (Schwerbehindertenausweis mit Merkzeichen „G“ oder „aG“). Zudem ist der Abschluss einer zusätzlichen Haftpflichtversicherung, die eine Kennzeichenausgabe nach sich zieht, bei den Elektromobilen bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 6 km/h freiwillig möglich (vgl. Kap. 3.2).

3.2 Merkmale und Verbreitung von Elektromobilen

3.2.1 Klassifizierung nach Regelwerk

Die Spannbreite der geometrischen Abmessungen der am Markt erhältlichen Elektromobile ist groß. Eine Standardisierung besteht nur insoweit, als dass ein Elektromobil in Abhängigkeit von der beabsichtigten Anwendung in eine von drei Klassen gemäß DIN EN 12184 (Abschnitt 5) [27] eingeteilt werden sollte:

- Klasse A: Kompakte, wendige Rollstühle bzw. Elektromobile, die nicht unbedingt in der Lage sind, Hindernisse im Freien zu überwinden;
- Klasse B: Für bestimmte Innenräume ausreichend kompakte und wendige Rollstühle bzw. Elektromobile, die in der Lage sind, einige Hindernisse im Freien zu überwinden;
- Klasse C: Üblicherweise große Rollstühle bzw. Elektromobile, die nicht unbedingt für die Verwendung in Innenräumen bestimmt sind, aber größere Entfernungen bewältigen und Hindernisse im Freien überwinden können.

Für die in der DIN EN 12184 aufgeführten Klassen werden hinsichtlich der Maße und des Manövrierbereichs die in Tabelle 1 aufgeführten Höchst- bzw. Mindestwerte empfohlen. Die Festlegungen für die einzelnen Klassen gemäß der Norm werden von den Herstellern jedoch nicht vollständig umgesetzt, da die Anwendung der Normen freiwillig ist (vgl. 3.1.2).

Tabelle 1: Relevante Maße und Manövrierebereich von Elektrorollstühlen bzw. Elektromobilen [27]

Maße	Klasse A	Klasse B	Klasse C
	[mm]	[mm]	[mm]
Vollständige Gesamtlänge (Höchstwert)	1.200	1.400	Keine Empfehlung
Gesamtbreite (Höchstwert)	700	700	800
Wendekreisdurchmesser ¹⁾ (Höchstwert)	2.000	2.800	Keine Empfehlung
Wendebereich (Höchstwert) ²⁾	1.300	1.800	Keine Empfehlung
Bodenfreiheit (Mindestwert)	30	60	80

1) Der Wendekreisdurchmesser ist nach ISO 7176-5:2008 zu bestimmen.

2) Der Wendebereich ist nach ISO 7176-5:2008 zu bestimmen. Es handelt sich um den minimalen Abstand zwischen zwei parallelen Wänden, der erforderlich ist um mit einem Rollstuhl mit direkter Lenkung, demnach auch ein Elektromobil, in drei Zügen zu wenden.

Gemäß Abschnitt 13.5e der Norm sind die Hilfsmittel der Klasse A nur für die Anwendung im Innenbereich vorgesehen und sollten von den Herstellern mit einem entsprechenden Warnhinweis versehen werden. Für die Anwendung im Außenbereich sind die Klassen B und C vorgesehen. Sie bieten die entsprechende Bodenfreiheit und den Komfort, um Unebenheiten und kleinere Hindernisse (z. B. beim Auffahren auf eine Klapprampe am Bus) bewältigen zu können. Die Detailanalyse der Marktanalyse (Kap. 3.2.3) zeigte: eine Reihe der Klasse B-Fahrzeuge scheitert oftmals nur an einer geringen Unterschreitung des Mindestwertes für die Bodenfreiheit in der Klasse C, während die übrigen Werte erreicht werden. Demgegenüber gibt es eine Reihe von Klasse C-Fahrzeugen, die kürzer als der maximal empfohlene Wert für die Länge der Klasse B-Fahrzeuge sind.

Weitere Kennwerte, die für die Manövrierfähigkeit der Elektromobile im Außenbereich und beim Transport mit dem ÖPNV von Relevanz sein können, sind in Tabelle 2 dargestellt. Hier zeigt sich noch einmal, dass Klasse A-Fahrzeuge mit ihren bauartbedingten Eigenschaften für die Nutzung im Innenbereich konzipiert sind.

Tabelle 2: Anforderungen für ausgewählte Fahrleistungseigenschaften der Anwendungsklassen von Elektrorollstühlen bzw. Elektromobilen [27]

Fahrleistungseigenschaften	Anforderung		
	Klasse A	Klasse B	Klasse C
Maximal sichere Neigung	Mindestens 3° (\cong 5,2 %)	Mindestens 6° (\cong 10,5 %)	Mindestens 10° (\cong 17,6 %)
Fähigkeit zum Hinauffahren auf Hindernisse (bzw. Hinabfahren) – Mindesthöhe des Hindernisses	Mind. 15 mm	Mind. 50 mm	Mind. 100 mm
Statische Stabilität – alle Richtungen	Mindestwinkel 6° oder , falls größer, die vom Hersteller beanspruchte Nenn-Steigung	Mindestwinkel 9° oder , falls größer, die vom Hersteller beanspruchte Nenn-Steigung	Mindestwinkel 15° oder , falls größer, die vom Hersteller beanspruchte Nenn-Steigung
Unebenheit des Bodens	10 mm	30 mm	50 mm

3.2.2 Unterscheidungskriterien Elektromobil und Elektrorollstuhl

Elektrorollstühle gehören ebenso wie Elektromobile zu den motorisierten Krankenfahrstühlen und dienen körperlich behinderten Menschen zur Fortbewegung und damit der Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. In den harmonisierten Normen (z. B. DIN EN 12184) wird nicht zwischen den beiden Hilfsmitteln unterschieden. Für Leistungsverhalten, statische Stabilität, Fahrleistungseigenschaften und weitere Eigenschaften gelten dieselben Anforderungen und Prüfverfahren [27]. Auch in einigen europäischen Ländern wird nicht zwischen den beiden Hilfsmitteln unterschieden und beide werden unter dem Oberbegriff „Rollstuhl“ geführt (vgl. Kap. 4.2, z. B. Norwegen).

Beide Hilfsmittel werden aufgrund eines Krankheitsbildes nach individuellen Anforderungen ausgewählt und verordnet. Auch gemäß Indikationsbeschreibung des GKV bestehen nur geringfügige Unterschiede (Tabelle 3). Beide Hilfsmittel sind per Definition für die Verbesserung der Mobilität im Nahbereich um die Wohnung vorgesehen. Für Elektromobile wird allerdings eine Restgehfähigkeit vorausgesetzt, die bei Nutzern eines Rollstuhls nicht immer zwingend vorhanden ist.

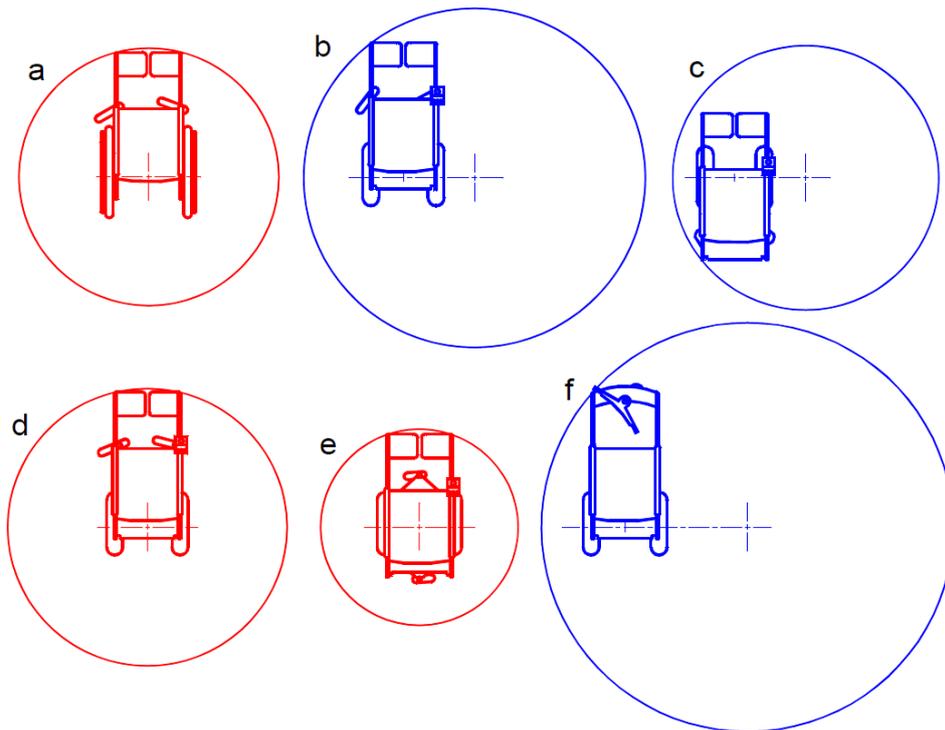
In ihrem Aufbau unterscheiden sich Elektromobile und Elektrorollstühle. Bei Elektrorollstühlen bestehen verschiedene Möglichkeiten des Antriebs (Front- oder Heckantrieb) und der Steuerung (direkte Lenkung oder Differentiallenkung). Dies hat grundsätzliche Auswirkungen auf die Manövrierbarkeit (Bild 3). Gesteuert werden Elektrorollstühle nicht über einen Lenker, sondern in der Regel mittels eines Joysticks.

Elektromobile hingegen verfügen immer über eine Lenksäule (vgl. Bild in Tabelle 3), eine direkte Lenkung über die Vorderachse und einen Antrieb über die Hinterachse. Aufgrund ihrer Konstruktionsweise mit einer Lenksäule ist es mit einem Elektromobil beispielsweise auch nicht möglich, einen Tisch zu unterfahren, wie dies bei barrierefrei gestalteten Tischen und Schaltern mit einem Rollstuhl gelingt.

Elektromobile und Elektrorollstühle unterscheiden sich auch bei der Konstruktion des Sitzes. Während bei Rollstühlen die Sitzfläche an mehreren Punkten mit einem Chassis verbunden ist, ist der Sitz bei Elektromobilen in den meisten Fällen über eine Rohrverbindung auf den Unterbau aufgesteckt. Dies kann zu anderen Stabilitätsverhältnissen bei der Beförderung führen (vgl. z. B. [14, S. 50] und Kap. 6). Diese Konstruktion ist ein Grund, warum Elektromobile i. d. R. nicht nach ISO 7176-19 getestet werden (Crash-Test für die Verwendung als Fahrersitz). Einige wenige Elektromobile wurden allerdings den Tests der ISO 7176-19 unterzogen (z. B. einzelne Modelle der Marken Minicrosser, Meyra und Sunrise Medical). Diese unterscheiden sich vom Aufbau bei der Sitzkonstruktion und bieten die erforderliche Stabilität für den Transport in Fahrtrichtung und entsprechende Befestigung mit einem Rückhaltesystem, z. B. für den Transport in einem Behindertentransportwagen. Für den Transport entgegen der Fahrtrichtung an einer Prallplatte im Linienbus ergeben sich jedoch keine Auswirkungen (vgl. Kap. 6)

Tabelle 3: Unterschiede in der Indikation zwischen Elektrorollstuhl und Elektromobil (beides für die Benutzung im Außenbereich) gemäß Hilfsmittelverzeichnis [28]

Elektro-Rollstuhl	Elektromobil
<p>Gehunfähigkeit bzw. stark eingeschränkte Gehfähigkeit im Rahmen des Grundbedürfnisses sich in der eigenen Wohnung zu bewegen und die Wohnung zu verlassen, um bei einem kurzen Spaziergang an die frische Luft zu kommen oder um die üblicherweise im Nahbereich der Wohnung liegenden Stellen zu erreichen, an denen Alltagsgeschäfte zu erledigen sind.</p> <p>Eine Versorgung mit einem Elektrorollstuhl ist dann angezeigt, wenn die Benutzung handgetriebener Rollstühle aufgrund der Behinderung nicht mehr möglich ist, die sachgerechte Bedienung eines elektromotorischen Antriebes aber noch möglich ist.</p>	<p>Stark eingeschränkte Gehfähigkeit im Rahmen des Grundbedürfnisses sich in der eigenen Wohnung zu bewegen und die Wohnung zu verlassen, um bei einem kurzen Spaziergang an die frische Luft zu kommen oder um die üblicherweise im Nahbereich der Wohnung liegenden Stellen zu erreichen, an denen Alltagsgeschäfte zu erledigen sind.</p> <p>Eine Versorgung mit einem Elektromobil ist dann angezeigt, wenn die Benutzung handgetriebener Rollstühle aufgrund der Behinderung nicht mehr möglich ist, die sachgerechte Bedienung eines elektromotorischen Antriebes aber noch möglich ist.</p> <p>Eine Restgehfähigkeit ist für die Nutzung derartiger Produkte erforderlich. Hierbei ist zu prüfen inwieweit herkömmliche Gehhilfen (Rollatoren, Deltagehräder, etc.) einen ausreichenden Behinderungsausgleich schaffen.</p>
<p><u>Beispiel</u></p>  <p>Meyra Optimus S (Foto: Meyra GmbH)</p>	<p><u>Beispiel</u></p>  <p>Meyra Cityliner 410+ (Foto: Meyra GmbH)</p>



- a) Manueller Rollstuhl
- b) Elektrischer Rollstuhl mit Heckantrieb und direkter Lenkung
- c) Elektrischer Rollstuhl mit Frontantrieb und direkter Lenkung
- d) Elektrischer Rollstuhl mit Heckantrieb und Differentiallenkung
- e) Elektrischer Rollstuhl mit Mittelantrieb und Differentiallenkung
- f) Elektromobil mit direkter Lenkung

Bild 3: Wendekreis von Rollstühlen und Elektromobilen nach ISO 7176-5 [29]

Im Gegensatz zu Elektrorollstühlen lassen sich Elektromobile oftmals mit wenigen Handgriffen in kleinere Einzelteile zerlegen, um sie beispielsweise einfacher in einem Fahrzeug (Kofferraum) transportieren zu können (Bild 4). Meistens kann auch die Lenksäule umgelegt werden, um beim Transport Platz zu sparen.

Der kleine und wendige Invacare Colibri Scooter



Bild 4: Beispiel für die Zerlegung eines Elektromobils in kleinere Bauteile (Quelle: Invacare)

3.2.3 Marktanalyse

Im Rahmen einer Marktrecherche zu Elektromobilen wurde zunächst das Hilfsmittelverzeichnis (HMV) des GKV¹¹ analysiert, da dieses Verzeichnis einen Orientierungsrahmen für die Verordnung der Hilfsmittel bieten soll (vgl. Kap. 3.1.3). Anschließend wurde eine Desktoprecherche durchgeführt, um die am Markt verfügbare Spannbreite der Elektromobile qualitativ (bezüglich ihrer Eigenschaften) umfassend zu erheben. Abschließend wurde versucht, die Anzahl der Elektromobile, die in Deutschland verkauft werden, quantitativ zu erheben oder abzuschätzen.

Ein Ziel der Marktanalyse war es, die Spannbreite der am Markt verfügbaren Elektromobile möglichst in ihrem Umfang vollständig abzudecken, um auf dieser Basis zu aussagekräftigen Klasseneinteilungen für die Rangierversuche (vgl. Kap. 5.4) zu kommen.

Nach Recherchen anderer Institutionen wird die Anzahl der derzeit am deutschen Markt erhältlichen Elektromobile auf ca. 400 verschiedene Modelle beziffert [30]. Diese seien bei teilweise weltweit agierenden Herstellern zu erwerben. Inklusive der im HVMV aufgeführten Elektromobile wurden für diese Untersuchung insgesamt 206 unterschiedliche Modelle bzw. Modellvarianten gesichtet und bezüglich ihrer technischen Kennwerte analysiert (Anhang C: Marktanalyse von Elektromobilen). Die Recherche zeigte, dass eine weitere Ausweitung der Analyse keinen qualitativen Mehrwert bringen würde. Einerseits wird eine Vielzahl von Elektromobilen von den Betreibern zwar mit einem unterschiedlichen Namen angeboten, jedoch als Basis dasselbe Elektromobil gewählt. Die Modelle unterscheiden sich dann lediglich in der Ausstattung und im Detail. Andererseits wurde auch bei Elektromobilen, die bei verschiedenen Händlern erhältlich sind, oftmals eine größere bis sehr große Übereinstimmung von Produktmerkmalen bzw. im Design festgestellt. Die Elektromobile waren dann als drei- oder vierrädrige Variante erhältlich, mit unterschiedlichen Höchstgeschwindigkeiten oder unterschieden sich teils nur im Detail voneinander.

Besondere Bauarten, wie z. B. doppelsitzige Elektromobile oder Elektromobile mit Dach wurden in dieser Marktanalyse nicht betrachtet, da sie beispielsweise auch nicht der gemäß Fahrzeug-Zulassungsverordnung zugrunde gelegten Definition (vgl. Kap. 3.1.1) entsprechen und eher Sonderformen darstellen.

Die Verbreitung von Elektromobilen als unterstützendes Transportmittel für Menschen mit Mobilitätsbeeinträchtigungen hat in den letzten Jahren sicherlich zugenommen. Genaue Zahlen über verkaufte oder verordnete Elektromobile werden seitens der Hersteller oder Krankenkassen allerdings nicht veröffentlicht bzw. erfasst.

Eine Anfrage beim GKV, um zumindest die Anzahl der im Hilfsmittelbereich verordneten Elektromobile quantitativ zu ermitteln, ergab, dass dort keine detaillierten statistischen Daten über die Medizinprodukte geführt werden [32]. Auch weitere Nachfragen bei den Verbänden der Hilfsmittelindustrie förderten keine konkreten Zahlen zutage. Über die Verkaufszahlen einzelner Hilfsmittelgruppen werden bei den benannten Stellen keinerlei statistische Daten zusammengetragen.

¹¹ GKV = Spitzenverband Bund der Krankenkassen in Deutschland.

3.2.4 Relevante Anforderungskriterien bei der Mitnahme im ÖPNV

Geschwindigkeit

Die Spannweite der Geschwindigkeit von Elektromobilen reicht von 6 km/h bis 15 km/h. Dabei gibt es oftmals Fahrzeugtypen, die in ihren Abmessungen baugleich sind, aber in unterschiedlichen Geschwindigkeitsklassen angeboten werden. Die unterschiedlichen Höchstgeschwindigkeiten werden dann einfach über Änderungen bei elektronischen Bauteilen geregelt. Die Hersteller können so bei vergleichsweise geringen Produktionskosten alle Segmente (Geschwindigkeitsklassen) bedienen. Fahrzeuge mit den gleichen Abmessungen, die für unterschiedliche Geschwindigkeiten ausgelegt wurden, können allerdings unterschiedliche Fahreigenschaften aufweisen. Dies gilt beispielsweise für den Wendekreis, der bei einer höheren Maximalgeschwindigkeit in der Regel größer ist, um die Fahrzeugstabilität bei Kurvenfahrt zu erhalten.

Die maximale Geschwindigkeit eines Elektromobils spielt für den Transport im ÖPNV eine untergeordnete Rolle, da sich die Leistung über elektronische Regler einstellen lässt. Mit gedrosselter Geschwindigkeit lassen sich die Elektromobile – auch aus den höheren Geschwindigkeitsklassen – auf engerem Raum besser manövrieren. Dies gilt selbstverständlich auch für die Elektromobile der Klasse bis 6 km/h, die ebenfalls derartige Regler haben.

Länge, Breite

Länge und Breite von Elektromobilen bestimmen vor allem den Flächenbedarf, der zur Aufstellung eines Elektromobils notwendig ist. Die Länge in Verbindung mit dem Wendekreis bzw. Wendebereich bestimmt zudem die erforderliche Bewegungsfläche, die zum Wenden erforderlich wird. Die Gesamtlänge des Elektromobils ergibt sich aus der Fahrzeuglänge zzgl. der evtl. angebrachten Zubehöerteile (z. B. Stockhalter, Anti-Kippräder, Stoßstange, Einkaufskorb). Die Hersteller geben üblicherweise die Netto-Länge (ohne Zubehör) an. Bei der Beförderung im ÖPNV spielt das Zubehör insofern eine Rolle, da bei den Manövern in den Fahrzeugen bei größerer Gesamtlänge eine größere Bewegungsfläche erforderlich wird (z. B. bei überkragenden Rückspiegeln oder Einkaufskörben an der Lenksäule). Dies gilt vor allem beim Wenden zwischen zwei „Wänden“, also für den Wendebereich (s. u.). Durch Zubehör, welches an der Rückenlehne angebracht wird, kann ein Abstützen gegen die Prallplatte erschwert werden (beispielsweise durch Gepäck oder auskragende Stockhalter).

Wendekreis, Wendekreisradius

Der Wendekreis bestimmt die Manövrierfähigkeit eines Elektromobils und ist unter anderem direkt abhängig von der Länge und Breite (bzw. Spurweite) eines Fahrzeugs sowie dem maximal möglichen Lenkeinschlag und dem Radstand. Der maximale Lenkeinschlag ist abhängig von den Fahreigenschaften sowie der gefahrenen Geschwindigkeit des Elektromobils. Die Kippstabilität eines Elektromobils beim Verreißen des Lenkrads bei maximaler Geschwindigkeit muss gewährleistet sein. Daher regelt die Steuerlektronik die Geschwindigkeit bei Kurvenfahrten i. d. R. automatisch herunter. Somit können kleinere Wendekreise gefahren werden.

Der Wendekreis bzw. Wendekreisdurchmesser ist gemäß DIN EN 12184 nach ISO 7176-5 [33] zu bestimmen (vgl. Tabelle 1). Der Wendekreis ist der „Kreis, der durch die am weitesten nach außen vorstehenden Teile eines Fahrzeugs beschrieben wird, wenn das Fahrzeug mit größtmöglichem Einschlag des Lenkrads vorwärtsrollt, und dessen Durchmesser ein Maß für die Wendigkeit des Fahrzeugs ist“ [34]. Dabei soll der Mittelpunkt des Kreises immer in der Verlängerung der Antriebsachse des Fahrzeugs liegen (vgl. Bild 3). Der Vergleich der Wendekreise von Rollstühlen und Elektromobilen zeigt,

dass der Wendekreis insbesondere von der Antriebsart (Heck-, Mittel oder Frontalantrieb) und von der Art der Lenkung (direkte Lenkung, Differentiallenkung) bestimmt wird.

Insbesondere bei Rollstühlen existieren viele verschiedene Bauarten, die sich beim Wendekreis stark unterscheiden. Der größte Wendekreis ergibt sich in der Regel für Fahrzeuge mit direkter Lenkung und Heckantrieb (vgl. Bild 3b und f). In der Regel haben Elektrorollstühle konstruktionsbedingt auch im ungünstigen Fall mit einer direkten Lenkung (Bild 3b) einen kleineren Wendekreis als Elektromobile (Bild 3f). Bei großen Elektrorollstühlen kann durch Einziehen der Hinterradspurweite der Wendekreisradius verringert werden [35, S. 25]. Der Mittelpunkt des Wendekreises liegt bei diesen Fahrzeugen im Schnittpunkt der verlängerten Hinterachse oder Vorderachse. Nach den Empfehlungen der DIN EN 12184 sollte der Wendekreisdurchmesser den in Tabelle 1 aufgeführten Wert für die jeweilige Klasse nicht überschreiten.

Bei Überprüfungen der Angaben anhand einer Vermessung der in den Tests eingesetzten Elektromobile und auch bereits bei früheren Stichproben [1] zeigte sich, dass die Angaben der Hersteller vor allem beim Wendekreis nicht immer korrekt waren. Die häufigsten Fehler gab es durch Verwechslung von Wendekreis und Wenderadius. Darüber hinaus wurde der von den Herstellern angegebene Wenderadius oftmals nicht nach der ISO 7176-5 bestimmt, sondern z. B. zur Achsmittle gemessen, wodurch sich teils erheblich kleinere Wenderadien ergeben. Sofern ein fehlerhafter Eintrag offensichtlich war, wurde dieser von den Bearbeitern in der Erhebungstabelle (Anhang C) korrigiert. Zu derartigen Ergebnissen kommt auch eine Untersuchung der Universität Hasselt, welche die erforderlichen Randbedingungen für eine Mitnahme von Elektromobilen in den Bussen im Auftrag der flandrischen Verkehrsgesellschaft De Lijn überprüft [31]. Die vollständigen Ergebnisse dieser Studie sollen Ende 2015 vorliegen (Stand September 2015).

Es zeigte sich zudem, dass kein linearer Zusammenhang der Länge eines Elektromobils mit dem Wendekreisradius besteht (Bild 5).

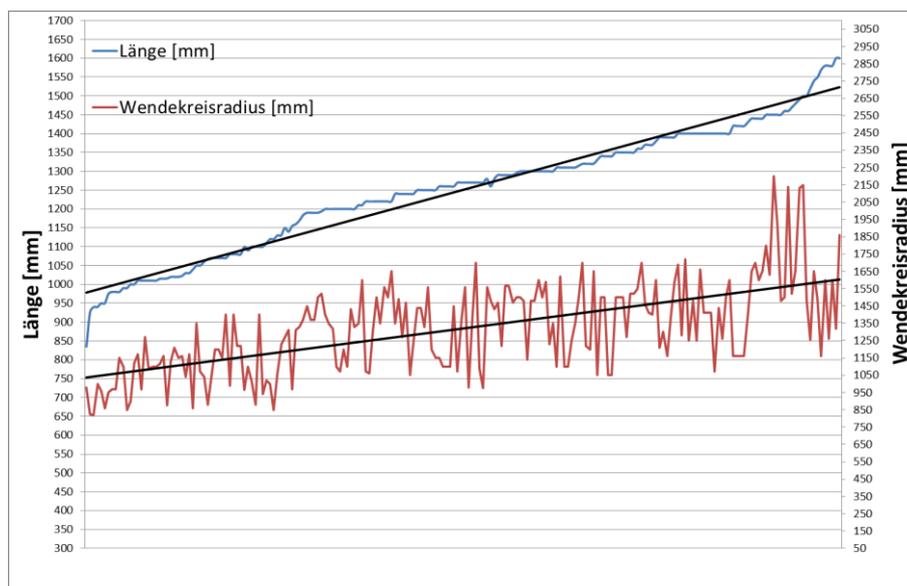


Bild 5: Zusammenhang von Länge und Wendekreisradius bei Elektromobilen unterschiedlicher Hersteller und Größe¹²

¹² In der Regel handelt es sich um Herstellerangaben, sodass keine Gewähr für die Richtigkeit der Daten gegeben werden kann. Bei offensichtlich falschen Angaben wurden Korrekturen vorgenommen.

Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die Länge zwar einen Einfluss bei der Berechnung des Wendekreises hat, jedoch auch Faktoren wie z. B. Breite des Hilfsmittels (bzw. Spurweite) oder der maximal mögliche Lenkeinschlag eine Rolle bei der Bestimmung des Wendekreisradius spielen. Der Wendekreis wächst zwar mit zunehmender Länge grundsätzlich an. Es kann aber sein, dass auch Elektromobile mit großer Gesamtlänge einen vergleichsweise geringen Wendekreis besitzen.

Der Wendekreis hat direkten Einfluss auf die Manövrierfähigkeit eines Elektromobils auf einem begrenzten Raum, z. B. innerhalb eines ÖPNV-Fahrzeugs. Insbesondere in einem Linienbus ist die verfügbare Fläche von Aufstellplatz (ca. 900 mm) und nebenliegendem Gang (ca. 400 mm) allerdings in der Regel zu schmal, um ein Wenden in einem Zug zu ermöglichen. Daher spielt bei Wendemanövern auf engem Raum der Wendebereich eine wichtige Rolle.

Wendebereich

Der Wendebereich ist der Mindestabstand, der zwischen zwei parallelen Wänden erforderlich ist, um einen Rollstuhl oder Elektromobil mit drei Rangierzügen um 180° wenden zu können (Bild 6). Der Wendebereich hat daher in der Praxis eine höhere Relevanz, als der Wendekreisradius. Er beschreibt beispielsweise, wie viel Raum in der Breite für einen Gang innerhalb eines Gebäudes erforderlich ist, um wenden zu können. Analog dazu besteht diese Situation in einem Fahrzeug des ÖPNV: Dort ist der Platz entscheidend, der nach einer vorwärts gerichteten Einfahrt an der zweiten Tür zwischen der Fahrzeugwand am Aufstellplatz und den Sitzreihen am nebenliegenden Gang zur Verfügung steht.

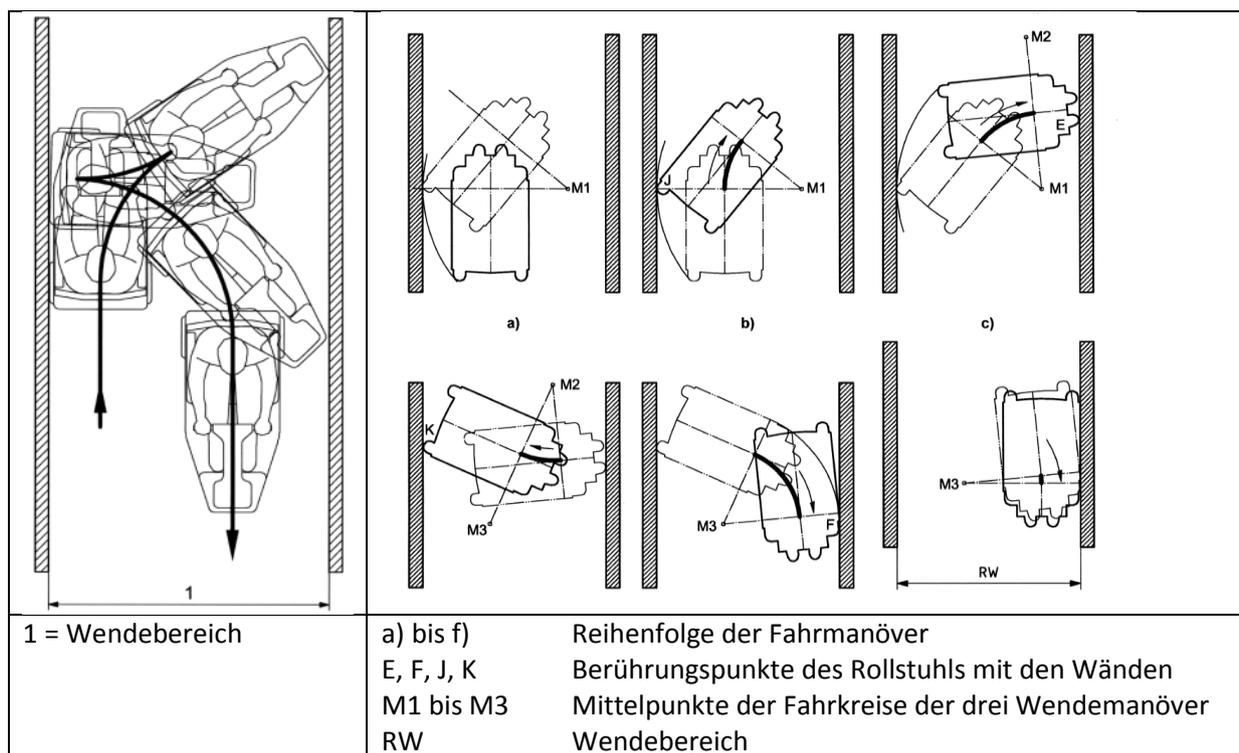


Bild 6: Wendebereich am Beispiel eines dreirädrigen Elektromobils (links) sowie Darstellung der erforderlichen Fahrmanöver [33]

Der Wendebereich ist wie der Wendekreis nach ISO 7176-5 nach einem festgeschriebenen Verfahren zu ermitteln. Anders als der Wendekreis wird der Wendebereich von den Herstellern der Elektromobile eher seltener angegeben, obwohl die DIN EN 12184 den Wendebereich als eine der erforderlichen Angaben nennt, die dem Nutzer als Information vor dem Kauf zur Verfügung gestellt werden müssen (vgl. Abschnitt 13.2 h der DIN). Zwischen Wendebereich und Wendekreisradius besteht – wie

auch zwischen Länge und Wendekreisradius – kein linearer Zusammenhang, sodass z. B. von der Länge eines Elektromobils nicht auf dessen Wendigkeit geschlossen werden kann. Zu diesen Ergebnissen kommt auch eine Untersuchung der Universität Hasselt, die derzeit (September 2015) noch nicht abschließend bearbeitet wurde [31]. In einer US-amerikanischen Untersuchung wurde festgestellt, dass der Wendebereich von Elektromobilen mit mindestens 1.600 mm anzusetzen ist und dies auch maximal für die Hälfte der Nutzer zutrifft [105]. Dabei dürfte es sich allerdings mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit überwiegend um kurze oder dreirädrige Elektromobile gehandelt haben.

Maximale sichere Neigung

Die maximale sichere Neigung wird vom Hersteller ermittelt und ist die maximale Neigung (Steigung/Gefälle), auf der das Elektromobil alle Anforderungen an die dynamische und statische Stabilität, Bremsleistung sowie Steigfähigkeit, Fähigkeit zum Querfahren und Abstiegsfähigkeit einhält. Die DIN EN 2184 gibt hierfür Mindestwerte in Abhängigkeit von der Anwendungsklasse des Elektromobils vor [27].

Bodenfreiheit

Die Bodenfreiheit bezeichnet den Abstand vom tiefsten Punkt der Elektromobilkarosserie bis zum Boden. Die Bodenfreiheit muss ausreichend groß sein, um bestimmte Hindernisse unbeschadet überfahren zu können, z. B. abgesenkte Bordkanten. Durch eine ausreichende Bodenfreiheit kann auch gewährleistet werden, dass ein Elektromobil bei der Nutzung von Rampen (z. B. bei der Einfahrt in einen Bus) nicht am Anfang und Ende der Rampe aufsetzt. Die DIN EN 12184 empfiehlt auch für die Bodenfreiheit die Einhaltung von Mindestwerten (vgl. Tabelle 2) in Abhängigkeit von der Anwendungsklasse eines Elektromobils [27]

Statische Stabilität

Die statische Stabilität gibt an, bis zu welchem Winkel bzw. welcher Neigung ein Elektromobil sicher steht, ohne umzukippen. Die Kippsicherheit kann in Analogie zum Abstellen des Hilfsmittels auf einer schiefen Ebene betrachtet werden. Eine statische Kippsicherheit von 15 % bedeutet, dass das Elektromobil auf einer schiefen Ebene mit einer Neigung von 15 % noch standsicher steht. Die statische Stabilität gilt in alle Richtungen. Die DIN EN 12184 [27] empfiehlt – je nach Anwendungsklasse eines Elektromobils (vgl. Tabelle 2) – jeweils den Nachweis der Einhaltung eines Mindestwinkels für die statische Stabilität.

Über eine trigonometrische Berechnung kann die statische Stabilität dazu herangezogen werden, die maximale Querbeschleunigung auszurechnen, die auf den Schwerpunkt eines Elektromobils (ggf. mit aufsitzender Person) wirken darf, ohne dass das Hilfsmittel umkippt (Kippsicherheit). Die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungskräfte in einem Linienbus können bei scharfen Kurvenfahrten oder starken Bremsmanövern die statische Kippsicherheit überschreiten. Dies wurde in jüngerer Zeit noch einmal rechnerisch nachgewiesen [1; 36]. Daher ist es von besonderer Relevanz, dass Elektromobile an den drei Seiten, in deren Richtung sie sich aufgrund der einwirkenden Beschleunigungskräfte durch die Fahrmanöver eines Linienbusses bewegen können, durch entsprechende Begrenzungen (Fahrzeugwand, Prallplatte, Handlauf bzw. Haltestange zum Gang) gegen Umkippen und Verrutschen gesichert werden.

Batterien

Die Sicherheit beim Transport in einem Fahrzeug wird erhöht, wenn am Elektromobil auslaufsichere, versiegelte Batterien Verwendung finden. Diese Anforderung wird beispielsweise durch Gel-Akkus

erfüllt. Diese Akkus sind heute Stand der Technik und Elektromobile werden in der Regel mit derartigen Akkus ausgestattet.

Zudem wurden Crash-Tests mit Linienbussen, in denen Elektromobile entgegen der Fahrtrichtung an der Prallplatte aufgestellt waren, keinerlei Probleme mit den Batterien festgestellt [14, S. XV]. In keinem der Fälle lösten sich unter diesen extremen Belastungen die Akkus vom Hilfsmittel.

3.2.5 Klassifizierung der Elektromobile für die Fahrversuche

Zunächst einmal sind für die Mitnahme von Elektromobilen im Linienbus die Länge und Breite eines Elektromobils entscheidend. Für eine sichere Beförderung sollten sich Elektromobile analog zu Rollstühlen in Längsrichtung entgegen der Fahrtrichtung des Busses auf dem Rollstuhlstellplatz aufstellen. Die Mindestabmessungen des Rollstuhlstellplatzes betragen 1.300 mm (Länge) x 750 mm (Breite) (Anhang 8 Nr. 3.6.1 UN ECE Nr. 107) [12]. Die im Rahmen dieses Gutachtens gesichteten Elektromobile weisen eine Breite von maximal 730 mm auf. Von der Breite her würden somit alle Fahrzeuge im Mehrzweckbereich auf dem Rollstuhlplatz aufgestellt werden können, ohne in den Gangbereich einzuragen. Die Länge eines Rollstuhlplatzes mit einer Mindestabmessung gemäß UN/ECE Regelung wird jedoch von einigen Elektromobilen überschritten. Zudem ist der Stellplatz in der Regel durch feste Einbauten umgrenzt (Sockel, Trennwände). Somit können sich Elektromobile, die nur unwesentlich kürzer als die Mindestlänge des Rollstuhlstellplatzes sind, diesen Platz nicht einfach anfahren. Teils können erhebliche Rangiermanöver erforderlich werden. In den Bussen fehlt für diese Manöver i. d. R. der erforderliche Platz (vgl. Kap. 5).

Die im Rahmen der Recherche erhobenen Elektromobile wurden anhand der Fahrzeuglänge (Herstellereangaben soweit nicht selbst überprüft) gruppiert. Eine Gruppe umfasste eine Spannbreite von jeweils 100 mm Längenunterschied (vgl. Bild 7). Aus jeder Gruppe wurde später (vgl. Abschnitt 5.2) jeweils ein Fahrzeug für die Rangierversuche ausgewählt. Lediglich in der Gruppe 7 (Länge > 1.500 mm) konnte kein Fahrzeug bereitgestellt werden.

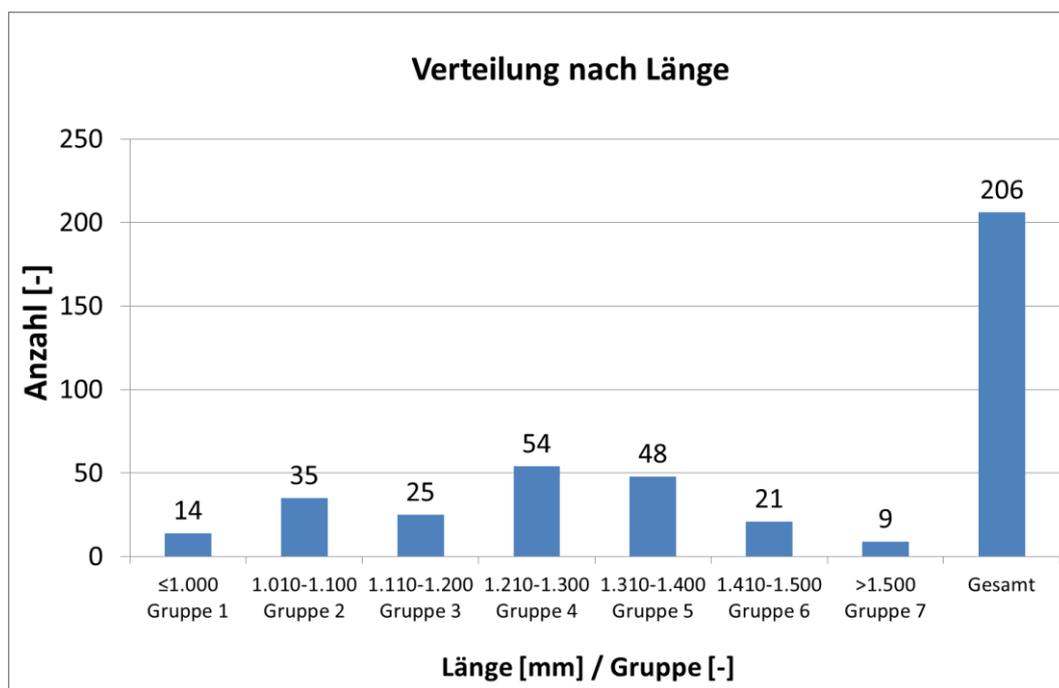


Bild 7: Anzahl der erhobenen Elektromobile je gebildeter Gruppe (Länge); alle Elektromobile

Bei der Marktanalyse wurden die meisten Elektromobile in der Gruppe 4 (Länge von 1.210 mm bis 1.300 mm) ermittelt. Auch die Gruppe 2 (1.010 mm bis 1.100 mm) sowie die Gruppe 5 (1.310 mm bis 1.400 mm) waren häufiger vertreten. Bereits in der Gruppen 1 bis 3, den relativ kurzen Elektromobilen bis zu einer Länge von 1.200 mm, fanden sich Modelle, die für einen Einsatz auch im Straßenbereich geeignet waren (vgl. Bild 8; mindestens Klasse B nach [27]).

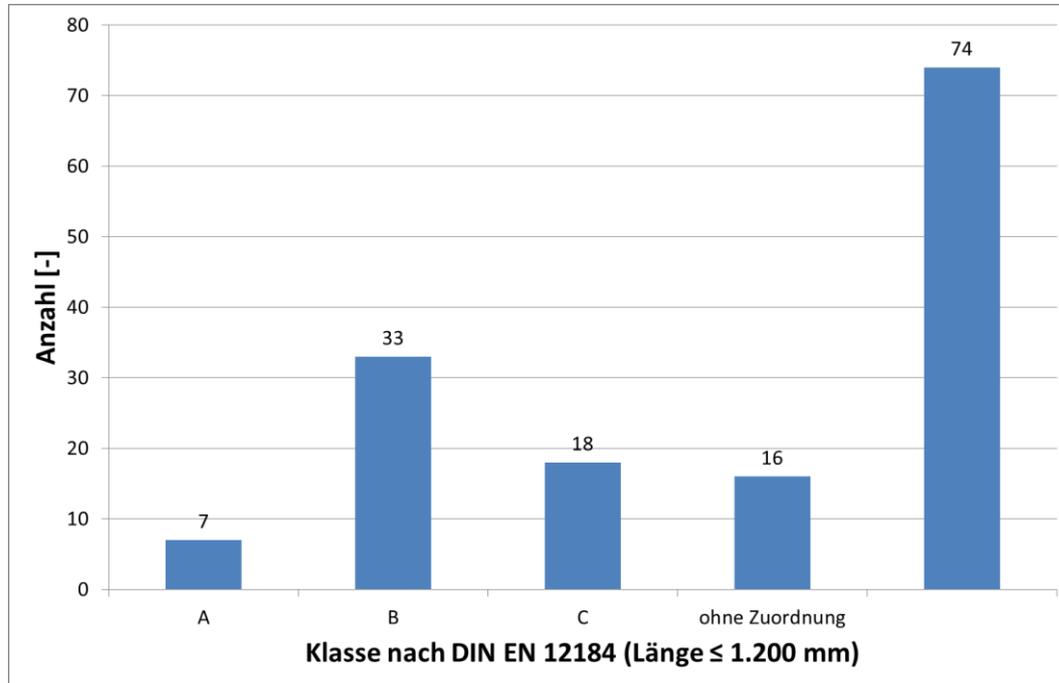


Bild 8: Anzahl der Elektromobile mit einer Länge bis zu 1.200 mm in den Klasse A, B, C nach DIN EN 12184 [27]

Betrachtet man die Elektromobile, die im Hilfsmittelverzeichnis gelistet sind (Stand September 2015), zeigt sich, dass dort vor allem die Modelle aus den Gruppen bis 1.300 mm und bis 1.400 mm aufgeführt sind (Bild 9).

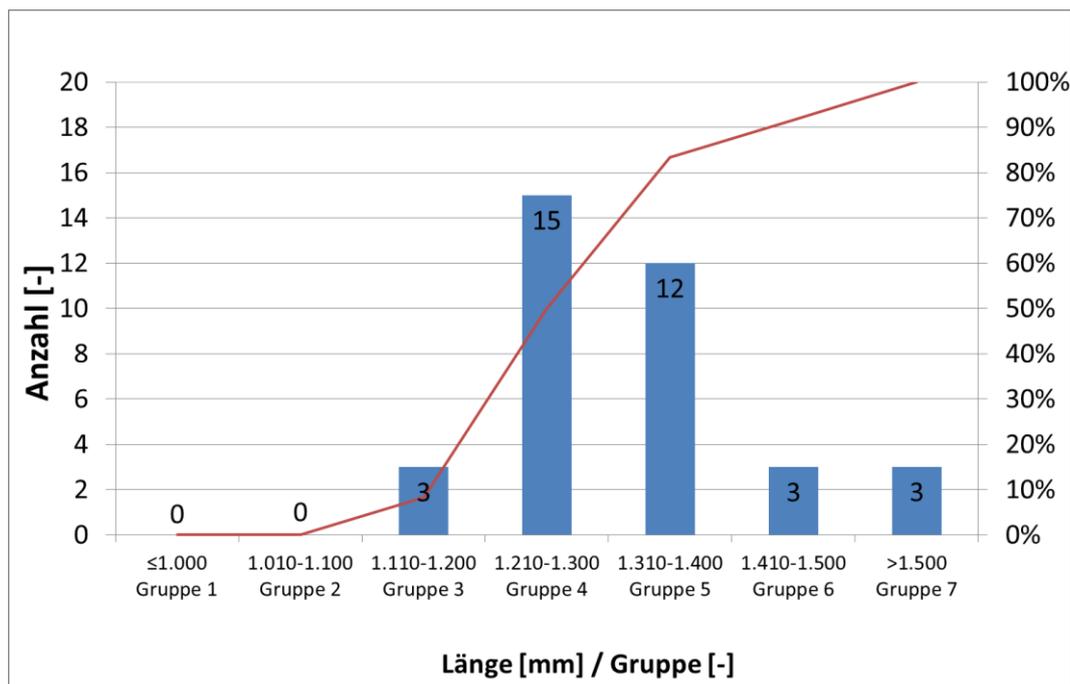


Bild 9: Längenverteilung der Elektromobile aus dem Hilfsmittelverzeichnis

In den Gruppen bis zu einer Länge von 1.200 mm finden sich bislang lediglich drei Elektromobile. Legt man für den Aufstellbereich die Mindestgröße gemäß Anhang 8 der UN/ECE Nr. 107 zugrunde, wird ersichtlich, dass nach derzeitigem Stand im HMV praktisch kaum ein Elektromobil gelistet wird, mit welchem sich ein Nutzer auf dem Rollstuhlstellplatz aufstellen kann. Allerdings hat das HMV auch keine bindende, sondern nur leitende Wirkung. Am Markt sind in den Gruppen der kürzeren Elektromobile deutlich mehr Modelle erhältlich, als das HMV ausweist (vgl. Bild 7). Zudem sind eine Reihe der Modelle auch für die Verwendung im Außenbereich geeignet (Bild 8).

4 Derzeitige Mitnahmeregelungen für Elektromobile

4.1 Stand der Mitnahme-Regelungen in Deutschland

4.1.1 Ausgangslage

Anfang 2014 hatte der VDV ein Gutachten in Auftrag gegeben, welches die Fragestellung nach der Standsicherheit von Elektromobilen klären sollte, welche in einem Bus quer zur Fahrtrichtung des Busses aufgestellt werden. Nachdem die Gutachter zu der Erkenntnis gelangten, dass bei einer Gefahrbremung die Gefahr des Umkippens eines derart aufgestellten Elektromobils besteht [1], erging am 26.11.2014 seitens des VDV-Präsidiums die Empfehlung an die Mitgliedsunternehmen, Elektromobile von der Beförderung in Linienbussen auszuschließen [6].

Auf Grundlage der Empfehlung wurden bei einer großen Zahl von Verkehrsunternehmen in Deutschland Elektromobile von der Beförderung im ÖPNV (Bus und Bahn) ausgeschlossen (vgl. Anhang B: Überblick über die Mitnahmeregelungen der Verkehrsunternehmen in Deutschland). Dies erfolgte in der Regel unter dem Aspekt, dass sich der Busfahrer, der zuständige Betriebsleiter oder der Unternehmer in Kenntnis der Gefährdungslage bei einer Beförderung dem Vorwurf der Fahrlässigkeit aussetzen würden [6, S. 2]. Allerdings folgten nicht alle Verkehrsunternehmen der Empfehlung bzw. revidierten ihre Entscheidung teils später wieder, sodass sich derzeit deutschlandweit ein uneinheitliches Bild bei den Mitnahmeregelungen ergibt.

4.1.2 Öffentlicher Straßenpersonennahverkehr bis Ende 2014

Bereits bevor die Empfehlung des VDV umgesetzt wurde, gab es abweichende Regelungen bezüglich der Mitnahme von Elektromobilen bei den Verkehrsunternehmen in Deutschland. Der VDV hatte Anfang 2014 in einer Mitteilung die Empfehlung ausgesprochen, Elektromobile in Linienbussen nur zu befördern, wenn sie als orthopädisches Hilfsmittel zum Ausgleich einer Behinderung verordnet worden waren und die Beschaffenheit des Elektromobils einen sicheren Transport zulässt [37]. In der Praxis waren derartige Regelungen bereits seit einigen Jahren in der Anwendung. Teilweise war die Entscheidung über eine Mitnahme auch davon abhängig, ob ein Versicherungskennzeichen am Elektromobil angebracht war (vgl. [38]).

Im rechtlichen Sinne gelten Elektromobile bei der Beförderung im ÖPNV als Sachen. In jedem Fall ist das Fahrpersonal gemäß der allgemeinen Beförderungsbedingungen berechtigt, eine Mitnahme zu verweigern, falls die Sicherheit für den Betrieb als nicht gegeben gesehen wird (§ 11 Abs. 1 BefBedV [39]). Diese Mitnahmeregelung gilt aber generell bei der Mitnahme von allen übrigen Sachen und auch sogar Personen und stellt insofern keine Regelung dar, die spezifisch für Elektromobile greift.

Nur wenige Verkehrsunternehmen hatten bereits vor der Empfehlung des VDV vom November 2014 die Beförderung von Elektromobilen ausgeschlossen (z. B. München). Allerdings wurde die Mitnahme

in den Verkehrsmitteln auch toleriert bzw. per Sondergenehmigung ermöglicht, sodass faktisch letztendlich kein Vollausschluss bestand [40]).

4.1.3 ÖSPV seit Ende 2014

Aufgrund der VDV-Empfehlung vom November 2014 schlossen anschließend zahlreiche Verkehrsunternehmen in Deutschland Elektromobile von der Beförderung in ihren Bussen aus. Die Empfehlung des VDV-Präsidiums bezog sich zwar nur auf die Mitnahme in Linienbussen. Allerdings befürchteten die Betriebsleiter von Straßen-, Stadt- und U-Bahnen auch für ihren Verantwortungsbereich haftungsrechtliche Konsequenzen. Somit wurde das Verbot der Mitnahme in Städten mit Stadt- oder Straßenbahnbetrieb, die auch ein Verbot in den Bussen umgesetzt hatten, in der Regel auf die Bahnen ausgeweitet. Eine Ausnahme bildete beispielsweise die Rheinbahn AG in Düsseldorf, welche nur die Beförderung in den Linienbussen aussetzte [41]. In den reinen U-Bahn-Systemen, die in vier Städten in Deutschland betrieben werden, besteht derzeit (September 2015) kein Mitnahmeverbot für Elektromobile.

Einige wenige Verkehrsunternehmen schlossen sich den Empfehlungen (bislang, Stand September 2015) nicht an, z. B. in Berlin, Hamburg, Hannover, Stuttgart und Münster. Eine Entscheidung wurde teilweise ausgesetzt, bis weitere Erkenntnisse über die Möglichkeiten und Sicherheit beim Transport vorliegen [42]. Andere Verkehrsunternehmen oder Verkehrsverbünde haben eine Änderung der Beförderungsbestimmungen vorbereitet. Diese waren bislang (Stand September 2015) noch nicht veröffentlicht [43]. Im Stadtverkehr Münster war und ist die Erlaubnis für die Mitnahme bereits seit Herbst 2013 gekoppelt an eine Fahrprüfung, bei der die Nutzer ihre Fahrkompetenz nachweisen müssen [44]. Die Mitnahme ist zudem nur möglich, wenn das Elektromobil vier Räder hat und eine Länge von 1,20 m nicht überschritten wird. Der Nutzer muss zudem über einen Schwerbehindertenausweis mit Merkzeichen „G“ oder „aG“ verfügen, um die Erfordernis der Hilfsmittelbenutzung nachzuweisen. Sind alle Kriterien erfüllt, wird zunächst für ein Jahr ein Berechtigungsausweis ausgestellt, der dem Fahrer vor der Beförderung vorzuzeigen ist.

In Einzelfällen wurden die zunächst ausgesprochenen Mitnahmeverbote ausgesetzt bzw. revidiert (z. B. Kassel, Bremen, Kiel) [45; 46]. Teils werden für die derzeit (Stand September 2015) geltende Übergangszeit Ersatzangebote gemacht, indem beispielsweise Fahrdienste mit Taxiunternehmen, die über geeignete Fahrzeuge zur Mitnahme verfügen, organisiert werden (z. B. in Kiel und Bremerhaven, vgl. [47; 48]).

Die Kasseler Verkehrs-Gesellschaft (KVG) kam auf Grundlage selbst durchgeführter Versuche abschließend zu dem Ergebnis, dass Elektromobile sicher im Bus befördert werden können, wenn bestimmte Voraussetzungen eingehalten werden [3; 15]. So haben sich Elektromobile beispielsweise analog zur vorgeschriebenen Aufstellung für Rollstühle rückwärts zur Fahrrichtung des Busses an der Prallplatte aufzustellen. Es wurde zudem eine Längenbeschränkung von 1.200 mm festgelegt, um die Mitnahme auch in älteren Bussen zu garantieren, deren Mehrzweckbereich bzw. Rollstuhlaufstellplatz nach den Mindestvorgaben aus der UN/ECE Regelung Nr. 107 gestaltet ist. Zurzeit rüstet die KVG ihre Linienbusse mit Gurt-Rückhaltesystemen aus, mit denen die Elektromobile zusätzlich gesichert werden sollen. Zukünftig wird zudem ein eigens entwickeltes Piktogramm in den Fahrzeugen angebracht, um den Nutzern die richtige Aufstellung und Sicherung zu verdeutlichen (vgl. Kap. 6.6).

4.1.4 DB Regio Bus

Die DB Regio Bus stellt nach eigenen Angaben mit ca. 13.000 Fahrzeugen die größte Busflotte Deutschlands [49]. Die Mitnahmeregelungen bei der DB Regio Bus richteten sich bis Sommer 2015 nach den jeweils geltenden Beförderungsbedingungen im jeweiligen Bedienungsgebiet. Ab Sommer 2015 wurde die Mitnahme für die gesamte Busflotte von DB Regio Bus zunächst ausgesetzt.

4.1.5 Deutsche Bahn AG

Im Schienenverkehr fasst die Deutsche Bahn AG die Beförderungsbedingungen für orthopädische Hilfsmittel¹³ im „Leitfaden für orthopädische Hilfsmittel“ zusammen [50]. Elektromobile befördert die DB AG grundsätzlich nur dann, wenn bestimmte technische Voraussetzungen erfüllt werden. Die Festsetzung dieser Voraussetzungen erfolgt zunächst auf Grundlage der internationalen Norm ISO 7193 [51], welche für Rollstühle einheitliche Abmessungen festlegte (Länge und Breite). Dies sind

- in der Länge 1.200 mm zzgl. 50 mm für die Füße sowie
- in der Breite 700 mm zzgl. 100 mm für die Hände am Rad.

Bereiche, die für die Aufstellung von Rollstühlen vorgesehen sind, wurden in den seit Inkrafttreten der Norm bestellten Zügen entsprechend für die Abmessungen gemäß den Vorgaben der Norm gestaltet. Übrige, speziell auch für die Nutzung von Menschen mit Behinderung konzipierte Bereiche, werden in ihren Abmessungen gemäß den Vorgaben aus dem Programm der DB AG [52; 53; 54] gestaltet. Dies betrifft beispielsweise Tür- und Gangbreiten sowie erforderliche Bewegungsflächen, z. B. am Zugang zum Behinderten-WC. Zudem muss der Nutzer über einen gültigen Schwerbehindertenausweis mit dem Merkmal „G“ bzw. „aG“ verfügen. Elektromobile müssen außerdem am Rollstuhlstellplatz bzw. im für die Aufstellung vorgesehenen Mehrzweckbereich aufgestellt werden. Die Beförderung wird entsprechend nur dann durchgeführt, wenn die Platzverfügbarkeit gegeben ist.

Da die Ausstattung mit fahrzeugseitigen Einstiegshilfen noch kein Standard ist, werden an Bahnhöfen, an denen eine Hilfeleistung angeboten wird, Rollstuhlhubgeräte bereitgehalten. Die Abmessungen der Plattform orientieren sich ebenfalls an den ISO-Werten, sodass die Plattform 1.200 mm x 800 mm misst. Die Tragfähigkeit der Einstiegshilfen beträgt entweder 250 kg oder 350 kg. Entsprechend können nur Elektromobile befördert werden, welche mit ihrem Gesamtgewicht die jeweilige Tragfähigkeit nicht überschreiten.

Der Leitfaden der DB AG wird derzeit überarbeitet. An den Vorgaben für die Mitnahmeregelungen für Elektromobile soll sich jedoch nichts ändern [55].

4.1.6 Private Bahnbetreiber

Die Mitnahmeregelungen der privaten Bahnbetreiber ordnen sich den jeweils gültigen Beförderungsbedingungen in den Bedienungsgebieten (z. B. Verkehrsverbünde) unter.

¹³ Orthopädische Hilfsmittel werden nach dem Sozialgesetzbuch (§§ 33, 34 SGB V) als Geräte definiert, die korrigierend, stützend, ausgleichend oder stützend auf die Haltungs- und Bewegungsorgane wirken oder deren einzelne Funktionen ersetzen ([50], S. 4).

4.2 Mitnahmeregelungen (ÖPNV) in anderen Ländern

Auch in anderen Ländern nehmen die Anzahl der Elektromobile und damit die Bedeutung der Beförderungsmöglichkeiten im ÖPNV zu. Im Folgenden sind die derzeit (Stand September 2015) gültigen Mitnahmeregelungen einiger anderer Länder bzw. Städte oder Regionen im Ausland aufgeführt.

4.2.1 Schweiz

Die Schweiz hat mit Inkrafttreten des Bundesgesetzes über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG) [56] eine Umsetzungsfrist für die „behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs“ bis zum 1.1.2024 gewährt.

Die Beförderung von Elektromobilen ist in der Schweiz unter bestimmten Randbedingungen gestattet. Die Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VböV) [57] führt aus, dass „der Zugang zu Einrichtungen und Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs [...] für Hand- und Elektro-Rollstühle mit einer Länge von bis zu 120 cm, einer Breite von bis zu 70 cm und einem Gesamtgewicht von bis zu 300 kg [...]“ gewährleistet sein muss (Art. 5 Abs. 1 VböV). Elektromobile werden in der Aufzählung zunächst nicht explizit genannt. Die VböV ergänzt anschließend aber in Absatz 2, dass die „Benützung der öffentlichen Verkehrsmittel [...] in der Regel auch für Rollstühle mit kuppelbaren elektrischen Antriebsgeräten, für Behinderten-Elektroscooter und für ähnliche Fahrzeuge“ ermöglicht werden soll. (Artikel 5 Abs. 2 VböV).

Nach der Revision der VböV im Jahr 2010 führte das Bundesamt für Verkehr dazu erläuternd aus [58]:

„Für Behinderten-Elektroscooter, welche länger und vielfach auch schwerer als Rollstühle sind, wäre eine einklagbare Zugangs- und Beförderungspflicht nicht verhältnismässig. Wo es Platzverhältnisse und Hebe- bzw. Einstiegsvorrichtungen jedoch zulassen, sollen der Zugang und die Benützbarkeit des öV aber möglich sein. Dasselbe gilt für Rollstühle mit kuppelbaren elektrischen Antriebsgeräten («SwissTrac»), die aber ein kleineres Problem als Behinderten-Scooter darstellen, da vielfach Platz für die abkuppelbaren Antriebsgeräte vorhanden ist. Es ist darauf zu achten, dass hier maximal tolerierbare Masse von 70 cm x 150 cm und 300 kg Gesamtgewicht bestehen.“

4.2.2 Österreich

In Österreich gelten keine landesweit einheitlichen Regelungen für den Transport von Elektromobilen im ÖPNV. In einem Leitfaden, den das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und das Amt der Oberösterreichischen und der Steiermärkischen Landesregierung haben erarbeiten lassen, sind die Anforderungen an einen barrierefreien ÖPNV zusammengefasst. Für Regelungen bezüglich der Beförderung von Elektromobilen in Linienbussen sind dort keine verbindlichen Vorgaben genannt. Es wird die Empfehlung gegeben, „dass nach Möglichkeit der Zugang zum Rollstuhlstellplatz aber auch für Hand- und Elektrorollstühle und Elektro-Scooter mit einer Breite von maximal 70 cm, einer Länge von bis zu 143 cm und einem Wendekreisdurchmesser von maximal 150 cm gewährleistet wird.“ [59, S. 23].

Einen davon abweichenden Ansatz für die Anwendung in der betrieblichen Praxis haben die Wiener Linien gewählt, der hier exemplarisch aufgeführt wird. In Wien hat man sich dazu entschieden, als Grundlage für die Beförderungsgenehmigung die international standardisierten Maße von Rollstühlen nach der ISO 7193 [51] heranzuziehen. Insofern gelten als maximale Abmessungen für Elektromobile, die in den öffentlichen Verkehrsmitteln in Wien transportiert werden sollen, Abmessungen

von 1.200 mm Länge x 700 mm Breite. Den Vorteil für diese Festlegung sieht das Verkehrsunternehmen darin, dass die Maße internationalen Standards entsprechen und in weiteren Bereichen der Transportkette Anwendung finden. So entsprechen die Abmessungen denen, die im internationalen Eisenbahnverkehr zur Anwendung kommen. Zudem liegen auch den harmonisierten Normen für Aufzugsanlagen die internationalen Maße zugrunde. Somit ist bei Einhaltung der Abmessungen eine durchgängige Transportkette gewährleistet.

4.2.3 Belgien

Der öffentliche Nahverkehr in Belgien wird durch drei Verkehrsunternehmen abgewickelt, die jeweils Flandern, die Wallonie und Brüssel versorgen.

In Flandern hat sich das dortige Verkehrsunternehmen De Lijn im April 2013 dazu entschieden, den Transport von Elektromobilen in den öffentlichen Verkehrsmitteln auszusetzen, um die bisherigen Mitnahmeregelungen bezüglich ihrer praktischen Anwendbarkeit zu überprüfen [60]. In einem ersten Schritt wurden zunächst eine CAD-basierte Fahrkurvenanalyse, Fahrversuche in Verkehrsmitteln sowie eine Risiko-Analyse unter Beteiligung der Nutzer durchgeführt. Letztere beinhaltete keine Stabilitätstests, sondern fokussierte auf das Risiko für Fahrgäste und Nutzer bei der Ein- und Ausfahrt in den Bus. Auf Basis der CAD-Simulation wurden dann zunächst Grenzwerte für den Wendekreis von Hilfsmitteln (Rollstühle, Elektromobile) festgelegt, bis zu denen ein Transport in öffentlichen Verkehrsmitteln in Flandern möglich sein könnte. Dabei wurden für die Einfahrt rückwärts und vorwärts jeweils unterschiedliche Werte festgelegt. Die Risikoanalyse (Diskussion mit den Nutzern) ergab, dass eine Ein- und Ausfahrt in den Bus vorwärts gewünscht wird. Zudem sollte die Fahrkompetenz des Nutzers bei anschließenden Untersuchungen keine Rolle spielen, da die Einbeziehung dieses Kriteriums als diskriminierend gesehen wurde. Daher sollte sich eine weitere Untersuchung auf die Kennwerte der Hilfsmittel fokussieren, um möglichst objektive Kriterien festlegen zu können. Als politische Empfehlung wurde dann die Ein- und Ausfahrt vorwärts sowie eine hilfsmittelgebundene Zulassung als obligatorisch für weitere Tests festgelegt.

In einem zweiten Schritt erfolgt derzeit im Auftrag des Verkehrsministeriums eine wissenschaftliche Untersuchung durch das Institut für Mobilität an der Universität Hasselt [31]. Ziel der Untersuchung, die derzeit (Stand September 2015) noch nicht abgeschlossen ist, ist die Erarbeitung von Randbedingungen, unter denen ein vollständiges Verbot der Mitnahme gelockert werden könnte. Hierzu sollen Empfehlungen an das Verkehrsunternehmen und die Hilfsmittelhersteller formuliert werden. Neben einer Analyse der Mitnahmeregelungen in anderen Ländern sowie einer Marktanalyse von Elektromobilen und elektrischen Rollstühlen wurden Fahrversuche an einem Modell eines Busses („Fußabdruck“) durchgeführt. Die Untersuchung findet unter Beteiligung des Verkehrsunternehmens (De Lijn), Herstellern von Elektromobilen sowie Vertretern behinderter Menschen statt. Sie soll bis Ende 2015 abgeschlossen werden.

In Brüssel und in der Wallonie bestehen derzeit keine Einschränkungen bezüglich der Mitnahme von Elektromobilen im öffentlichen Nahverkehr.

4.2.4 Niederlande

In den Niederlanden sind Elektromobile landesweit i. d. R. von der Beförderung in Linienbussen ausgeschlossen. Sie werden aber in den Straßenbahnen und der U-Bahn transportiert [61; 62, S. 4; 63, S. 10]. Generell gilt eine Längen- und Breitenbeschränkung für Hilfsmittel wie Rollstühle und Elekt-

romobile. Die Abmessungen orientieren sich an den Maßen des ISO-Referenzrollstuhls mit einer Länge von 1.200 mm und einer Breite von 700 mm [62, S. 4; 63, S. 10].

Die Nutzer haben bei der Beförderung bestimmte Verhaltensregeln zu beachten. Die RET in Rotterdam weist Nutzer von Elektromobilen und anderen Hilfsmitteln beispielsweise darauf hin (Bild 10), dass

- das Hilfsmittel gebremst abgestellt werden muss,
- sich der auf dem Hilfsmittel sitzende Nutzer gut festzuhalten hat und
- das Hilfsmittel nicht mitten im Fahrzeug (Gang) abgestellt werden darf.



Bild 10: Verhaltensanweisungen bei der Beförderung eines Elektromobils in der U-Bahn [62]

4.2.5 Großbritannien

In Großbritannien besteht für eine Beförderung von Elektromobilen keine gesetzliche Verpflichtung. Eine Beförderung erfolgt nach dem individuellen Ermessen jedes Verkehrsunternehmens. Um die Mitnahme von Elektromobilen im öffentlichen Transportsystem (vor allem Busse) landesweit weitgehend zu ermöglichen, hat das Transportministerium einen Leitfaden für die Nutzer von Elektromobilen und Elektrorollstühlen erarbeitet und in Kooperation mit der Confederation of Passenger Transport (CPT)¹⁴ einen freiwillig einzuhaltenden Kodex („Voluntary Code of Best Practice“) erarbeitet

Im Leitfaden wird erläutert, dass eine Mitnahme der elektrisch angetriebenen Hilfsmittel in den Fahrzeugen des Nahverkehrs grundsätzlich möglich ist [17, S. 5]. Dafür müssen aber die Abmessungen in Länge und Breite den Maßen eines Referenz-Rollstuhls entsprechen. Zudem müssen die ÖPNV-Fahrzeuge so gestaltet sein, dass sie eine entsprechend große Aufstellfläche mit den Referenzmaßen aufweisen. Im Anhang A des Leitfadens wird dargestellt, dass Länge x Breite maximal Abmessungen von 1.200 mm x 700 mm aufweisen dürfen. Dies entspricht den internationalen Standards nach ISO 7193 [51].

Im Anhang B des Leitfadens ist dann der Kodex aufgeführt und spezifiziert die Aussagen bezüglich einer Beförderung von Elektromobilen in Niederflurbussen. Der Kodex soll als Orientierungsrahmen für

¹⁴ Die CPT ist ein Verband der Bus- und Straßenbahnindustrie und berät und verhandelt bei Gesetzgebung und technischen Standards.

die Fortentwicklung eines barrierefreien Transportsystems mit einheitlichen, landesweiten¹⁵ Standards dienen. Die Busanbieter können diesen Regelungen im Einzelfall zustimmen. Die Unternehmen, welche die Standards anerkannt haben, können in einer Liste abgerufen werden [64]. Der Kodex umfasst zum einen die Festlegung von Maximalmaßen für Länge, Breite, Wendekreis und Gewicht. Zum anderen erfolgen weitere Festlegungen, wie die Sicherheit beim Transport gewährleistet werden kann.

Bei den Empfehlungen für Elektromobile hat man sich auf folgende Rahmenbedingungen geeinigt:

- Klasse 2¹⁶-Fahrzeuge mit 3 oder 4 Rädern,
- eine maximale Länge des Elektromobils von 1.000 mm,
- eine maximale Breite des Elektromobils von 600 mm,
- ein maximales Gesamtgewicht inkl. aufsitzender Person von 300 kg.

Elektromobile der Klasse 3¹⁷ sind von der Mitnahme generell ausgeschlossen. Als Unterscheidungsmerkmal für das Personal wird die Sicherheitsausstattung genannt: Beleuchtung (vorne und hinten), Warnblinkanlage und Handbremse [66].

Die Einhaltung der Spezifikationen des Elektromobils sowie die Fähigkeit des Nutzers, das Gefährt sicher steuern zu können, muss durch das jeweilige Verkehrsunternehmen bestätigt werden. Dafür müssen die Nutzer in der Regel beim lokalen Verkehrsunternehmen vorstellig werden und an einem Bustraining mit Sicherheitsbelehrung teilnehmen. Dort wird unter anderem erläutert, dass die Rampe immer vorwärts zu benutzen ist, wie sich der Nutzer mit seinem Elektromobil im Bus aufzustellen hat (entgegen der Fahrtrichtung an die Prallplatte) und dass er sich an den Haltestangen zusätzlich Halt zu verschaffen hat. Zudem wird auch darüber informiert, welche lokalen Linien Elektromobile befördern. Nach erfolgreich absolviertem Training wird eine Beförderungserlaubnis („permit for travel“) in Form einer Scheckkarte erteilt (Bild 11). Teilweise wird diese Beförderungserlaubnis noch mit einer deutlich sichtbaren Kennzeichnung des Elektromobils, z. B. an der Frontseite der Lenksäule, ergänzt (z. B. in Manchester, vgl. Bild 12).



Bild 11: Beförderungserlaubnis (Muster) beim Transport in Linienbussen für Nutzer von Elektromobilen in Großbritannien

Der Nutzer verpflichtet sich mit Erhalt der Beförderungserlaubnis außerdem dazu, sein Hilfsmittel in einem guten Zustand zu halten, keine sperrigen Zusatzausstattungen anzubringen und es nicht zu

¹⁵ Transport for London hat für London ein eigenes System (Erläuterung im folgenden Text).

¹⁶ Bei Klasse 2-Fahrzeugen handelt es sich um Elektromobile ohne Straßenzulassung und mit einer maximalen Höchstgeschwindigkeit von 6 km/h, die für den einfacheren Transport in einem Fahrzeug in mehrere Einzelteile zerlegbar sind [65].

¹⁷ Klasse 3- Elektromobile erfordern eine Straßenzulassung, sind nicht zerlegbar und haben eine Höchstgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h. Für sie ist eine Sicherheitsausstattung obligatorisch (Licht, Blinker, Rückspiegel usw.) [65].

überladen (z. B. Einkäufe). Die Erlaubnis kann jederzeit eingezogen werden, wenn Fahrzeug oder Nutzer eine Betriebsgefährdung erkennen lassen. Die Erlaubnis hat maximal fünf Jahre Gültigkeit. Die Scheckkarte hat der Nutzer des Elektromobils dem Busfahrer beim Einstieg vorzeigen. Die erlangte Beförderungserlaubnis soll von allen Verkehrsunternehmen, welche die Empfehlungen akzeptiert haben, anerkannt werden.



Bild 12: Kennzeichnung eines für die Beförderung im ÖPNV zugelassenen Elektromobils mittels Ausweis an der Lenksäule (Quelle: MetroLink)

Im Folgenden werden die Regelungen zur Mitnahme von Elektromobilen im ÖPNV für vier größere Beispielstädte in Großbritannien aufgeführt, um die Spannweite im Rahmen des CPT-Kodex zu erläutern.

London

Transport for London (TfL), welche sich für die Organisation des Nahverkehrs im Großraum London verantwortlich zeigt, hat mit dem „Mobility Aid Recognition Scheme“ eigene Regeln entwickelt [67] und gibt eine eigene Beförderungserlaubnis („Mobility Aid Card“) aus. Für die Elektromobile, die zur Beförderung zugelassen sind, gelten dieselben Vorgaben, wie beim CPT-Kodex. Bei TfL ist das Sicherheitstraining jedoch nicht zwingend vorgeschrieben, wird aber empfohlen und auch von TfL selbst angeboten. Busfahrer in London sollen trotz der Unterschiede aber auch die CPT-Karte anerkennen.

Sowohl über die Webseiten der Transportunternehmen als auch über die der Verbraucherorganisationen sind Listen abzurufen, in denen die Klasse 2-Elektromobile aufgeführt sind, die für einen Transport in Bussen zugelassen sind [64]. Über diese Listen können sich Nutzer z. B. vorab informieren, wenn sie sich ein neues Hilfsmittel zulegen wollen.

Edinburgh

In Edinburgh ist die Mitnahme von Elektromobilen in den Bussen nicht möglich [68]. Schienengebundenen ÖPNV (Straßen-/Stadt-/U-Bahn) gibt es nicht.

Glasgow

Auf den Bussen in der Region um Glasgow sind Elektromobile unter bestimmten Randbedingungen erlaubt [69]. Die zuständige Transportgesellschaft hat sich dem „CPT Code for the use and acceptance of Mobility Scooters on low floor Buses“ [66] angeschlossen. Somit gelten die maximalen Maße von 1,00 m Länge und 0,60 m Breite sowie ein maximales Gesamtgewicht von 300 kg, um eine Beförderungserlaubnis zu erhalten. Aufgrund der Vereinbarungen des Kodex haben die Nutzer darüber hinaus die Einhaltung der bauartbedingten Eigenschaften ihres Fahrzeugs sowie ihre Fahrkompetenz

nachzuweisen, um eine Beförderungserlaubnis zu erhalten. Die Beförderungserlaubnis kann zeitlich beschränkt werden (vgl. auch Kap. 4.2.5).

In Glasgow gibt es eine U-Bahn-Ringlinie mit 15 Haltestellen. Dort ist die Mitnahme von Elektromobilen nicht erlaubt. Allerdings gelten dort auch für die Mitnahme von Rollstühlen starke Einschränkungen. Aufgrund der kleinen und engen U-Bahn-Fahrzeuge dürfen selbst Rollstühle nur befördert werden, wenn sie sich zusammenfalten lassen [70].

4.2.6 Norwegen

In Norwegen wird seitens der Regierung bzw. der Krankenkassen begrifflich nicht zwischen Rollstühlen und Elektromobilen unterschieden. Daher beziehen sich auch die Aussagen bei den Verkehrsunternehmen immer nur auf Rollstühle („wheelchairs“). Eingeschlossen sind dabei immer auch Elektromobile [71; 72].

Nach diesem Verständnis gelten daher die Festlegungen bezüglich der Mitnahme von Rollstühlen ebenso für Elektromobile. Im Busverkehr stützt man sich daher bezüglich des Platzbedarfs und der Sicherung auf die Vorgaben der UN/ECE Regelung Nr. 107, die einen Referenzrollstuhl zugrunde legt. Die dort festgelegten Abmessungen des Referenzrollstuhls von 1.200 mm x 700 mm wurden auch als Grundlage für die Zugänglichkeit mit derartigen Hilfsmitteln auf andere Verkehrsmittel übertragen. Um Rechtssicherheit zu erlangen, bereitet die norwegische Regierung derzeit ein Gesetz vor, welches die Festlegung von Abmessungen für den Transport von Rollstühlen (respektive Elektromobilen) im öffentlichen Personenverkehr auf Basis der in der UN/ECE Regelung Nr. 107 festgelegten Abmessungen verbindlich regelt, um die Regelungslücke für U- und Straßenbahnen zu schließen [71].

4.2.7 Kanada

Die Mitnahmeregelungen für Elektromobile im Linienbusverkehr in Kanada sind in den Städten abweichend. Vor einigen Jahren wurden Elektromobile noch überwiegend vorwärtsgerichtet mit entsprechenden Sicherheitseinrichtungen transportiert [73, S. 27]. Die meisten Transportunternehmen haben inzwischen entsprechend der europäischen Standards auf die rückwärtsgerichtete Aufstellung umgestellt bzw. stellen nach und nach um [74, S. 20]. Dass diese Form der Aufstellung sicher ist, wurde in eigenen Forschungsvorhaben für das kanadische Verkehrsministerium nachgewiesen [14; 13]. Für Kanada werden beispielhaft die Beförderungsbedingungen in den Städten Halifax, Toronto und Ottawa aufgeführt, um die Spannweite der Sicherungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Halifax

In Halifax (Kanada) werden auch Elektromobile mit dem öffentlichen Nahverkehr befördert. In den Bussen, die üblicherweise über zwei Aufstellplätze für Rollstühle und Elektromobile verfügen, gilt eine Längenbeschränkung von 40 Zoll (1.016 mm) für dreirädrige Elektromobile bzw. 40,25 Zoll (1.023,4 mm) für vierrädrige Elektromobile. Nutzer müssen in der Lage sein, mit ihrem Hilfsmittel selbstständig in den Bus einzufahren bzw. diesen wieder zu verlassen und sich am vorgesehenen Stellplatz gemäß der Beförderungsbedingungen aufzustellen. In Halifax erfolgt die Zu- und Ausfahrt – in Kanada und den USA nicht unüblich – jeweils an der ersten Tür des Busses, an der auch eine Klapprampe angebracht ist.

Elektromobile haben sich in Halifax (aber auch in anderen Städten in Kanada und den USA) im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern (z. B. Europa, Australien) in Fahrtrichtung des Busses am Rollstuhlstellplatz aufzustellen. Hier erfolgt entsprechend der bei der Verwendung des Hilfsmittels als

Fahrzeugsitz (vgl. Kap. 6.3) eine Sicherung nach internationalen Normen. Dementsprechend müssen Elektromobile über Rückhaltesysteme an mindestens vier Befestigungspunkten fest mit dem Fahrzeugboden verbunden und gesichert werden [75]. Die Nutzer haben zudem während der Beförderung das Elektromobil zu verlassen und sich einen normalen Sitzplatz im Bus zu suchen.

Toronto

Die Busse in Toronto verfügen in der Regel über zwei Stellplätze für Rollstühle und Elektromobile. Die Einfahrt erfolgt – je nach Bustyp – an der vorderen oder hinteren Tür des Busses über Rampe oder Hublift. Hilfsmittel, die im Bus transportiert werden sollen, dürfen eine Länge von 48 Zoll (ca. 1.220 mm) und eine Breite von 31 Zoll (880 mm) nicht überschreiten, damit sie auf den vorgesehenen Abstellplätzen aufgestellt und ggf. gesichert werden können (Bild 13) [76]. Ein Grenzwert für den Wendekreisradius wird nicht angegeben, lediglich die Gangbreite im Bus (800 mm bis 880 mm). Da die Aufstellung des Elektromobils in Fahrrichtung des Busses erfolgt und der Ein- und Ausstieg an derselben Tür erfolgen muss, wird üblicherweise ein Wenden des Elektromobils im Bus vorausgesetzt, sodass sich somit indirekt ein indirekter Wendekreisradius bzw. Wendebereich ergibt.¹⁸

Eine Sicherung des Elektromobils und des Nutzers erfolgt freiwillig auf Wunsch des Nutzers. Sie ist nur obligatorisch, wenn der Nutzer das Elektromobil während der Fahrt verlässt, um auf einem regulären Sitzplatz im Bus Platz zu nehmen. In diesem Fall oder wenn der Fahrgast eine Sicherung wünscht, muss das Elektromobil vollständig fixiert werden. Dies erfolgt über eine Sicherung mittels Gurten am Elektromobil sowie einen Gurt, der den Nutzer des Elektromobils sichert (Bild 14). Generell müssen die Nutzer auf dem Abstellplatz an ihrem Elektromobil die Feststellbremse anziehen und das Hilfsmittel stromlos schalten, damit die Motorbremse wirkt.



Bild 13: Übersicht über die Lage und Größe der Aufstellfläche und Teile des Gurt-Sicherungssystems am Rollstuhlaufstellplatz in einem Bus in Toronto (für vorwärts gerichtete Aufstellung) [77]

¹⁸ Es wird eine vorwärtsgerichtete Ein – und Ausfahrt angenommen.



Bild 14: Sicherung eines Elektromobils und des Nutzers in einem Bus in Toronto [77]

Toronto verfügt ebenfalls über eine U-Bahn. In dieser werden Elektromobile ohne Einschränkungen mitgenommen. Eine Sicherung der Hilfsmittel wird nicht erforderlich. Es wird lediglich empfohlen, dass sich die Nutzer mit ihrem Hilfsmittel am vorgesehenen Aufstellplatz in Fahrtrichtung der Bahn aufstellen.

Ottawa

In Ottawa besteht neben dem Bussystem ein Stadtbahnsystem (O-Train) sowie als Alternative zum öffentlichen Verkehr der Para Transpo für Menschen mit Behinderung, die nicht in der Lage sind, den regulären öffentlichen Verkehr zu nutzen [78]. Der Para Transpo wird von der Stadt Ottawa finanziert und vom örtlichen Verkehrsunternehmen OC Transpo betrieben.

In allen drei Beförderungsmitteln können Elektromobile mitgenommen werden. Für alle drei Verkehrsmittelarten gelten entsprechend des verfügbaren Raumangebots für Aufstellung und Manöver unterschiedliche Grenzwerte für die Länge der Elektromobile. Im Bus werden Elektromobile mit einer Länge von maximal 1.220 mm transportiert, im Para Transpo bis zu 1.270 mm Länge und in der Stadtbahn bis zu 1.525 mm Länge. Die maximale Breite für das Hilfsmittel liegt für alle Verkehrsmittel bei 76,2 mm (30 Zoll).

Die Aufstellung im Bus und der Stadtbahn erfolgt analog der Aufstellung nach europäischen Standards an einem definierten Aufstellplatz entgegen der Fahrtrichtung des Busses mit der Rückenlehne gegen eine Prallplatte. Der Nutzer hat die Bremsen anzuziehen und kann bei Bedarf einen Gurt anlegen, der zur Stabilisierung des Elektromobils dient, anlegen.

4.2.8 Australien

In Australien wurden für den Transport von Elektromobilen und Rollstühlen in öffentlichen Verkehrsmitteln landesweite Festlegungen für bauliche und fahrtechnische Eigenschaften getroffen. Die Mindestabmessungen für einen Abstellplatz für Hilfsmittel in öffentlichen Verkehrsmitteln sind im *Disability Standards for Accessible Public Transport 2002* [79] sowie ergänzend in den *Disability Standards for Accessible Public Transport Guidelines 2004 (No. 3)* [80] verbindlich festgelegt. An diese Festlegungen halten sich alle Bundesländer in Australien. Die Umsetzung wird im Folgenden am Beispiel Queensland erläutert.

Das Bundesland Queensland hat für Rollstuhl- und Elektromobil-Benutzer einen Leitfaden herausgegeben, in dem unter anderem beschrieben wird, welche Anforderungen an die Hilfsmittel gestellt werden, um in öffentlichen Transportmitteln (Busse, Bahnen, Züge, Fähren und Taxis) befördert werden zu können [81].

Zunächst einmal muss sich jeder Nutzer eines Hilfsmittels, welches er im öffentlichen Straßenraum benutzen möchte, beim Verkehrsministerium registrieren [81, S. 7]. Eine Zulassung wird nur gewährt, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden. Diese sind u. a., dass

- ein Leergewicht des Hilfsmittels von 150 kg nicht überschritten wird,
- die Geschwindigkeit maximal 10 km/h beträgt und
- das Gefährt als Hilfsmittel für Menschen mit Behinderung konstruiert wurde.

Rollstühle oder Elektromobile werden nur auf Menschen zugelassen, die auf ein Hilfsmittel angewiesen sind. Bei der Registrierung ist daher ein Attest beizubringen, welches die Notwendigkeit der Benutzung bescheinigt. Außerdem muss eine Erklärung abgegeben werden, dass das Hilfsmittel nur von der benannten Person benutzt wird.

Entsprechend werden bei der Mitnahme von Hilfsmitteln diese Werte zugrunde gelegt, um einen reibungslosen und sicheren Transport zu ermöglichen. Aus den Festlegungen ergeben sich für Elektromobile, die in öffentlichen Transportmitteln befördert werden sollen, eine maximale Länge von 1.300 mm sowie eine maximale Breite von 750 mm (Bild 15).



Bild 15: Maximal zulässige Abmessungen für Elektromobile für den Transport im ÖPNV in Queensland (Australien) [81]

Zusätzlich ist eine maximale Höhe inklusive aufsitzender Person festgelegt. Diese beträgt seit 1. Januar 2013 1.500 mm, hat aber nur Bedeutung beim Transport mit Taxis. Die Abmessungen sind auch mit möglichen Anbauten oder Zubehörteilen einzuhalten. Als Gewichtsbeschränkung wurde eine Gesamtlast von 300 kg festgelegt, damit die Benutzung von Rampen oder Hubliften an den Fahrzeugen flächendeckend sichergestellt ist [82].

Auch bezüglich der Fahrleistungseigenschaften bzw. Manövrierbarkeit müssen die für den Transport zugelassenen Hilfsmittel bestimmte Kriterien erfüllen. Zu den zu erfüllenden Eigenschaften, die als verbindliche Standards festgelegt wurden, zählen [81, S. 5]:

- Das Überwinden eines Spaltes von 40 mm Breite,
- das Überwinden von Stufen bis zu 12 mm Höhe,
- das Überfahren von Gitterrosten mit einem Gitterraster von 13 mm (Breite) und 150 mm (Länge),
- das Bewältigen einer Rampe mit einer Steigung bis ca. 7 % generell ohne Hilfe bzw. einer Rampe mit einer Steigung bis zu 12,5 % bis zu einer Länge von 1.520 mm sowie
- das Bewältigen einer Rampe mit einer Steigung von bis zu 25 % mit Assistenz.

Zudem muss es mit dem Hilfsmittel möglich sein, auf einer Fläche von 2.070 mm x 1.540 mm zu wenden (Wendebereich, vgl. Kap. 3.2.4). Nur bei der Beförderung in einem Taxi wird es als erforderlich angesehen, dass das Hilfsmittel über Befestigungspunkte verfügt, die ein sicheres Verzurren im Fahrzeug ermöglichen, denn hier erfolgt eine nach vorne gerichtete Beförderung und dementsprechend wird das Hilfsmittel als Fahrzeugsitz verwendet (vgl. auch Kap. 6.3).

Zusätzlich wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass das Hilfsmittel regelmäßig auf seine Sicherheit zu überprüfen ist und über ein wirksames Feststellsysteme (Bremsen) verfügt, um die Stabilität beim Transport zu gewährleisten. Für die Überprüfung der Erfüllung der Anforderungen ist der Nutzer selbst verantwortlich.

4.2.9 Region Helsinki (Finnland)

In der Region Helsinki ist HSL¹⁹ als Aufgabenträger für die Organisation des öffentlichen Personenverkehrs zuständig. Der Verkehr wird mit U-Bahnen, S-Bahnen, Straßenbahnen, Bussen und Fähren durchgeführt.

In der gesamten Region ist die Mitnahme von Elektromobilen auf allen Verkehrsmitteln (Bus, Straßenbahn, U-Bahn) nicht gestattet. Begründet wird das damit, dass die Hilfsmittel nicht den für Rollstühle vorgesehenen Stellplatz anfahren können [83].

4.2.10 Straßburg (Frankreich)

In Straßburg dürfen Elektromobile gemäß der Beförderungsbedingungen des lokalen Verkehrsunternehmens CTS nicht in den Fahrzeugen des ÖPNV mitgenommen werden [84, S. 17].

4.2.11 Barcelona (Spanien)

In Barcelona ist die Mitnahme von Elektromobilen im gesamten ÖPNV (Bus, Straßenbahn, U-Bahn) verboten [85].

¹⁹ Helsingin seudun liikenne = Verkehr der Region Helsinki.

4.2.12 Zusammenfassung

Die Mitnahmeregelungen für Elektromobile im öffentlichen Verkehr sind weltweit uneinheitlich geregelt (vgl. Tabelle 4). In den meisten der überprüften Länder ist die Mitnahme von Elektromobilen möglich – auch im Busverkehr; sowohl für dreirädrige als auch vierrädrige Elektromobile. Üblicherweise werden aber nur Elektromobile für den Transport zugelassen, wenn bestimmte Abmessungen für Länge und Breite sowie ein bestimmtes Gesamtgewicht nicht überschritten werden.

Tabelle 4: Mitnahmeregelungen für Elektromobile in ausgewählten Ländern, Regionen oder Städten

Land	Beförderung (Verkehrsmittel)	Bauartbedingte Einschränkungen	Weitere Regelungen
Schweiz	alle Verkehrsmittel	max. 1.200 mm x 700 mm max. 300 kg max. 1.500 mm x 700 mm wenn möglich	
Österreich	alle Verkehrsmittel	max. 1.430 mm x 700 mm, Wendekreisdurchmesser max. 1.500 mm	
Österreich (Wien)	alle Verkehrsmittel	max. 1.200 mm x 70 mm max. 300 kg	
Großbritannien	Grundsätzlich alle Verkehrsmittel (s. weitere Regelungen)	max. 1.000 mm x 600 mm max. Gesamtgewicht 300 kg.	- Mitnahme im Bus auf freiwilliger Basis nach Unterzeichnung eines Kodex - Bustraining und „Führerschein“ für Nutzer
Frankreich (Straßburg)	Keine Mitnahme		
Belgien (Flandern)	Keine Mitnahme ¹		
Belgien (Brüssel)	Alle Verkehrsmittel		
Belgien (Wallonie)	Alle Verkehrsmittel		
Niederlande	Keine Mitnahme im Bus	max. 1.200 mm x 700 mm	Verhaltensregeln für Nutzer
Norwegen	alle Verkehrsmittel	max. 1.200 mm x 700 mm	
Finnland (Region Helsinki)	keine Mitnahme		
Kanada (Halifax)	alle Verkehrsmittel	max. 1.016 mm (Dreirad) bzw. 1.023,4 mm (Vierrad) im Bus	Nutzer müssen das Elektromobil während der Beförderung verlassen
Kanada (Toronto)	alle Verkehrsmittel	max. 1.220 mm x 880 mm (im Bus)	
Kanada (Ottawa)	alle Verkehrsmittel	max. 1.220 mm x 762 mm (im Bus)	
Australien	alle Verkehrsmittel	max. 1.300 mm x 750 mm Wendbarkeit auf einer Fläche von 2.070 mm x 1.540 mm max. Gewicht 300 kg	- Hilfsmittel nur bei nachgewiesenem Bedarf - Registrierung beim Verkehrsministerium - Verschiedene Anforderungen an Leistungsfähigkeit des Hilfsmittels und des Nutzers

¹ Die Möglichkeiten einer Lockerung des Verbots der Mitnahme von Elektromobilen in den Bussen in Flandern werden derzeit in einer Untersuchung der Universität Hasselt überprüft. Ergebnisse sollen Ende 2015 vorliegen (Stand September 2015).

Die meisten Länder orientieren sich bei den Abmessungen an den internationalen Standardmaßen für einen Referenzrollstuhl (1.200 mm x 700 mm). Wenige Länder gehen darüber hinaus, wenn be-

stimmte Voraussetzungen erfüllt sind (Australien, Schweiz auf freiwilliger Basis). In Großbritannien sind in den Bussen nur Elektromobile bis zu einer Länge von max. 1.000 mm zugelassen. In Ausnahmefällen werden zusätzlich zu den äußeren Abmessungen Grenzwerte für den Wendekreisradius oder den Wendebereich angegeben (z. B. Australien, Toronto nur indirekt).

In einigen Ländern bzw. Regionen oder Städten in Europa ist die Mitnahme vor allem im Busverkehr nicht gestattet. Dies wird in der Regel mit dem geringen verfügbaren Platzangebot in den Bussen sowie der eingeschränkten Rangierfähigkeit der Elektromobile begründet. Eine Differenzierung nach unterschiedlichen bauartbedingten Eigenschaften findet in diesen Ländern nicht statt.

Üblicherweise erfolgt in allen Ländern, in denen die Mitnahme von Elektromobilen gestattet ist, die Aufstellung und Sicherung analog zur Sicherung von Rollstühlen. In der Regel bedeutet dies, dass das Elektromobil auf einem definierten Rollstuhlstellplatz rückwärts zur Fahrtrichtung des Busses (oder der Bahn) mit der Rückenlehne gegen eine Prallplatte abgestellt wird. Lediglich in Nordamerika erfolgt teilweise eine Aufstellung der Elektromobile (und Rollstühle) in Fahrtrichtung. Dann kommen entsprechende Sicherungsmaßnahmen zur Anwendung, wie sie bei der Verwendung als Fahrzeugsitz in den internationalen Normen vorgegeben sind (Sicherung mit mehreren Gurten). In Kanada ist man in vielen Städten bereits dazu übergegangen, in neueren Bussen die Aufstellungsart entsprechend der europäischen Regelungen umzusetzen, da sich diese Aufstellung in vielen Praxisjahren als sicher herausgestellt hat und betriebliche Vorteile bietet (geringerer Zeitbedarf) [74]. In Nordamerika werden bei der Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung teilweise zusätzlich einfache Gurtsysteme verwendet, die vor allem bei dreirädrigen Elektromobilen eine zusätzliche Sicherheit herbeiführen soll (vgl. Kap. 6.6, S. 74).

5 Überprüfung der Erreichbarkeit des Aufstellplatzes

5.1 Grundsätzliche Feststellungen

Die Aufstellung von Elektromobilen können größere Fahrzeuglängen aufweisen, als die nach internationalen Normen festgelegten Abmessungen des Referenz-Rollstuhls, der für die Bemessung von Aufstell-, Bewegungsflächen und Durchgangsbreiten in Bussen herangezogen wird. Zudem verfügen Elektromobile – auch kurzer Bauart – konstruktionsbedingt aufgrund des relativ langen Radstands und der direkten Lenkung (vgl. Kap. 3.2) über eine im Vergleich zu Rollstühlen verminderte Manövrierfähigkeit auf engem Raum. Somit ist es – in Abhängigkeit der bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils sowie der in Bussen beschränkten Möglichkeiten bezüglich Lage und Größe des Aufstellplatzes – nicht auszuschließen, dass der Rollstuhlstellplatz gar nicht oder nur mit sehr großem Manövrieraufwand und damit Zeitaufwand erreicht werden kann. Kann der Aufstellplatz jedoch nicht erreicht werden, ist auch keine standsichere Aufstellung im Bus möglich. Weiterhin ist ein hoher Zeitbedarf nicht mit den betrieblichen Vorgaben im ÖPNV zu vereinbaren (Fahrplanstabilität).

5.2 Auswahl von Elektromobilen für Rangierversuche

Für die Rangierversuche wurden zunächst insgesamt zehn unterschiedliche Elektromobile von verschiedenen Herstellern ausgewählt (Tabelle 5). Später konnten noch mit weiteren drei Elektromobilen Fahrversuche durchgeführt werden. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass möglichst jede der Längengruppen vertreten war. Lediglich für die Gruppe 7 (Länge > 1.500 mm) konnte kein Fahr-

zeug beschafft werden²⁰. Mit Vermutung, dass eher kleinere Elektromobile für den Transport in Linienbussen geeignet seien könnten, wurden für die Fahrversuche mehrere Fahrzeuge aus diesen Gruppen ausgewählt, um die Einflüsse unterschiedlicher Fahreigenschaften (z. B. Wendekreis) abzubilden.

Tabelle 5: Übersicht über die für die Rangierversuche genutzten Elektromobile

Elektromobil	Anzahl Räder	Klasse (nach DIN EN 12184)	Längengruppe [-]	Länge [mm]	Wendekreisradius [mm]
Mobilis M 23	3	B	1	930	823
Invacare Colibri ¹⁾	4	Ohne Zuordnung ²⁾	2	1.010	1.170
Mobilis M 34	4	A	2	1.080	1.220
Mobilis M 33	3	A	2	1.090	965
Freerider Saturn ¹⁾	3	C	3	1.130	1050
Pride Colt 9	4	Ohne Zuordnung ²⁾	3	1.140	1.310
Freerider Venus ¹⁾	4	Ohne Zuordnung ²⁾	3	1.240	1.470
Mobilis M 54	4	C	4	1.280	1.480
Mobilis M 58	4	Ohne Zuordnung ²⁾	4	1.290	1.565
Mobilis M 68	4	C	4	1.290	1.565
Invacare Orion ¹⁾	4	C	4	1.290	1.470
Trendmobil President	4	C	5	1.400	2.110
Kymco Maxi 220	4	C	6	1.450	2.200
Shoprider Sprinter Deluxe	4	C	6	1.450	1.920

¹⁾ Diese vier Elektromobile wurden auch für die Rangierversuche in den Bussen verwendet (vgl. Kap. 0).

²⁾ Die Einordnung „Ohne Zuordnung“ erfolgte, wenn nicht alle Merkmale gemäß DIN EN 12184 eine Zuordnung zu einer der drei Klassen (vgl. Kap. 3.2.1) erlaubten.

5.3 Grundlegende Feststellungen für die Modellbildung

Gemäß der verbindlich zu beachtenden UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] kann eine standsichere Aufstellung eines Rollstuhls vorwärts oder rückwärts zur Fahrtrichtung des Busses erfolgen (vgl. Kap. 6).

²⁰ Bei den Rangierversuchen zeigt sich später, dass derartig große Elektromobile wegen ihrer Fahreigenschaften (Wendekreis, Wendebereich) in den Linienbussen i. d. R. nicht mehr sicher transportiert werden können, da sie den vorgesehenen Aufstellplatz nicht erreichen können. Das Fehlen dieser Gruppe hatte demnach keine Relevanz für die Ableitung von Empfehlungen.

Diesem Grundsatz folgend wurden entsprechende Rangierversuche mit Elektromobilen unterschiedlicher Größe zunächst unabhängig von der heute üblichen Aufstellpraxis bei Rollstühlen zur Überprüfung der Erreichbarkeit des Aufstellplatzes durchgeführt.

5.3.1 Fahrgastraumgestaltung in Linienbussen

Die Fahrgastraumgestaltung in den Bussen kann stark variieren. Einflüsse bestehen u. a. durch die Art des Türsystems (z. B. nach innen oder außen öffnende Türen), der Lage der Tür für den Einstieg von Rollstuhlnutzern (erste oder zweite Tür) und der gewählten Bestuhlungsvariante (z. B. Einzel- oder Doppelsitze bzw. Anzahl der Sitze). Entsprechend zahlreich variiert die Lage und Größe des Mehrzweckbereiches bzw. der Mehrzweckbereiche und damit des Rollstuhlstellplatzes.²¹ Die unterschiedliche Lage und Größe der Mehrzweckbereiche

- beschränken die Mitnahmemöglichkeiten bezüglich der Abmessungen eines Hilfsmittels und
- haben direkte Auswirkungen auf die Fahrmanöver, die erforderlich sind, um den jeweiligen Aufstellplatz mit einem Elektromobil zu erreichen.

In Deutschland liegen die Mehrzweckbereiche in den Linienbussen, in denen auch der Rollstuhlstellplatz integriert ist, meistens gegenüber der zweiten (hinteren) Einstiegstür. Es gibt aber auch Verkehrsunternehmen, bei denen der Aufstellplatz auf der rechten Seite direkt an der zweiten Tür liegt oder bei denen Mehrzweckbereiche auf beiden Seiten angeordnet sind (z. B. Berlin, Münster, vgl. Bild 16).

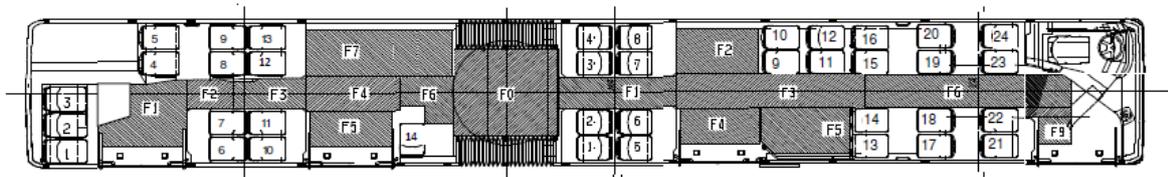


Bild 16: Grundriss eines Gelenkzuges der Stadtwerke Münster mit zwei Mehrzweckbereichen (F2, F5) an der zweiten Tür (Quelle: Stadtwerke Münster)

Bei manchen Verkehrsunternehmen verfügen die Busse über zwei unmittelbar hintereinanderliegende Mehrzweckbereiche bzw. Aufstellplätze (z. B. Hannover, vgl. Bild 17).

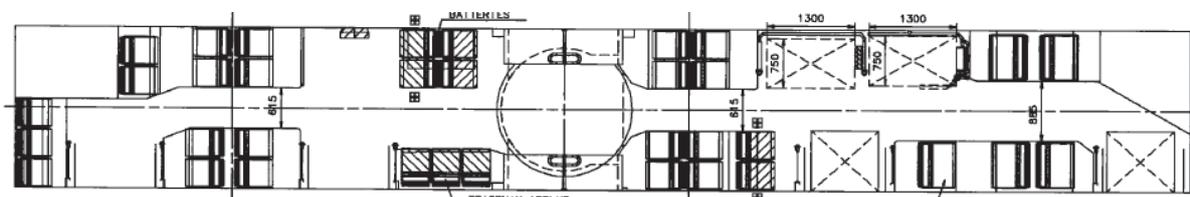


Bild 17: Grundriss eines Gelenkzuges der üstra Hannoversche Verkehrs AG mit zwei hintereinanderliegenden Mehrzweckbereichen gegenüber der Zustiegstür (Quelle: üstra AG)

In den meisten Fällen erfolgt der Zustieg in den Bus mit einem Hilfsmittel an der hinteren Tür, direkt am Mehrzweckbereich. In einigen Verkehrsunternehmen können Rollstuhlnutzer generell oder bei einem Teil der Busse aber auch an der vorderen Tür beim Fahrer zusteigen (z. B. Berlin, Hannover, Bremen). Dort ist dann ein Hublift (Bremen) oder eine Rampe vorhanden (Bild 18). Betrieblich ergibt sich dann ggf. der Nachteil, dass der Nutzer mit seinem Hilfsmittel sowohl beim Einstieg als auch

²¹ Mindestens ein Mehrzweckbereich in einem Linienbus ist mit den erforderlichen Sicherheitseinrichtungen und Ausstattungsmerkmalen für einen Rollstuhlstellplatz auszustatten.

beim Ausstieg einen größeren Teil des Gangs durchfahren muss (Bild 19). Hier kann es zu Konflikten mit stehenden Fahrgästen kommen, wenn der Bus ausgelastet ist. Im Gegensatz dazu sind die Wege bei Zu- bzw. Ausfahrt an der hinteren Tür kurz und das Konfliktpotenzial geringer.



Bild 18: Ein- und Ausstieg eines Rollstuhls an der vorderen Tür – Beispiel Hannover (Foto: Felix Küpper/HAZ)

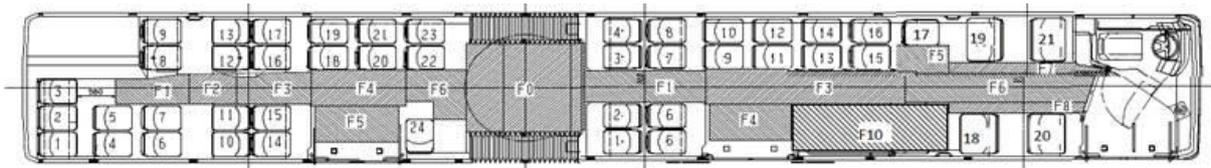


Bild 19: Fahrzeuglayout und Lage des Mehrzweckbereichs bei Vordereinstieg für Rollstühle und Elektromobile – Beispiel Bremen (Quelle: BSAG)

Die Spannweite der Größe der Aufstellfläche reicht von Mindestabmessungen nach UN/ECE Regelung (Bild 20) bis hin zu Aufstellflächen, die von der hinteren Tür bis zum vorderen Radkasten reichen (Bild 21). Dies gilt für die Anordnung auf beiden Seiten des Fahrzeugs. Weitere Variationen ergeben sich durch Anordnung einer Einzelbestuhlung gegenüber dem Mehrzweckbereich (vgl. Bild 24).



Bild 20: Beispiel für einen kleinen Mehrzweckbereich (annähernd Mindestmaße gem. UN/ECE Regelung Nr. 107, Lage gegenüber der hinteren Tür)



Bild 21: Beispiel für einen sehr großen Mehrzweckbereich in einem Linienbus (Lage gegenüber der hinteren Tür)

Die Ausweitung der Flächen ohne Sitzplätze dient der gestiegenen Nachfrage bei der Beförderung von Sachen im ÖPNV und der Erhöhung der Beförderungskapazität (mehr Stehplätze). Sie führt aber zu einem geringeren Sitzplatzangebot und steht damit in direktem Zielkonflikt zu den Anforderungen einer alternden Bevölkerung und einer steigenden Nachfrage nach sicheren Sitzplätzen und Komfort bei der Beförderung. Hier wägt jedes Verkehrsunternehmen selbst ab, welche Fahrgastraumgestaltung in den Bussen den lokalen Anforderungen am besten entspricht.

5.3.2 Modellhafte Nachbildung der Fahrgasträume in Linienbussen

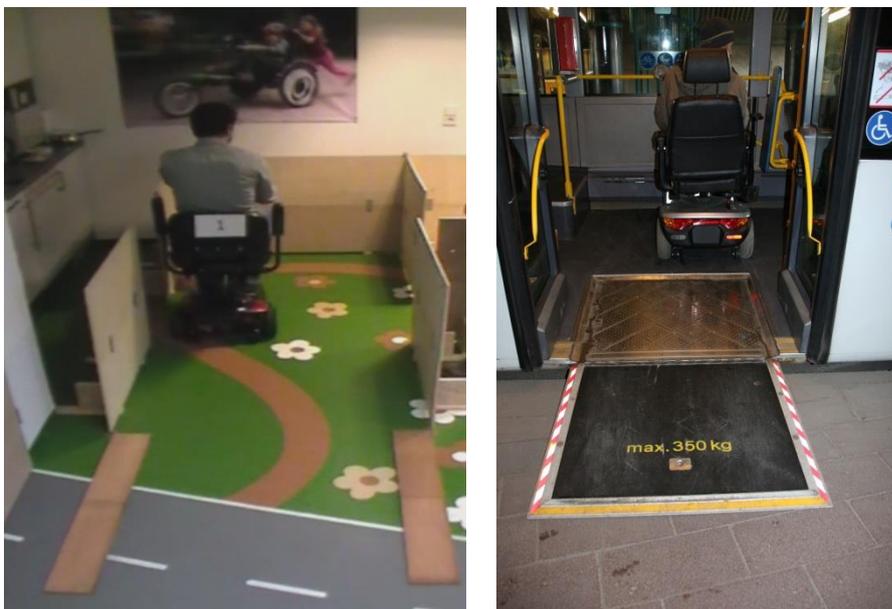
Da es eine sehr große Variantenvielfalt bei der Fahrgastraumgestaltung der Linienbusse gibt und die Beschaffung entsprechender Busse nicht möglich war, erfolgte die Nachbildung („Fußabdruck“) der Fahrgasträume für die Rangierversuche zunächst modellhaft. Anschließend fanden in ausgewählten Bussen Rangierversuche zur Evaluierung der Ergebnisse aus den Modellversuchen statt.

Eine Anforderung an das Modell war neben der Flexibilität im Aufbau die Möglichkeit des einfachen Transports. Der jeweilige „Fußabdruck“ der unterschiedlichen Fahrgasträume von Linienbussen wurde daher mit dünnen Holzplatten, die auf Standfüßen montiert waren, nachgestaltet. Dieses Vorgehen ermöglichte die schnelle und leichte Nachbildung einer Vielzahl von unterschiedlichen Fahrgasträumen (Bild 23). Dieses Vorgehen brachte zudem logistische Vorteile: statt eine Vielzahl von Elektromobilen für die Tests transportieren zu müssen, wurde das Modell dort aufgebaut, wo die Elektromobile zur Verfügung standen. Die durch die Platten markierte Umrandung stellten die Grenzen aus Fahrzeugwänden, Fahrzeugtüren (geöffnet) oder Sitzplätze dar, sodass nur die tatsächlich verfügbare Bewegungsfläche (Einfahrt im Türbereich, Mehrzweckbereich, Gang) zur Verfügung stand.

Im realen Bus können sich zwar günstigere Werte für die Rangierzüge ergeben, da evtl. weitere Bewegungsflächen unter den Sitzen mitgenutzt werden können. Diese Möglichkeit wurde allerdings für die Versuche nicht angesetzt, da sich zum einen auf den Sitzen Fahrgäste aufhalten können und zum anderen technische Einbauten (z. B. Heizung, Lüftung) die Mitnutzung dieser Flächen verhindern können. Zudem hat der Aufbau (die Höhe) des Elektromobils einen Einfluss auf die Möglichkeiten der Unterfahrbarkeit von Sitzen, sodass diese Flächen nicht generell genutzt werden können.

Die Trennwände im Einstiegsbereich wurden so gestellt, dass die lichte Breite des Einstiegs bei geöffneten Türen abgebildet werden konnte. Darüber hinaus wurde am Einstieg die Breite der Rampe nachgebildet, damit bei den Rangierversuchen im Modell nur die Fläche für den ungünstigsten Fall (Ausklappen der Rampe) zur Verfügung stand (Bild 22).

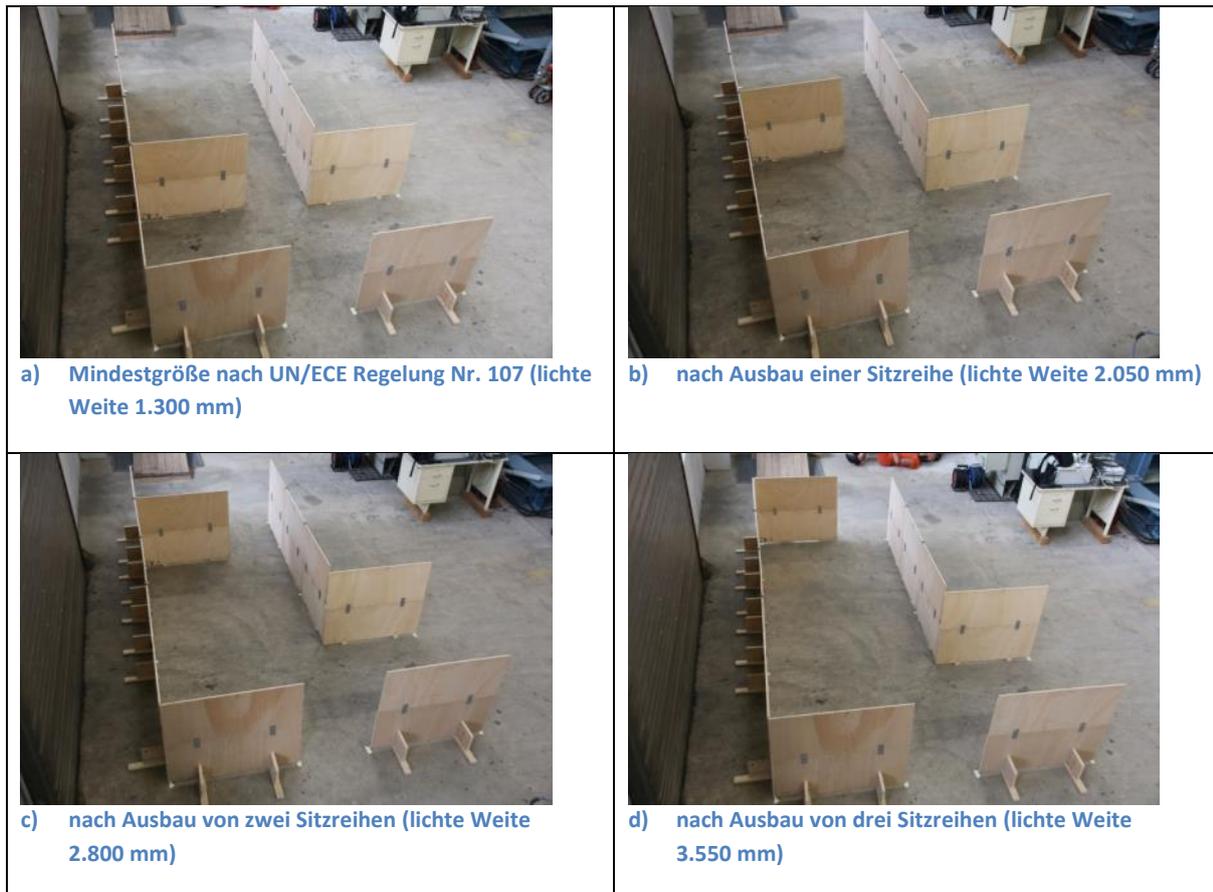
Bild 22: Verringerte Fläche bei Einfahrt in den Bus durch Nutzung der Klapprampe



a) Einengungen zur Nachbildung der Rampe b) Situation beim realen Bus

Es wurde zunächst mit dem Modell des Fahrgastraums begonnen, bei welchem der Mehrzweckbereich gegenüber der hinteren Einstiegstür liegt. Dabei wurde mit den kleinsten möglichen Abmessungen gemäß den Vorgaben der UN/ECE Nr. 107 begonnen (Bild 23a). Anschließend wurde der Mehrzweckbereich stufenweise um jeweils den Abstand einer Sitzreihe vergrößert (vgl. Bild 23b, c, d). Dies wurde solange fortgesetzt, bis (virtuell) alle Sitzreihen bis zum Radkasten entfernt waren und somit die im echten Bus konstruktiv maximal mögliche Länge für den Mehrzweckbereich erreicht war (Bild 23d). Im Modell ergab dies eine nutzbare Länge von 3.550 mm.

Bild 23: „Fußabdruck“ eines Fahrgastraums – Beispiel Lage des Mehrzweckbereichs (links) gegenüber der Tür (rechts im Bild)²²



5.4 Rangierfahrten am Modell

Die Auswahl der Elektromobile für die Rangierversuche am Fahrgastraum-Modell erfolgte primär anhand ihrer Länge, da konkrete Angaben über Wendekreisradius oder Wendebereich fehlerhaft oder nicht verfügbar waren. Die in der Marktanalyse erhobenen Elektromobile wurden in sieben Längengruppen unterteilt (vgl. Bild 7, S. 28). In der ersten Gruppe waren alle Elektromobile einbegriffen, die kürzer als 1.000 mm waren. Die folgenden Gruppen ab 1.000 mm umfassten jeweils einen Längenbereich von 100 mm (Gruppe 1 demnach 1.010 mm bis 1.100 mm usw.). Die Rangierversuche wurden dann mit dem jeweils kleinsten Elektromobil und der kleinsten Aufstellfläche startend und dann mit dem jeweils größeren Elektromobil durchgeführt, bis ein Aufstellen nicht mehr möglich war. Dann wurde die Versuchsreihe mit der nächst größeren Aufstellfläche durchgeführt.

Bei der Typenauswahl der Elektromobile spielte die Listung im Hilfsmittelverzeichnis eine untergeordnete Rolle, da das Ziel der Versuche eine Grenzwertbildung für das Verhältnis der Länge eines Elektromobils zur Größe und Lage der Aufstellfläche war. Dafür wurden Elektromobile ausgesucht, die möglichst die gesamte Spannweite der für das Rangieren relevanten Kennwerte (Länge, Wendekreisradius) umfassten. Insofern wurden im Rahmen der Versuche auch die Eigenschaften der im Hilfsmittelverzeichnis gelisteten Elektromobile abgedeckt. Das Hilfsmittelverzeichnis hat nach Auskunft des GKV zudem keinen verbindlichen, sondern nur einen empfehlenden Charakter. Somit steht zunächst der gesamte Markt der Elektromobile für eine Verordnung durch die Krankenkassen offen.

²² Elemente zur Darstellung der Rampenbreite im Türbereich hier nicht aufgebaut (s. dazu Bild 22).

Sämtliche Rangierversuche wurden protokolliert und die Versuche in Abhängigkeit ihres Erfolgs grob in vier Abstufungen bewertet:

- Aufstellung ohne besondere Rangiermanöver möglich,
- Aufstellung erfordert leichtes Rangieren (z. B. Wenden in drei Zügen, vgl. Kap. 3.2.4, Wendebereich),
- Aufstellung erfordert höheren Rangieraufwand (mehr als drei Züge, vgl. Kap. 3.2.4, Wendebereich),
- Aufstellung nicht erfolgreich, Versuch abgebrochen.

Die Rangierversuche wurden ohne Beteiligung von Nutzern mit Behinderung durchgeführt. Die Tests und Ergebnisse sollten auf objektiv messbare Kriterien reduziert werden, z. B. die Kennwerte des Hilfsmittels bzw. Wechselwirkungen mit der Fahrgastraumgestaltung (Lage und Größe des Mehrzweckbereichs).

Die Ergebnisse der Rangierversuche sind im Folgenden dargestellt.

5.4.1 Einfahrt vorwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung, Ausfahrt vorwärts

Erfolgt die Einfahrt in den Bus vorwärts, muss das Elektromobil im Bus wenden, um sich entgegen der Fahrtrichtung an der Prallplatte aufstellen zu können. Bei einer Aufstellfläche, die mit einer Länge von 1.300 mm den Mindestanforderungen gemäß UN/ECE Nr. 107 genügt und gegenüber der Einstiegstür liegt, reichten die vorhandenen Bewegungsflächen bei den Versuchen für ein Wenden im Bus in keinem Fall aus (Anhang A, Tabelle 8). Nachdem der Mehrzweckbereich durch versetzen der Platte, welche die Prallplatte simulierte²³, auf 2.050 mm vergrößert wurde, ließ sich die gewünschte Aufstellung mit drei- und vierrädigen Elektromobilen bis 1.130 mm Länge erreichen. Dies allerdings nur mit erheblichem Rangieraufwand (deutlich mehr als „Wenden in drei Zügen“).

Der Verzicht auf eine Doppelbestuhlung gegenüber der Aufstellfläche (Bild 24) bringt Vorteile für die Anfahrt des Aufstellbereiches, da die Bewegungsfläche für das Wenden vergrößert wird.

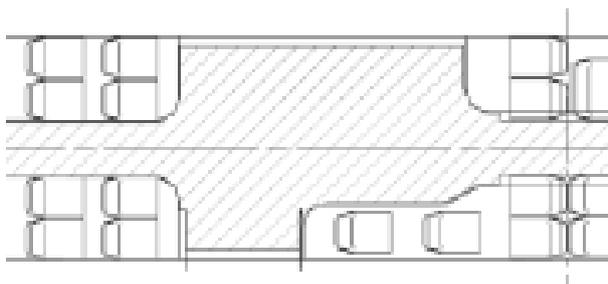


Bild 24: Erweiterte Bewegungsfläche durch Einzelbestuhlung gegenüber der Aufstellfläche (Quelle: Solaris)

Es zeigte sich bei den Tests, dass sich die Anzahl der Korrekturzüge bei vierrädigen Elektromobilen bis zu einer Länge von etwa 1.000 mm verringern lässt (Wenden in drei Zügen). Bei dreirädigen Modellen gelang das Manöver mit einem Elektromobil mit einer Länge von 1.130 mm. Hier spiegelt sich die größere Wendigkeit der dreirädigen Modelle wider. Aufgrund des grundsätzlich relativ großen Wendekreises von größeren Elektromobilen zeigten sich keine Vorteile bei diesen. Sie ließen sich

²³ Das Versetzen entspricht dem Ausbau einer Sitzreihe im Bus gemäß dem zugrunde gelegten Raster auf Basis von [12].

trotz der größeren Bewegungsfläche nur mit erheblichem Rangieraufwand (deutlich mehr als drei Züge) und teils durch Mitbenutzung der Flächen im Türbereich (Rampenkassette) wenden und anschließend entgegen der Fahrtrichtung an der Prallplatte aufstellen.

Bei Anordnung der Aufstellfläche auf der rechten Seite des Busses ergaben sich bereits bei Ausführung des Mehrzweckbereichs mit der Mindestgröße von 1.300 mm leichte Vorteile beim Rangieren gegenüber der Variante mit Anordnung der Aufstellfläche gegenüber der Zustiegstür. Dies zeigte sich in den Tests allerdings nur bei Elektromobilen bis 1.010 mm Länge (Anhang, Tabelle 12). Hier kann mit wenigen Zügen die Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung erfolgen. Bei Elektromobilen ab einer Länge von 1.130 mm reichten die Bewegungsflächen allerdings nicht mehr aus, um die Aufstellfläche wie vorgesehen anzufahren. Die Vorteile bei der Lage des Aufstellbereichs auf der rechten Seite sind dadurch bedingt, dass sich zusammen mit dem neben liegenden Gang insgesamt eine größere nutzbare Bewegungsfläche ergibt und diese bei dem erforderlichen Fahrmanöver (Einfahrt in den Bus mit Bogenfahrt nach rechts) auch besser ausgenutzt werden kann.

Eine noch größere Hilfestellung beim Fahrmanöver „Einfahrt vorwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung und Ausfahrt vorwärts“ ergab sich durch die Anordnung zweier Aufstellbereiche durch Kombination der zuvor genannten Fälle: einem Mehrzweckbereich gegenüber der Einstiegstür sowie einer Aufstellfläche auf der in Fahrtrichtung des Busses rechten Fahrzeugseite (Bild 31). In den Versuchen zeigte sich, dass die Anordnung eines kleinen Mehrzweckbereichs gegenüber der Einstiegstür bereits ausreicht, um die Anfahrt des Rollstuhlplatzes zu vereinfachen. Zunächst wurde vorwärts in den Bereich gegenüber der Tür eingefahren, um anschließend rückwärts an die Prallplatte am Rollstuhlplatz zu setzen. Mit dieser Anordnung konnten Elektromobile bis 1.290 mm Länge bereits bei Mindestmaßen des Rollstuhlplatzes von 1.300 mm ohne zusätzliches Rangieren wie vorgesehen aufgestellt werden (Anhang, Tabelle 16). Mit zunehmender Länge eines Elektromobils über die 1.290 mm hinaus und damit in der Regel auch zunehmendem Wendekreis reicht die Breite des Busses immer weniger aus, um das Manöver durchführen zu können. Probleme ergeben sich dann einerseits beim Rückwärtsrangieren zur Aufstellfläche, sodass bereits Korrekturzüge erforderlich werden. Andererseits vor allem bei der Ausfahrt vorwärts durch die Tür, da ein enger Bogen gefahren werden muss und der Platz zum Ausholen bei der Bogenfahrt begrenzt ist (Anhang, Tabelle 15).

5.4.2 Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, wenden, Ausfahrt vorwärts

Alternativ zur Aufstellung des Elektromobils entgegen der Fahrtrichtung des Busses ist gemäß UN/ECE Nr. 107 eine Aufstellung des Elektromobils in Fahrtrichtung möglich. Da die Rangierversuche unabhängig von der Frage nach einer adäquaten Sicherung des Hilfsmittels und des Nutzers erfolgten, wurden auch diese Versuche durchgeführt, um Erkenntnisse über die Manövrierfähigkeit unter verschiedenen Randbedingungen zu erhalten und diese für zukünftige Empfehlungen nutzen zu können. Die Rückhaltesysteme in den Stadtbussen sind für diese Art der Aufstellung derzeit allerdings nicht entsprechend der Anforderungen aus den einschlägigen Rechtsvorschriften ausgestattet (vgl. Kap. 6).

Bei Lage der Aufstellfläche gegenüber der Einstiegstür gestattete ein gemäß Mindestanforderungen nach UN/ECE Nr. 107 [12] gestalteter Mehrzweckbereich mit einer Länge von 1.300 mm nur eine Aufstellung kleinster Elektromobile (im Test bis 1.090 mm Länge), da im Bus gewendet werden muss (Anhang, Tabelle 9). Es zeigte sich jedoch auch, dass nicht alle kurzen Elektromobile – in Abhängigkeit vom jeweiligen Wendekreis – die Aufstellfläche erreichen können. Eine Verlängerung des Mehrzweckbereichs auf 2.050 mm brachte nur wenige Vorteile. Elektromobile bis 1.140 mm konnten so-

fort oder mit wenigen Rangierzügen an den Aufstellplatz rangiert werden. Eine weitere Verlängerung der Aufstellfläche bis auf 3.550 mm ermöglichte die Aufstellung mit Elektromobilen bis 1.290 mm Länge. Darüber hinaus war trotz maximaler Größe der Aufstellfläche keine Anfahrt mehr möglich, da sich auch hier zeigte, dass Zwangspunkte beim Ausfahren aus dem Bus eher im Bereich der Tür liegen (vgl. Bild 27).

Bei Anordnung des Mehrzweckbereichs auf der rechten Fahrzeugseite ließen sich in den Versuchen Elektromobile bis zu einer Länge von 1.290 mm vorwärts an die Prallplatte stellen (Anhang, Tabelle 13). Bei einzelnen Versuchen mit Elektromobilen in dieser Größengruppe wurden bereits Korrekturzüge beim Wenden im Bus erforderlich. Mit längeren Elektromobilen (im Test ab einer Länge von 1.400 mm) war der Mehrzweckbereich auch bei Verlängerung des Aufstellbereichs auf 1.500 mm und darüber nur mit einem hohen Rangieraufwand zu erreichen. Zwangspunkte lagen auch hier vor allem im Türbereich.

Bei der Aufstellung vorwärts an der Prallplatte ist zudem festzuhalten, dass die Abstützung des Elektromobils an der Rückhalteeinrichtung an nachgiebigen Bauteilen erfolgt. Zunächst können z. B. Kunststoffabdeckungen des Elektromobils oder Zubehörteile wie ein Einkaufskorb an der Lenksäule verhindern, dass kraftschlüssig an die Prallplatte gefahren werden kann (vgl. Bild 25).



Bild 25: Berührung der vorderen Abdeckung des Elektromobils an den unteren Verbindungsstangen des Rückhaltesystems bei der Aufstellung in Fahrrichtung des Busses

Selbst bei einem direkten Kontakt der Lenksäule mit der Prallplatte kann nicht garantiert werden, dass die über die Prallplatte in die Lenksäule eingebrachten Kräfte, z. B. bei einem Bremsmanöver des Busses, sicher und ohne Bauteilverformungen übertragen werden. Die Kräfte können im Fahrbetrieb bereits 0,6 g bis 0,8 g betragen und bei einem Unfall bis auf 3 g anwachsen [14]. Die Bauteilstabilität ist bisher nicht überprüft worden und war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Die Lenksäule der Elektromobile verfügt über ein Gelenk, mit welchem sich bei einigen Elektromobilen die Lenksäule (z. B. für einen einfacheren Transport) umlegen lässt. Die Arretierung erfolgt in der Regel über einen Spannhebel. Die Hersteller von Elektromobilen raten aufgrund fehlender Nachweise von dieser Art der Abstützung grundsätzlich ab.

5.4.3 Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt rückwärts

Erfolgte die Aufstellung vorwärts bei Einfahrt in den Bus vorwärts und Ausfahrt aus dem Bus rückwärts, war bei Ausführung des Aufstellbereiches gemäß Mindestanforderungen nur eine Anfahrt mit einigen kurzen Elektromobilen (bis 1.090 mm) möglich (Anhang, Tabelle 10). Abhängig vom Wendekreis konnte es sein, dass auch kurze Elektromobile (im Test ein Elektromobil mit einer Länge von 1.080 mm) den Aufstellplatz nicht erreichen konnten.

Bei der Variante der Aufstellfläche mit einer Länge von 2.050 mm vereinfachte sich die Aufstellung für die kürzeren Elektromobile und es ließen sich sogar Hilfsmittel bis 1.290 mm an den Stellplatz manövrieren. Ab einer Länge der Hilfsmittel von 1.280 mm gelang dies bei den Versuchen allerdings nur mit erheblichem Rangieraufwand.

Nachdem der Aufstellbereich auf 2.800 mm vergrößert wurde, verbesserte sich die Anfahrbarkeit für größere Elektromobile mit einer Länge ab 1.290 mm. Für Elektromobile ab einer Länge von 1.400 mm war dann vor allem wegen des großen Wendekreises eine Vergrößerung der Aufstellfläche auf eine Länge von 3.550 mm erforderlich, damit diese den Aufstellplatz ohne zusätzliche Rangiermanöver erreichen konnten. Zwangspunkte beim Rangieren liegen auch hier häufig im Bereich der Tür. Gerade die Ausfahrt rückwärts erfordert sehr viel Präzision, um zusätzliches Rangieren zu vermeiden.

Bei Anordnung des Mehrzweckbereichs auf der rechten Seite konnten Elektromobile mit einer Länge bis 1.290 mm (Anhang, Tabelle 14) ohne Schwierigkeiten aufgestellt werden. Allerdings zeigten die Versuche, dass in dieser Größenklasse der Wendekreis an Bedeutung gewinnt und ggf. mit einigen Modellen Korrekturzüge erforderlich werden können. Eine Verlängerung der Aufstellfläche brachte für die Elektromobile ab einer Länge von 1.400 mm keine weiteren Vorteile, da Zwangspunkte wiederum vor allem im Bereich der Tür lagen. Dies war bedingt durch die erforderliche Bogenfahrt, die mit zunehmender Größe des Wendekreises schwieriger durchzuführen war, ohne Korrekturzüge vornehmen zu müssen (Abbiegen von der Aufstellfläche zur Tür bzw. Rangieren im Türbereich und dort Anstoßen mit dem Elektromobil beispielsweise an die dort vorhandenen Podeste, vgl. Bild 27).

5.4.4 Einfahrt rückwärts, Aufstellung entgegen der Fahrrichtung, Ausfahrt vorwärts

Als weitere Variante, den vorgesehenen Aufstellplatz zu erreichen und sich dort entgegen der Fahrrichtung aufzustellen, besteht die Möglichkeit, rückwärts in den Bus einzufahren und den Bus vorwärtsfahrend zu verlassen.

Bei Anordnung des Aufstellplatzes gegenüber der Einstiegstür und einer Aufstellfläche, die den Mindestanforderungen gemäß UN/ECE Nr. 107 [12] genügte, gelang die Aufstellung bereits mit Elektromobilen bis 1090 mm Länge (Anhang, Tabelle 11). Es zeigte sich, dass u. U. (je nach Wendekreis des Elektromobils) wenige Korrekturzüge (= bis zu maximal drei Zügen) erforderlich werden können, um gerade an der Prallplatte zum Stehen zu kommen. Wurde der Aufstellbereich auf 2.050 mm Länge vergrößert, ließen sich die Elektromobile unabhängig von ihrer Länge und ihrem Wendekreis in der gewünschten Form aufstellen. Bei sehr langen Elektromobilen ab einer Länge von 1.400 mm wurden wenige Korrekturzüge erforderlich. Nach Verzicht auf eine weitere Sitzreihe und Verlängerung des Mehrzweckbereichs auf 2.800 mm gelang die Aufstellung mit allen getesteten Elektromobilen ohne Einschränkungen.

Bei einer Anordnung des Aufstellbereichs auf der rechten Fahrzeugseite und einer kurzen Ausführung (Länge 1.500 mm) ließen sich die im Test verwendeten Elektromobile bis 1.290 mm Länge aufzustel-

len (Anhang, Tabelle 15); bei den längeren Modellen waren wenige Rangierzüge erforderlich, um gerade auf dem Aufstellplatz zum Stehen zu kommen. Zwangspunkte liegen hier bei der Fahrt von der Rampe um die Ecke zur Aufstellfläche. Bei größeren Wendekreisen der Elektromobile gelang dies nicht in einem Zug, da bei der Kurvenfahrt dann ein größerer Bogen über den Gang gefahren werden muss bzw. wird – wie bei der Einfahrt – ein Korrekturzug erforderlich, um die Ausfahrt durch die Tür (Rampe) möglichst gerade durchführen zu können. Bei Verlängerung des Mehrzweckbereichs auf 2.250 mm verbesserte sich die Anfahrt auch für diese Elektromobile. Hier war bei einer Länge eines Elektromobils ab 1.290 mm aber die maximale Länge für eine ordentliche Aufstellung erreicht, da größere Elektromobile (im Test 1.400 mm und länger) wegen ihres größeren Wendekreises nicht den engen Bogen vom Aufstellplatz durch die Tür ohne eine große Anzahl an Korrekturzügen fahren konnten. Aufstellbereiche mit einer Länge von 2.250 mm hatten somit gegenüber einer Aufstellfläche mit 1.500 mm den Vorteil, dass die Anfahrt für Elektromobile zwischen etwa 1.200 mm und 1.300 mm vereinfacht wurde. Dies war dadurch gegeben, dass beim Zurücksetzen unmittelbar die gerade Position erreicht wurde.

5.4.5 Sonderfall: Einfahrt an der 1. Tür und Ausfahrt an der 2. Tür

Eine alternative Möglichkeit, eine einfache Anfahrt des Aufstellplatzes (Mehrzweckbereiches) durch Elektromobile zu ermöglichen, bietet sich durch die Variante mit Einfahrt an der ersten Tür beim Fahrer und Ausfahrt an der zweiten Tür. Hierzu wurden allerdings keine Rangierversuche durchgeführt, da es sich um einen Sonderfall mit nur wenigen Anwendungsfällen in der Praxis handelt.²⁴ Diese Lösung bedürfte allerdings erheblicher Umbauten in den vorhandenen Bussen und käme somit vor allem für Neufahrzeuge in Betracht. Sie hätte allerdings größere Auswirkungen auf die zukünftige Gestaltung von Fahrgasträumen und größere betriebliche Nachteile:

- Es würden Einstiegshilfen an beiden Türen erforderlich.
- Es wird eine Durchfahrt vom Einstieg bis zum Aufstellplatz erforderlich.
 - Die Durchgangsbreite im Gang vom Einstieg bis zum Aufstellplatz müsste in einer für die Durchfahrt von Elektromobilen geeigneten Breite angelegt werden. Damit müssten zusätzliche Sitzplätze entfallen.
 - Sobald Gepäck oder Fahrgäste im Durchgang stehen, wird dieser in der Durchgangsbreite eingeschränkt und es kann zu Nutzungskonflikten kommen. Die Wahrscheinlichkeit von Konflikten nimmt mit steigender Auslastung des Busses zu, bis zu einer Blockade der Durchfahrt, womit der Aufstellplatz nicht mehr genutzt werden kann.

Insgesamt birgt diese Lösung somit zu viele Nachteile und Unsicherheiten für einen verlässlichen Betrieb in der Praxis, sodass sie nicht für eine generelle Umsetzung empfohlen werden kann, sondern einen Sonderfall darstellt.

Für die Nutzer ergeben sich grundsätzlich Vorteile, da das Elektromobil ausschließlich in Vorwärtsrichtung bewegt werden müsste. Dies ist für die Nutzer in der Regel einfach zu bewerkstelligen.

²⁴ Die Einfahrt vorne für Rollstühle wird in Bremen und teilweise in Hannover praktiziert, früher auch in Berlin.

5.5 Rangierfahrten in Linienbussen

Im Anschluss an die Versuche am Modell wurden mit vier ausgewählten Elektromobilen (vgl. Tabelle 6) Rangierversuche an vier Linienbussen mit unterschiedlicher Fahrgastraumgestaltung und Größe des Mehrzweckbereichs durchgeführt (Tabelle 7). Mit den Versuchen in den Bussen sollten die Ergebnisse aus den Modellversuchen überprüft werden und ggf. weitere Erkenntnisse gesammelt werden (z. B. über Zwangspunkte). Daher wurde keine Vollerhebung umgesetzt, sondern es wurden überwiegend die Fahrversuche „Einfahrt vorwärts, vorwärts aufstellen, rückwärts setzen, vorwärts raus“ sowie „Einfahrt rückwärts, Ausfahrt vorwärts“ durchgeführt. In Einzelfällen wurden weitere Rangierversuche gefahren. Mit diesen Manövern konnten alle relevanten Fahrkurven im Fahrzeug abgedeckt werden.

Tabelle 6: Übersicht über die für die Rangierversuche in den Bussen genutzten Elektromobile

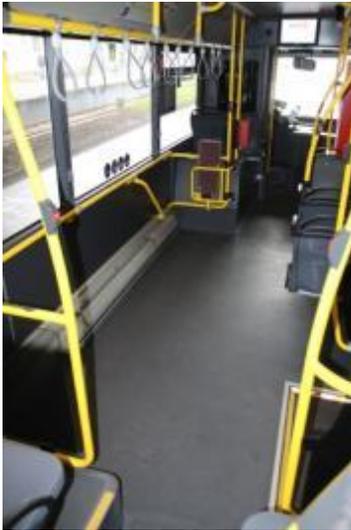
Elektromobil	Anzahl Räder	Klasse (nach DIN EN 12184)	Längengruppe [-]	Länge [mm]	Wendekreisradius [mm]
Invacare Colibri	4	Ohne Zuordnung ¹⁾	2	1.010	1.170
Freerider Saturn	3	C	3	1.130	1.050
Freerider Venus	4	Ohne Zuordnung ¹⁾	3	1.240	1.470
Invacare Orion	4	C	4	1.290	1.470

¹⁾ Die Einordnung „Ohne Zuordnung“ erfolgte, wenn nicht alle Merkmale gemäß DIN EN 12184 eine Zuordnung zu einer der drei Klassen (vgl. Kap. 3.2.1) erlaubten.

Die Rangierversuche an den Bussen bestätigten die Erkenntnisse aus den Rangierversuchen an den Modellen. Bei der kleinsten Aufstellfläche im Testfeld (Länge ca. 1.420 mm) ließ sich der Aufstellplatz mit dem kleinsten Elektromobil im Testfeld (Länge 1.010 mm) sowie dem dreirädrigen Elektromobil in beiden Testfällen einfach erreichen. Mit den beiden vierrädrigen Elektromobilen mit einer Länge von 1.240 mm bzw. 1.290 mm war lediglich die Einfahrt rückwärts möglich, um sich in Längsrichtung am Rollstuhlstellplatz aufstellen zu können. Dabei wurden allerdings erhebliche Rangiermanöver und eine hohe Fahrgenauigkeit erforderlich.

Im dritten Bus mit einer Aufstellfläche mit einer Länge von 1.900 mm wurde das Rückwärtsanfahren und Aufstellen mit den großen Elektromobilen bereits deutlich vereinfacht und war mit geringem Rangieraufwand möglich. Das Vorwärtsanfahren und Aufstellen scheiterte mit dem größten Elektromobil im Testfeld (Länge 1.290 mm). Mit dem zweitgrößten Elektromobil (Länge 1.240 mm) gelang die Aufstellung mit größerem Rangieraufwand.

Tabelle 7: Länge und Gestaltung des Mehrzweckbereichs in den getesteten Bussen

Bus 1	Bus 2
Lichte Weite 1.420 mm	Lichte Weite 1.900 mm
	
Bus 3	Bus 4
Lichte Weite 3.370 mm	Lichte Weite 3.800 mm (ohne Berücksichtigung der senkrechten Haltestange)
	

Im dritten Bus (Länge der Aufstellfläche 3.370 mm) wurden die Versuche nur noch mit den beiden größten Elektromobilen (Länge 1.240 mm und 1.290 mm) durchgeführt, da nur bei diesen Schwierigkeiten bei den kleineren Aufstellflächen auftraten. Bei den Rangierversuchen konnte die Aufstellung an der Prallplatte ohne größere Probleme und praktisch ohne zusätzliche Rangierzüge erfolgen.

Auch im vierten Bus (Länge der Aufstellfläche 3.800 mm) gab es mit den größeren Elektromobilen (Länge 1.240 mm und 1.290 mm) grundsätzlich keine Probleme bei der Anfahrt der vorgesehenen Aufstellfläche. In der Nähe der Tür war allerdings eine Haltestange montiert. Dadurch wurde das Rangieren in diesem Bereich erschwert. Gerade bei der Anfahrt rückwärts wurde eine hohe Fahrpräzision erforderlich, um zwischen Tür und Haltestange hindurch zu manövrieren (Bild 26). Ob die Haltestange an dieser Stelle notwendig ist, konnte nicht geklärt werden. Die UN/ECE Nr. 107 schreibt für stehende Fahrgäste eine ausreichende Zahl von Haltestangen oder Haltegriffen vor, die in einem definierten Radius von einem Aufstellungsort aus zu erreichen sind (Nr. 7.11.2.1 der Regelung). Bei größeren Mehrzweckbereichen kann aufgrund des Wegfalls von Sitzreihen, die in der Regel über Haltegriffen an den Sitzen zusätzlich Festhaltungsmöglichkeiten bieten, der geforderte Radius durch die übrigen Haltemöglichkeiten möglicherweise nicht mehr erreicht werden und es können zusätzlich Hal-

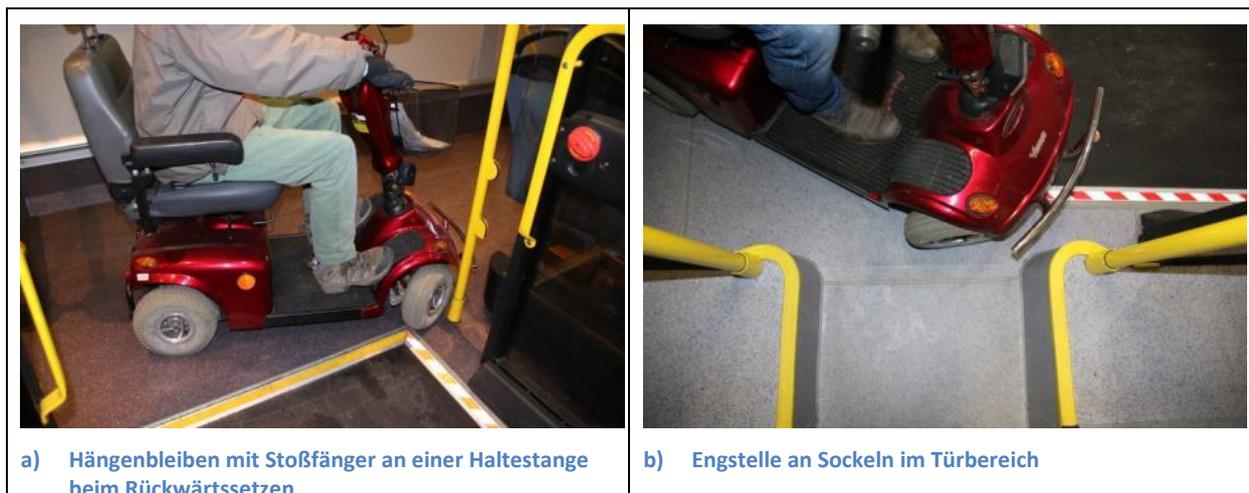
testangen erforderlich werden. Bei der Fahrgastraumgestaltung sollte soweit wie möglich darauf geachtet werden, dass die Erfüllung der Anforderungen der UN/ECE Nr. 107 bezüglich der Festhaltungsmöglichkeiten nicht zu einer Verschlechterung der Zugänglichkeit für Fahrgäste mit Hilfsmittel oder Kinderwagen führt.



Bild 26: Behinderung der rückwärts gerichteten Rangierfahrt durch eine senkrechte Haltestange im Bereich der zweiten Tür eines Linienbusses

Insgesamt zeigte sich bei den Fahrversuchen an den realen Bussen, dass gerade mit längeren Elektromobilen (Länge ab ca. 1.240 mm) bzw. Elektromobilen mit größerem Wendekreis Zwangspunkte bei der Ein- und Ausfahrt im Türbereich bestehen können (Bild 27). Hier kann es erforderlich werden, Korrekturzüge beim Rangieren zu tätigen.

Bild 27: Mögliche Zwangspunkte beim Rangieren im Türbereich



a) Hängenbleiben mit Stoßfänger an einer Haltestange beim Rückwärtssetzen

b) Engstelle an Sockeln im Türbereich

5.6 Einstiegshilfen

Unter den heutigen Rahmenbedingungen ist für Elektromobile ohne die Verwendung von Einstiegshilfen in der Regel keine stufen- und schwellenlose Zufahrt in den Bus möglich. Daher ist für die Nut-

zung des ÖPNV die Befahrbarkeit fahrzeugseitigen Einstiegshilfen entscheidend. Bei einem Hublift, der in Deutschland im Stadtbusverkehr nur in Ausnahmefällen (z. B. Bremen) zum Einsatz kommt, definiert die Größe der Aufstellfläche der Liftplattform die möglichen Abmessungen für die Mitnahme eines Hilfsmittels. Die Plattform des Hublifts in Bremen hat beispielsweise in ausgefahrenem Zustand eine Breite von 880 mm und eine Länge von 1.400 mm.

5.6.1 Rampenneigung

In der überwiegenden Mehrzahl der Linienbusse in Deutschland kommt eine manuelle Klapprampe, in der Regel an der hinteren (zweiten) Tür, zum Einsatz (Bild 28). Sie hat sich in der Praxis durch hohe Verfügbarkeit bewährt. Entscheidend für die Befahrbarkeit der Rampe ist zum einen die Tragfähigkeit, zum anderen spielt der Neigungswinkel eine Rolle. Je steiler die Rampe ist, desto spitzer werden die Winkel an den Rampenenden am Übergang zur Fahrbahn und bei der Einfahrt in den Bus. In Abhängigkeit vom Radstand und der Bodenfreiheit eines Hilfsmittels kann es hier evtl. zu Schwierigkeiten bei der Überfahrt an den Knickpunkten kommen. Weiterhin spielt der Neigungswinkel eine Rolle im Zusammenhang mit der Leistung eines Elektromobils (zulässig zu befahrende Steigung bzw. zu befahrendes Gefälle).



Bild 28: Manuelle Klapprampe mit einer maximalen Tragfähigkeit von 350 kg

Während der Tests mit den realen Bussen wurden beim Überfahren der Rampe keinerlei Schwierigkeiten festgestellt. Die Versuche wurden an einer Haltestelle mit einem 18 cm hohen Bord durchgeführt. Durch das einseitige Absenken des Busses ergaben sich Rampenneigungen von ca. 8-10 %.

Für die im Rahmen der Marktanalyse erhobenen Elektromobile wurde eine rechnerische Überprüfung bezüglich der Befahrbarkeit einer Klapprampe durchgeführt. Dafür wurden eine Bordhöhe von 16 cm sowie eine Einstiegshöhe (nach Absenken) von 27 cm angenommen. Die Rampenlänge wurde mit 900 mm angenommen. Somit ergab sich eine Rampenneigung von ca. 12 %, die auch dem in der UN/ECE Nr. 107 geforderten Maximum bei Anlegen einer Rampe mit 1.000 mm Länge auf einen Bord von 150 mm Höhe entspricht. Mit den Parametern Radstand, Länge und Bodenfreiheit wurde die Überfahrbarkeit des Rampenknicks (an den Klappscharnieren) überprüft. Es zeigte sich, dass unter Anwendung dieser Kombination aus Maximalwerten (ungünstiger Fall) wenige Elektromobile keine

ausreichende Bodenfreiheit besitzen. Hier handelt es sich i. d. R. um sehr kleine Elektromobile der Klasse A nach DIN 12184, die üblicherweise nur für den Innenbereich eingesetzt werden sollen.

Als „Extremfall“ wurde eine Überfahrt mit einem Elektromobil über eine Rampe beim Einstieg von Fahrbahnniveau bei abgesenktem Bus simuliert (Rampenneigung ca. 30 %). Bei dem verwendeten Elektromobil handelte es sich um das Modell Freerider Saturn, ein Elektromobil der Klasse C mit 90 mm Bodenfreiheit. Bei der Ausfahrt aus dem Bus wurde der Rampenknicke ohne Probleme überfahren (Bild 29).



Bild 29: Rampenüberfahrt bei Einstieg von Fahrbahnniveau (Bus einseitig abgesenkt)

Die Berechnungen und Versuche haben gezeigt, dass das Befahren der Rampe mit den Elektromobilen ab einer Bodenfreiheit von mindestens 60 mm (Klasse B) und beim Einstieg vom Bordstein aus i. d. R. ohne Aufsetzen des Elektromobils möglich sein sollte.

5.6.2 Tragfähigkeit

Die UN/ECE Regelung Nr. 107 fordert im Rahmen der Zulassung von Linienbussen eine Tragfähigkeit einer Rampe von mindestens 300 kg (Nr. 3.11.4.1.5 der Regelung). Die Tragfähigkeit der in den Linienbussen eingesetzten Rampen beträgt heute teilweise bereits 350 kg (vgl. Bild 28). Bei älteren Bussen kann die Tragfähigkeit allerdings noch auf 250 kg begrenzt sein.

Mit Blick auf die verbindlich vorgeschriebenen Festlegungen sollte der Transport von Elektromobilen grundsätzlich möglich sein, wenn diese ein Gesamtgewicht (Hilfsmittel inklusive Zuladung) von 300 kg nicht überschreiten. Im Einzelfall sollte den Verkehrsunternehmen aber – insbesondere bei der Notwendigkeit eines Abweichens nach unten – eine Entscheidung unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse überlassen werden.

5.6.3 Weitere Hinweise

Als problematisch bei den Versuchen stellte sich die Nutzung der Klapprampe dar, wenn die Aussparung, die dem Verstauen der Rampe dient, nur mit Metall ausgeschlagen ist (vgl. Bild 28). Die Metalloberfläche war zwar mit Noppen versehen, um die Rauigkeit zu erhöhen. Dennoch war bei der Einfahrt in den Bus mehrfach ein Anschieben der Elektromobile erforderlich, da aufgrund des feuchten Wetters und dadurch bedingten Feuchtigkeitseintrag die Haftreibung zwischen Antriebsrad und Metalloberfläche reduziert war. In der Folge drehten die Antriebsräder öfter durch. Bei dem Bus handelte es sich um ein ca. 10 Jahre altes Fahrzeug. Es sollte darauf geachtet werden, dass Kassetten neuer Busse immer mit einem rutschhemmenden Material (wie das auf der Klapprampe verwendete) aus-

geschlagen werden. Bei vielen Verkehrsunternehmen wird dies allerdings bereits seit einigen Jahren berücksichtigt.

5.7 Fazit und Empfehlungen

Eine Aufstellung von Elektromobilen quer zur Fahrtrichtung des Busses scheidet aus Gründen der Transportsicherheit aus (vgl. Kap. 1). Um die Anforderungen an einen gesicherten Transport erfüllen zu können, muss daher – zunächst unabhängig von den zu ergreifenden Sicherungsmaßnahmen (Rückhaltesysteme) – eine Längsaufstellung eines Elektromobils am vorgesehenen Rollstuhlaufstellplatz möglich sein. Zur Überprüfung der Erfüllung dieser Anforderung, wurden Rangierversuche mit unterschiedlich großen Elektromobilen an modellhaften Nachbildungen von Fahrgasträumen sowie in realen Bussen durchgeführt.

Grundsätzlich lässt sich aufgrund der durchgeführten Versuche und Messungen feststellen, dass mit Elektromobilen der vorgesehene Aufstellplatz in Linienbussen erreicht werden kann. Die Erreichbarkeit ist naturgemäß abhängig von den bauartbedingten Eigenschaften des Elektromobils (vor allem von Länge und Wenderadius) sowie den Voraussetzungen im Bus, die durch die Lage und Größe des vorgesehenen Aufstellbereichs sowie die für die Zu- und Ausfahrt festgelegte Tür bestimmt werden. Es wurde nach Lösungen gesucht, die den Transport von Elektromobilen mit einer Länge von deutlich mehr als 1.000 mm ermöglichen, da diese Längenbeschränkung praktisch einen Vollausschluss zur Folge gehabt hätte. Bei den sehr kurzen Elektromobilen gibt es kaum Modelle, die gemäß DIN EN 12184 für die Verwendung im Außenbereich als geeignet eingestuft werden (vgl. Kap. 3.2.1). Auf der anderen Seite fanden betriebliche Interessen der Verkehrsunternehmen ihren Eingang in die Bewertung, indem das Erreichen des Aufstellplatzes unmittelbar oder mit geringem Manövrieraufwand möglich war.

Die Versuche im Rahmen dieser Untersuchung haben gezeigt: Mehrzweckbereiche mit der nach einschlägigen Rechtsvorschriften geforderten Mindestgröße von 1.300 mm sind für den überwiegenden Anteil der derzeit am Markt verfügbaren Elektromobile nicht nutzbar. Nur kleine und wendige Elektromobile bis zu einer Länge von ca. 1.000 mm oder dreirädrige Modelle können derart kleine Aufstellbereiche in der gewünschten Form anfahren. Diese Elektromobile sind jedoch entweder nicht straßentauglich (Klasse A nach DIN EN 12184, vgl. Kap. 3.2.1) oder sind derzeit nicht sicher zu transportieren (dreirädrige Modelle, vgl. Kap. 6.5).

Die Versuche haben weiterhin ergeben, dass bei einem Mehrzweckbereich mit einer lichten Weite von bereits 2.050 mm in der Längsausdehnung (vgl. Bild 30) für Elektromobile bis zu einer Länge von ca. 1.300 mm die Anfahrt zum vorgesehenen Aufstellplatz mit geringem Manövrieraufwand möglich ist. Allerdings muss dafür gerade bei größeren Elektromobilen die Einfahrt in den Bus in der Regel rückwärts erfolgen, wenn eine Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung des Busses an der Prallplatte erfolgen soll, da ein Wenden im Bus nur für kleinere und wendige Elektromobile (bis ca. 1.000 mm) möglich ist²⁵. Eine Aufweitung der Bewegungsfläche durch Verzicht auf eine Doppelbestuhlung im Bereich gegenüber dem Aufstellplatz kann das Wenden im Bus erleichtern (geringerer Rangieraufwand), sodass ggf. für eine größere Anzahl an Elektromobilen in Abhängigkeit vom jeweiligen Wenderadius eine Einfahrt vorwärts möglich wird.

²⁵ Bei einer Doppelbestuhlung gegenüber des Mehrzweckbereichs steht eine Fläche mit einer Breite von ca. 1.350 mm (Aufstellbereich zzgl. Gang) zur Verfügung. Ein Elektromobil dürfte demnach maximal einen Wendebereich in dieser Größenordnung haben, um das Wendemanöver in einer Bewegung durchführen zu können. Der Wendebereich von Elektromobilen ist grundsätzlich größer.

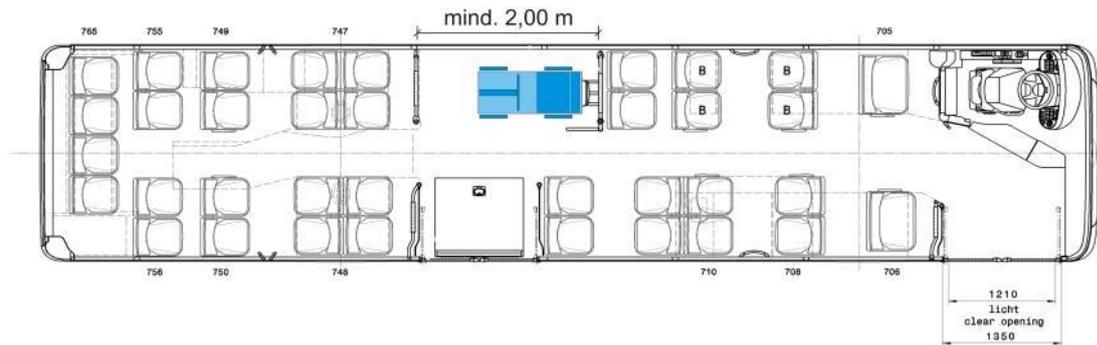


Bild 30: Mehrzweckbereich mit einer lichten Weite von 2.000 mm mit Elektromobil in Längsaufstellung entgegen der Fahrrichtung (Quelle: MAN, eigene Ergänzungen)

Bei einer vorwärts gerichteten Einfahrt in den Bus gelang die Längsaufstellung bei einer Aufstellfläche von 2.050 mm nur mit Elektromobilen bis 1.090 mm Länge. Dabei ergaben sich bereits – je nach Wenderadius – Schwierigkeiten bei der Anfahrt. Erst mit einer Aufstellfläche von 2.800 mm Länge ließen sich Elektromobile bis 1.290 mm vorwärts in Längsrichtung positionieren.

Neben den Erkenntnissen bezüglich der erforderlichen Abmessungen des Aufstellbereichs zeigten die Versuche auch, dass selbst bei sehr großen (langen) Aufstellbereichen der Anfahrt mit großen Elektromobilen Grenzen gesetzt sind. Dies liegt an den räumlich beengten Verhältnissen im Linienbus. Hier kommt es vor allem im Bereich der Tür zu Schwierigkeiten beim Manövrieren, wenn die Länge bzw. der Wendekreis des Elektromobils einen bestimmten Wert überschreitet. Die Marktanalyse zeigte, dass bei Elektromobilen kein sicherer Zusammenhang zwischen Länge und Wendekreis hergestellt werden kann. In den durchgeführten Versuchen konnte nur eine sehr kleine Anzahl von Elektromobilen getestet werden, sodass nicht alle Kombinationen von Länge und Wendekreis berücksichtigt werden konnten. Es zeigte sich jedoch, dass mit Elektromobilen mit einer Länge bis 1.200 mm die Fahraufgabe grundsätzlich zu bewältigen ist. Bei den Fahrversuchen mit Elektromobilen mit einer Länge von 1.240 mm bzw. 1.290 mm ergaben sich aber bereits Schwierigkeiten. Diese Erkenntnis basiert auf objektiv messbaren Kriterien. Eventuelle Einflüsse durch körperliche oder sensorische Einschränkungen der Nutzer bleiben hier unberücksichtigt. Auf Basis der im Rahmen dieser Untersuchung gemachten Erfahrungen wird empfohlen, für Elektromobile eine Längenbeschränkung von 1.200 mm einzuführen, falls die Beförderung gestattet werden soll. Die Marktanalyse zeigte, dass bereits heute eine nennenswerte Anzahl an Elektromobilen, die auch die Anforderungen an den Einsatz im Außenbereich erfüllen, am Markt erhältlich ist (vgl. Kap. 3.2 und Bild 8, S. 29). Dieses Maß entspricht zudem internationalen Festlegungen, wie sie beispielsweise in der UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] oder der TSI PRM²⁶ [107] für den Referenz-Rollstuhl festgeschrieben wurden. Die TSI PRM wird beispielsweise von der DB AG als Grundlage für die Empfehlungen zur Mitnahme orthopädischer Hilfsmittel im Eisenbahnverkehr herangezogen. Eine gleichlautende Beschränkung würde somit eine Basis für einheitliche, verkehrsmittelübergreifende Lösungen bei der Mitnahme von Elektromobilen schaffen.

Um den Rangieraufwand zu minimieren und Ein- und Ausfahrt der Elektromobile in den Bus nur vorwärts erforderlich zu machen, bietet sich die Anordnung zweier gegenüberliegender Mehrzweckbereiche an (Bild 31). Der der Tür gegenüberliegende Mehrzweckbereich kann dann vorwärts angefahren

²⁶ Technische Spezifikationen für Interoperabilität im Schienenverkehr, Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität (PRM).

ren werden, um anschließend mit dem Elektromobil rückwärts an den vorgesehenen Aufstellplatz zu rangieren. Mit dieser Anordnung vereinfacht sich die Anfahrt des Aufstellplatzes mit dem Hilfsmittel deutlich. Die Länge des Aufstellbereichs kann dann relativ kurz ausfallen. Sie sollte aber mindestens 1.500 mm betragen (lichte Weite), um den freien Bereich in Türnähe zu vergrößern und vor allem, um die Ausfahrt des Elektromobils zu vereinfachen (Vermeidung von Zwangspunkten im Türbereich).

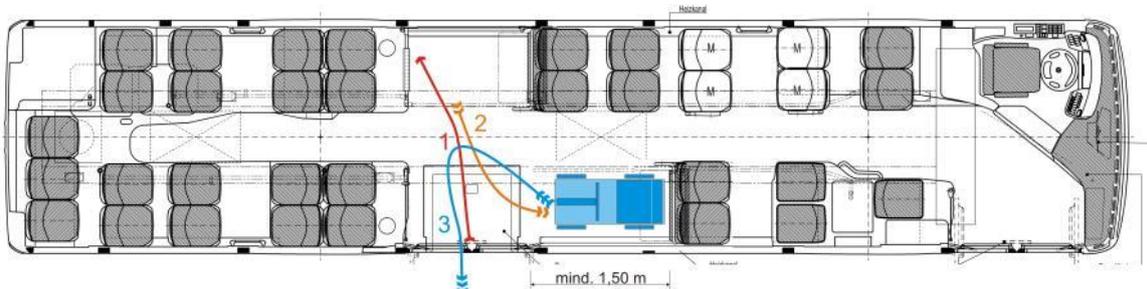


Bild 31: Anordnung zweier gegenüberliegender Mehrzweckbereiche mit Aufstellung eines Elektromobils auf der rechten Seite des Busses (Quelle: EvoBus, eigene Ergänzungen)

Busse mit einer vergleichbaren Gestaltung des Fahrgastraums sind beispielsweise bei den Stadtwerken Münster im Einsatz. Dort wurden mit der Anfahrbarkeit des Aufstellplatzes und dem Transport von Elektromobilen bislang gute Erfahrungen gemacht. Diese Anordnung bzw. die Anordnung eines Mehrzweckbereichs auf der rechten Seite erfordert allerdings den Verzicht auf Innenschwenktüren, die derzeit in den Linienbussen auf dem deutschen Markt am häufigsten zum Einsatz kommen dürften. Bei der Verwendung von Außenschwenktüren kann es zu Konflikten im Zusammenhang mit dem Absenken des Busses und dem Einsatz von höheren Borden an der Haltestelle kommen. Diese beiden Elemente verbessern die Zugänglichkeit in den Bus. Alternativ bietet sich der Einsatz von Außenschwenkschiebetüren an, die allerdings technisch aufwändiger und daher teurer sind. Es zeigt sich: aufgrund der Wechselwirkungen des Türsystems mit der Schnittstelle Fahrzeug/Haltestelle wird eine gesamtheitliche Systembetrachtung erforderlich, um eine Entscheidung über eine für den jeweiligen Einsatzbereich geeignete Fahrgastraumgestaltung zu treffen.

Generell sollte darauf geachtet werden, dass im Zustiegsbereich bzw. im Bereich der Mehrzweckfläche keine senkrecht angeordneten Haltestangen die Durchfahrt oder das Rangieren erschweren (vgl. Bild 26). Dies gilt nicht nur für die Anfahrt mit Elektromobilen, sondern ebenso für das Passieren dieses Bereichs mit Rollstühlen, Kinderwagen, Fahrrädern oder Gepäckstücken. Hier sind allerdings die einschlägigen Regelungen für die Erreichbarkeit von Festhaltungsmöglichkeiten zu berücksichtigen (z. B. [12]), sodass sich möglicherweise Zwangspunkte aufgrund von verbindlichen Regelungen ergeben.

Über die heutige (September 2015) Verbreitung der für eine Beförderung von Elektromobilen beschränkter Länge geeigneten Busse im Linienverkehr kann nur spekuliert werden. Nach Auskunft von EvoBus werden lediglich noch 15 % der verkauften Busse mit einer Aufstellfläche mit den Mindestmaßen gemäß der UN/ECE Nr. 107 [12] bestellt [16]. Letztendlich muss aber jedes Verkehrsunternehmen für sich prüfen, inwieweit der Fahrzeugbestand vor Ort für die Beförderung von Elektromobilen mit einer Länge von 1.200 mm bereits geeignet ist. Falls keine flächendeckende und regelmäßige Bedienung mit geeigneten Fahrzeugen möglich ist, könnte für eine Übergangszeit als Hilfestellung eine Kennzeichnung der Kurse mit geeignetem Mehrzweckbereich in der Fahrplanauskunft erfolgen. Dies wurde bereits vor ca. 20 Jahren bei der schrittweisen Einführung von Niederflurbussen und deren Zugänglichkeit für Rollstühle erfolgreich umgesetzt.

Bei der Bestellung neuer Fahrzeuge könnte die hier empfohlene Länge des Mehrzweckbereichs von mindestens 2.000 mm als Mindestanforderung in den Lastenheften formuliert werden. Je nach betrieblichen Rahmenbedingungen vor Ort kann der Mehrzweckbereich selbstverständlich entsprechend größer ausfallen.²⁷ Um zukünftig die Nachfrage nach geeigneten Aufstellplätzen für Elektromobile und auch andere Hilfsmittel und Sachen (Kinderwagen, Gepäck usw.) in den Bussen besser bedienen zu können, sollten vor allem im Stadtverkehr überwiegend Fahrzeuge mit größerem Mehrzweckbereich zum Einsatz kommen. Um für Elektromobile (und andere Nachfragegruppen) kurzfristig geeignete Aufstellflächen im Bus zu schaffen, könnte bei Bestandsfahrzeugen ggf. eine Sitzreihe demontiert werden, um die hier definierten Mindestanforderungen erfüllen zu können. Dies ist bei modernen Bussen, bei denen die Sitze nur an der Seitenwand befestigt werden, oftmals möglich (Bild 32).



Bild 32: Ausbau von Sitzreihen in einem Bus zur Vergrößerung des Mehrzweckbereichs – Beispiel Verkehrsgesellschaft Kreis Unna (Foto: Westfälische Rundschau/WAZ)

Diese Entscheidung ist aber letztendlich unter Abwägung der betrieblichen Rahmenbedingungen vor Ort (z. B. Nachfrage nach Sitzplätzen) zu treffen, da die Erweiterung der Mehrzweckbereiche immer einen Verzicht auf Sitzplätze nach sich zieht und maximal ein kleiner Teil (in der Regel zwei Sitzplätze) durch die Montage von Klappsitzen im Mehrzweckbereich kompensiert werden können. Diese sind bei Belegung des Mehrzweckbereichs in der Regel nicht zu nutzen. Aufgrund des demografischen Wandels und einer steigenden Anzahl älterer Fahrgäste steigt die Nachfrage nach sicheren Sitzplätzen im Bus ebenfalls an. Zudem sind Sitzplätze ein wichtiges Komfortmerkmal für alle Fahrgäste.

Bislang nicht in die Betrachtung einbezogen wurden die Auswirkungen körperlicher oder sensorischer Einschränkungen auf die Fahrkompetenz. Diese Auswirkungen stellen allerdings kein objektiv messbares Kriterium dar. Vor allem aufgrund der u. U. erforderlichen Rückwärtsfahrt, welche insbesondere für Nutzer mit körperlichen und/oder sensorischen Einschränkungen ein anspruchsvolles Fahrmanöver darstellen kann, wird die Durchführung einer Schulungsmaßnahme empfohlen. In diesem Zusammenhang ließen sich beispielsweise auch bauartbedingte Einschränkungen, die im Rahmen der Gestattung für eine Mitnahme festgelegt wurden, überprüfen.

²⁷ Bei zu langen Mehrzweckbereichen können sich für die Anfahrt mit Hilfsmitteln allerdings wieder Nachteile ergeben, da der Weg zwischen Tür und Aufstellplatz länger wird und dadurch bei der Ein- oder Ausfahrt Konflikte mit stehenden Fahrgästen oder anderen Nutzern des Mehrzweckbereichs wahrscheinlicher werden.

6 Sicherheit beim Transport im Bus

6.1 Grundsätzliche Feststellungen

Im Gegensatz zu Rollstühlen wurde speziell für Elektromobile bislang kein sicherer Aufstellplatz für den Transport in Linienbussen festgelegt. Eine Queraufstellung scheidet nicht zuletzt auch aufgrund der Auswirkungen auf den normalen Fahrgastbetrieb und die Sicherheit (z. B. Kippgefahr, Versperren des Ganges/Fluchtwegs) aus (vgl. [1]). In den folgenden Abschnitten wird daher analysiert, welche grundsätzlichen Sicherungsmöglichkeiten für den Transport in Linienbussen bestehen und welche Erkenntnisse bezüglich der Sicherheit bei der Beförderung von Elektromobilen derzeit bekannt sind.

6.2 Sicherungsmöglichkeiten im Bus

Gemäß UN/ECE Regelung Nr. 107 [12] „ist jeder Rollstuhlstellplatz [...] mit einem Rückhaltesystem auszurüsten, das in der Lage ist, den Rollstuhl und den Rollstuhlfahrer zurückzuhalten“ (Anhang 8 Nr. 3.8.2.1 der Regelung). Zur Zielerreichung gestattet die Regelung in Linienbussen, in denen für die Fahrgäste keine Insassen-Rückhaltesysteme (Sicherheitsgurte) vorgeschrieben sind, zwei Varianten für die Aufstellung: Aufstellung des Rollstuhls in Fahrtrichtung oder Aufstellung des Rollstuhls entgegen der Fahrtrichtung. Je nach gewählter Aufstellungsart ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an das jeweils zu verwendende Rückhaltesystem.

Entsprechende Hinweise zu den Unterschieden des Transports (als Fahrersitz in Fahrtrichtung oder im ÖPNV entgegen der Fahrtrichtung) finden sich auch auf den Informationsseiten von Hilfsmittelherstellern (z. B. Firma Meyra) [86].

6.3 Aufstellung des Elektromobils in Fahrtrichtung

Die Aufstellung eines Elektromobils in Fahrtrichtung des Busses stellt bestimmte Anforderungen an das Rückhaltesystem: „Rückhaltesystem und seine Verankerungen müssen so ausgelegt sein, dass sie gleichartigen Kräften wie denjenigen standhalten, denen die übrigen Fahrgastsitze und Insassen-Rückhaltesysteme standhalten müssen.“ (Nr. 3.8.2.2 der UN/ECE Nr. 107).

Elektromobile können wie Rollstühle unter bestimmten Bedingungen in einem anderen Fahrzeug als Fahrzeugsitz verwendet werden. Dabei bieten sie allerdings konstruktionsbedingt in keinem Fall die gleiche Sicherheit wie ein fest verschraubter Fahrzeugsitz [87].

In der europäischen Union gibt es verschiedene EU-Richtlinien, die Voraussetzungen bezüglich der Sicherheitsanforderungen von Kfz-Sitzen und Rückhaltesystemen beschreiben. Diese Richtlinien müssen erfüllt sein, um eine Betriebserlaubnis nach der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) [88] zu erhalten. Zum einen handelt es sich dabei um die RL 74/408/EWG (bzw. UN/ECE Regelung Nr. 17²⁸) [89], in der einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen bezüglich der Sitze, ihrer Verankerungen sowie der Kopfstützen beschrieben sind. Zum anderen handelt es sich um die RL 76/115/EWG (UN/ECE Regelung Nr. 14) [90]. Dort sind einheitliche Regelungen für die Genehmigung von Fahrzeugen bezüglich der Sicherheitsgurtverankerungen getroffen.

²⁸ Die Richtlinien der EU im Fahrzeugbereich werden von den Vertragsstaaten in der Regel in einheitlichen technischen Vorschriften für Kraftfahrzeuge sowie für Teile und Ausrüstungsgegenstände von Kraftfahrzeugen festgeschrieben und in nationales Recht integriert.

Die genannten Richtlinien treffen zwar keine besonderen Festlegungen für Rollstühle oder Elektromobile. „Aus ihnen ergibt sich aber, dass ein Rollstuhl, der bei der Beförderung im Fahrzeug durch Gurtverankerungen fest mit dem Fahrzeug verbunden wird, zum Fahrzeugsitz wird. Als solcher muss er die Vorgaben zur Sitzfestigkeit gemäß RL 74/408/EWG erfüllen. Ferner müssen Verankerungspunkte für Rückhaltesysteme den Vorgaben der RL 76/115/EWG entsprechen.“ [91, S. 1].

Das bedeutet: bei der Verwendung als Fahrersitz wird die Sicherheit durch ein spezielles, kombiniertes Rollstuhl- und Personenrückhaltesystem hergestellt (Bild 33). Das System muss gemäß den verbindlichen Rechtsvorschriften mindestens zwei Verankerungspunkte und einen Beckengurt umfassen (Rollstuhl-Rückhaltesystem nach Anhang 8 Nr. 3.8.3 der UN/ECE Nr. 107). Die für die Sicherung eines Insassen erforderlichen Gurte müssen fest mit dem Fahrzeug verbunden sein. Der Beckengurt des Rollstuhls oder Elektromobils reicht als Sicherung im Sinne der Normen und Verordnungen nicht aus. Diese Systeme müssen bezüglich ihrer Anwendung und Stabilität den Anforderungen der Norm ISO 10542 [92] (bzw. UN/ECE Nr. 16) entsprechen und am Hilfsmittel befestigt werden können.

Diese Sicherung ist in jedem Fall anzuwenden, wenn für die übrigen Insassen ein Insassen-Rückhaltesystem vorhanden ist und auch benutzt werden muss (z. B. in Fernbussen) [93].

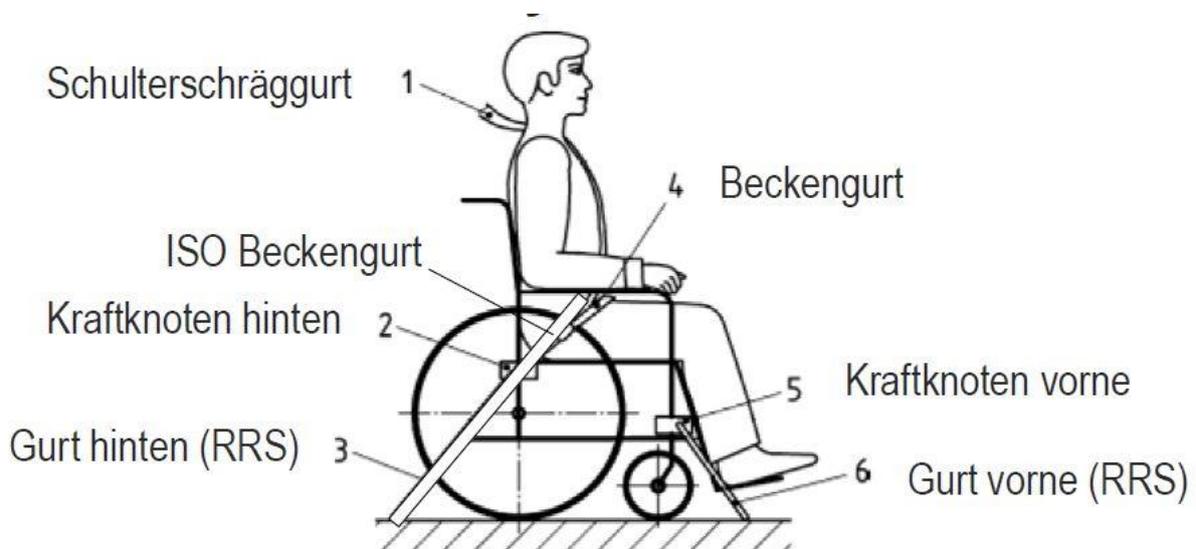


Bild 33: Bestandteile eines kombinierten Personen- und Rollstuhlrückhaltesystems (RRS) – Schema [94]

Der Hersteller des Hilfsmittels muss gewährleisten, dass sein Hilfsmittel den Leistungsanforderungen nach ISO 7176-19 [95] entspricht, wenn dieses auch als Sitz für einen Erwachsenen in einem Kraftfahrzeug vorgesehen werden soll. Das bedeutet, dass die Hilfsmittel mit einer Aufprallverzögerung von 20 g Crash getestet werden [87, S. 14]. Unter den ca. 200 im Rahmen dieser Untersuchung erfassten Elektromobilen fanden sich nur sehr wenige Hersteller, die ihre Modelle nach den Anforderungen der ISO 7176-19 geprüft und als Fahrersitz für den Transport in anderen Fahrzeugen freigeben haben (z. B. Medema Minicrosser). In diesem Fall wird in der Bedienungsanleitung auf die entsprechenden Befestigungspunkte, die für die Verankerung am Fahrzeugboden vorgesehen sind, hingewiesen (Bild 34).

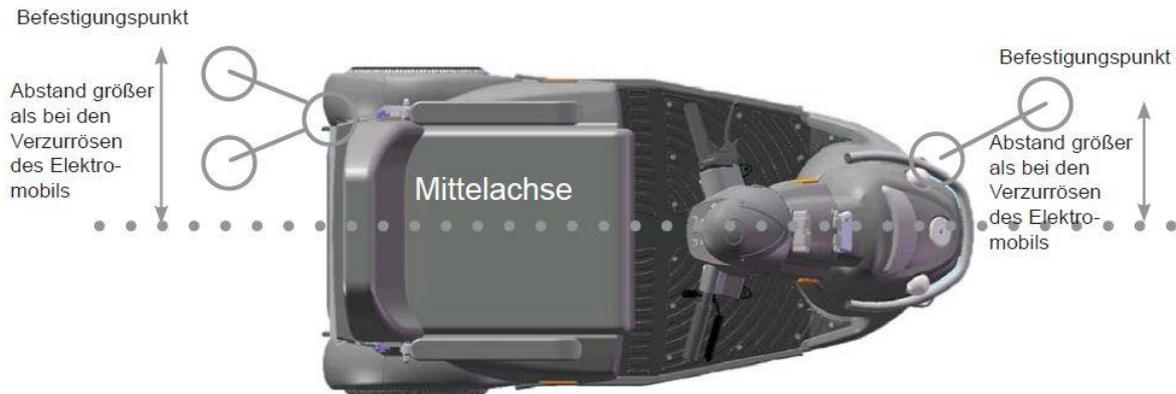


Bild 34: Beispiel für Hinweise auf die für eine Verankerung am Fahrzeugboden geeigneten Befestigungspunkte an einem Elektromobil Typ Minicrosser 2 (Quelle: MedemaGroup)

Eine Verankerung kann dann analog der bekannten Technik bei Rollstühlen erfolgen (Bild 35).



Bild 35: Verankerung eines dreirädrigen Elektromobils (Typ Minicrosser 2) über ein Rückhaltesystem am Fahrzeugboden (Quelle: MedemaGroup)

Wurde die Prüfung gemäß der ISO 7176-19 durchgeführt und bestanden, erhält das Hilfsmittel eine entsprechende Kennzeichnung auf dem Typenschild (Bild 36). Wurde die Prüfung nicht durchgeführt, wird dies durch ein entsprechendes Negativ-Symbol angezeigt.



Das Produkt ist als Sitz in einem KFZ zugelassen



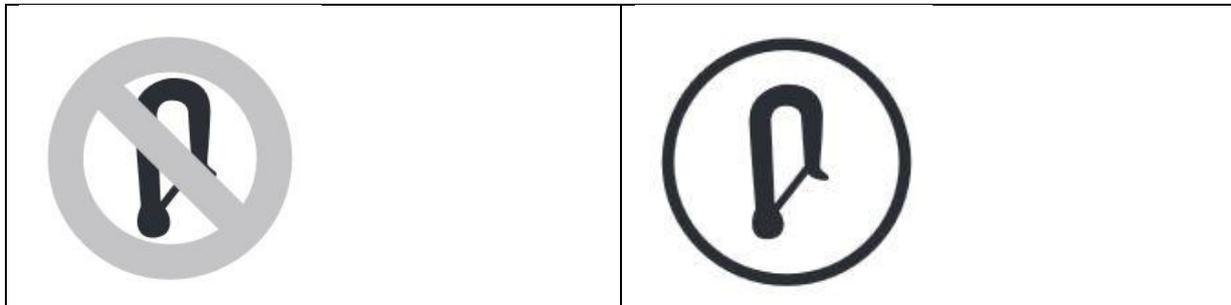
Das Produkt ist **nicht** als Sitz in einem KFZ zugelassen.

Bild 36: Symbole zur Kennzeichnung eines Hilfsmittels bezüglich der Eignung zur Verwendung als Fahrzeugsitz (Kennzeichnung auf dem Typenschild) (Quelle: Meyra GmbH)²⁹

²⁹ Die Kennzeichnung erfolgt bei Elektromobilen und Rollstühlen gleichermaßen.

Neuere Hilfsmittel werden auf dem Typenschild inzwischen mit einem geänderten Symbol gekennzeichnet (Bild 37a). Die Kennzeichnung auf dem Typenschild erfolgt nur noch dann, wenn das Hilfsmittel nicht zur Verwendung als Fahrzeugsitz geeignet ist. An den Ankerpunkten, an denen das Hilfsmittel mit dem Rückhaltesystem nach Herstellerempfehlung verbunden werden soll, weisen Aufkleber mit entsprechendem Positiv-Symbol auf die Eignung hin (Bild 37b).

Bild 37: Neue Symbol zur Kennzeichnung eines Hilfsmittels bezüglich der Nicht-Eignung zur Verwendung als Fahrzeugsitz



a) Negativsymbol zur Aufbringung auf das Typenschild

b) Positivsymbol zur Kennzeichnung geeigneter Ankerpunkte

Entsprechend der geringen Anzahl an Elektromobilen, welche die Anforderungen der ISO 7176-19 erfüllen, schließen die Hersteller die Verwendung als Fahrzeugsitz in der Regel aus haftungsrechtlichen Gründen aus. In den Bedienungsanleitungen wird dem Nutzer empfohlen, sich möglichst auf einen regulären Fahrzeugsitz mit einem entsprechenden Insassen-Rückhaltesystem (Dreipunktgurt) umzusetzen, sofern dies für den Nutzer möglich ist. Diese Empfehlung wird aber auch gegeben, wenn eine Prüfung nach ISO 7176-19 erfolgt ist und das Hilfsmittel für die Verwendung als Fahrzeugsitz zugelassen wurde.

Bei einem für einen Modell-Typ durchgeführten Test und grundsätzlichen Zulassung des Hilfsmittels nach ISO 7176-19 ist allerdings zu beachten: aufgrund möglicher individueller Anpassungen kann die Betriebserlaubnis zur Verwendung als Fahrersitz erlöschen. Da dies derzeit vor allem die Beförderung von Rollstühlen betrifft, werden aus diesem Grund derzeit Lösungsvorschläge für eine praxisgerechte straßenverkehrsrechtliche Regelung erarbeitet. Dazu wurde ein Runder Tisch unter Beteiligung mehrerer Bundesministerien, Verbänden der Menschen mit Behinderungen sowie Sachverständigen vom TÜV und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) gegründet, der ein Positionspapier erarbeitet hat [96]. Abschließende Empfehlungen stehen noch aus (Stand September 2015).

Im Linienbusverkehr kommen Systeme mit einer Aufstellung des Hilfsmittels in Fahrtrichtung und den entsprechenden Rückhaltesystemen weltweit kaum zur Anwendung, nicht zuletzt aus betrieblichen Erwägungen. Die Systeme erfordern einen hohen Zeitbedarf für das Anlegen der Gurte und eine Assistenz, die durch das Fahrpersonal erbracht werden muss. Daher sind diese Systeme auch bei den Nutzern nicht besonders beliebt, da sie keine selbstständige Mobilität ermöglichen [97, S. 832]. Derartige Systeme finden weltweit beispielsweise in Nordamerika Verwendung, werden dort aber teilweise inzwischen von der „europäischen“ Lösung mit Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung und einfacher zu bedienenden Sicherheitssystemen verdrängt, da man auch dort von der Sicherheit und Praxistauglichkeit dieser Systeme überzeugt ist (vgl. Kap. 4.2.7).

Würde ein System mit einer Aufstellung des Hilfsmittels in Fahrtrichtung für den Linienbusverkehr in Deutschland präferiert, dann wären die entsprechenden Rückhaltesysteme oder ggf. alternative Systeme, welche die gleiche Sicherheit erreichen können, erforderlich. Bisher wurden bezüglich der Einleitung der über diese Rückhaltesysteme eingebrachten Kräfte in die Struktur des Fahrzeugs keine

Untersuchungen durchgeführt, da diese Systeme im Stadtbusverkehr in Deutschland (und Europa) nicht zur Anwendung kommen. Daher müssten zunächst entsprechende Berechnungen durchgeführt werden, um die Stabilität aufgrund des geänderten Lasteintrags zu ermitteln. Anschließend müsste die Fahrzeugstruktur überarbeitet und danach ggf. Homologationstests durchgeführt werden, um wiederum die ECE-Zulassung zu erlangen [98].

6.4 Aufstellung des Elektromobils entgegen der Fahrtrichtung

Die unter Kap. 6.3 beschriebene Transportsicherung bezieht sich ausschließlich auf den in Fahrtrichtung gerichteten Transport, z. B. in Behindertentransportfahrzeugen. In Linienbussen, in denen keine Rückhaltesysteme für die Fahrgäste vorgeschrieben sind, besteht mit der Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung des Busses an einem definierten Rollstuhlstellplatz die Möglichkeit, eine alternative Aufstellungsart entgegen der Fahrtrichtung eines Busses einzusetzen (Anhang 8 Nr. 3.8 UN/ECE Nr. 107) [12].

Zunächst einmal gestattet die Straßenverkehrszulassungsordnung, dass für „Kraftomnibusse ohne besonderen Gepäckraum sowie Kraftomnibusse mit zugelassenen Stehplätzen im Gang und auf einer Fläche, die größer oder gleich der Fläche für zwei Doppelsitze ist“ keine Sicherheitsgurte oder Rückhaltesysteme vorgesehen werden müssen (§ 35a Absatz 6 StVZO) [88]. Eine entsprechende Ausnahme für Busse im Linienverkehr, auf die diese Definition zutrifft, führt auch die Straßenverkehrsordnung auf (§ 21 Absatz 1 Satz 3 StVO) [99].

Die UN/ECE Nr. 107 [12] führt in diesem Zusammenhang zur Erreichung der Standfestigkeit von Rollstühlen aus, dass „in Fahrzeugen, in denen für die Fahrgastsitze keinerlei Insassen-Rückhaltesystem vorgeschrieben ist, [...] der Rollstuhlstellplatz alternativ [...] so ausgelegt werden [kann], dass der ungesicherte Rollstuhlfahrer, dessen Rollstuhl entgegen der Fahrtrichtung gegen eine Haltelehne oder Rückenlehne gestellt ist, im Einklang“ mit den genannten Vorschriften befördert wird (Anhang 8 Nr. 3.8.4.1 ff. UN ECE Nr. 107 [12]). Die Regelung schreibt in diesem Fall weitere Ausstattungselemente für den Rollstuhlstellplatz vor, die der Erreichung der Standfestigkeit dienen. Dies sind (vgl. Anhang 8 Nr. 3.8.4.1 der Regelung [12] und Bild 38):

- „Eine der Längsseiten des Rollstuhlstellplatzes schließt an eine Wand oder Seitenwand des Fahrzeugs an.
- Vorn vor dem Rollstuhlstellplatz ist eine Haltelehne oder Rückenlehne vorzusehen, die senkrecht zur Längsachse des Fahrzeugs verläuft.
- Die Haltelehne oder Rückenlehne ist so auszulegen, dass die Räder oder die Rückseite des Rollstuhls an der Haltelehne oder Rückenlehne ruhen, damit der Rollstuhl nicht umkippen kann, und muss den Vorschriften des Absatzes 3.8.5 entsprechen.
- An der Wand oder Seitenwand des Fahrzeugs ist eine Haltestange oder ein Haltegriff so anzubringen, dass diese(r) vom Rollstuhlfahrer leicht ergriffen werden kann. Diese Haltestange darf nicht in die senkrechte Projektion des Rollstuhlstellplatzes hineinragen, es sei denn, die Hineinragung überschreitet 90 mm nicht und befindet sich in einer Höhe von mindestens 850 mm über dem Boden des Rollstuhlstellplatzes.
- Auf der gegenüberliegenden Seite des Rollstuhlstellplatzes ist eine umklappbare Haltestange oder eine gleichwertige Einrichtung anzubringen, durch die ein seitliches Verrutschen des Rollstuhls begrenzt wird und die vom Rollstuhlfahrer leicht ergriffen werden kann.“



Bild 38: In einem Linienbus entgegen der Fahrtrichtung aufgestelltes Elektromobil an einem Rollstuhlstellplatz mit Rückhalte- und Sicherheitseinrichtungen gemäß UN/ECE Regelung Nr. 107 [12]

Damit eine sichere und wirksame Aufstellung gewährleistet werden kann, werden ergänzend Verhaltensregeln für den Rollstuhlnutzer gegeben. Diese Hinweise sind gemäß UN/ECE Nr. 107 [12] im Fahrzeug am Rollstuhlstellplatz zu platzieren:

„Neben dem Rollstuhlstellplatz ist ein Hinweisschild mit folgender Aufschrift anzubringen:

„Dieser Platz ist für Rollstuhlfahrer reserviert. Den Rollstuhl entgegen der Fahrtrichtung gegen die Haltelehne oder Rückenlehne stellen und Bremsen anziehen“.

Da bezüglich der Stabilität in den Normen [27] nicht zwischen Elektrorollstuhl und Elektromobil unterschieden wird, werden diese Annahmen sinngemäß auf den Transport von Elektromobilen in Linienbussen übertragen. Entsprechende Nachweise zur Standfestigkeit der Hilfsmittel werden in Kap. 6.5 beschrieben.

6.5 Standsicherheit am Rollstuhlstellplatz

2005 wurde im Rahmen von mehreren Versuchsreihen in Untersuchungen im Auftrag des kanadischen Transportministeriums und des US-amerikanischen Transport Research Board (TRB) gezeigt, dass Elektromobile bei der Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung des Busses an einer Prallplatte auch bei extremen Fahrmanövern standsicher befördert werden können, wenn sie während des Transports auf drei Seiten abgestützt werden [13, S. 2; 14, S. xvi]. Für dreirädrige Scooter wurde allerdings festgestellt, dass zusätzliche Sicherungseinrichtungen (z. B. zusätzliche Gurte) erforderlich werden, um ein Kippen wirksam zu verhindern. Es zeigte sich auch, dass das Aufstellen von Hilfsmitteln quer zur Fahrtrichtung des Busses mit einer hohen Kippgefahr verbunden ist, wenn keine Abstützung erfolgt.

Die Aussagen zur Kippstabilität wurden später in einer Arbeit, welche Anforderungen bezüglich einer für Elektromobile zugänglich gestalteten Umwelt untersuchte, noch einmal bestätigt [74, S. 20]. Diese Feststellungen wurden bei Fahrversuchen deutscher Verkehrsunternehmen sowie einer Testfahrt im Rahmen dieser Untersuchung bestätigt. Bezüglich der Kippsicherheit des Elektromobils zeigten sich bei diesem Versuch ebenfalls keine Probleme.

Das die beispielsweise von der Prallplatte übertragenen Kräfte im Bereich der Rückenlehne von Elektromobilen aufgenommen werden können, ohne dass das Elektromobil Schaden nimmt, wurde in den beiden genannten Untersuchungen ebenfalls gezeigt [13, 14]. Die Aufprallverzögerung, die bei einem Frontalzusammenstoß zwischen Bus und Pkw entstand und auf das Hilfsmittel wirkte, lag bei maximal 3 g und der Nutzer wurde sicher im Hilfsmittel gehalten [14, S. xiv]. Die im Bus auf das Elektromobil wirkenden Kräfte sind damit erheblich niedriger, als die Aufprallkräfte in Höhe von 20 g, die für den Nachweis der Sicherheit bei der Prüfung auf Verwendung als Fahrzeugsitz für den Transport in Fahrtrichtung im Crash-Test aufgebracht werden müssen. Dies zeigt, dass die Anforderungen an die Stabilität des Hilfsmittels bei einem Transport im Linienbus – auch bei Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung – deutlich geringer sein dürfen, als bei einem Transport in einem Kraftfahrzeug. Die Stabilität des Elektromobils konnte zusätzlich bei Versuchen zur Ermittlung der Standfestigkeit von Elektromobilen beim Transport in Stadtbahnen nachgewiesen werden, wenngleich bei den dort durchgeführten Gefahrbremungen der Stadtbahn Verzögerungskräfte von lediglich ca. 0,35 g auftraten [5]. Dies entspricht in etwa den maximalen Kräften, die im Bus bei extremen Fahrmanövern lateral auftreten können [14, S. xiv]. Bei diesen Versuchen ließ man das Elektromobil durch die Gefahrbremungen teilweise bewusst mit der Rückenlehne vor eine Haltevorrichtung rutschen, um die Auswirkungen auf das Hilfsmittel bei einer nicht unmittelbar wirksamen Abstützung untersuchen zu können. Es waren keine Anzeichen einer Instabilität der Rückenlehne (z. B. Umklappen) erkennbar.

Für dreirädrige Elektromobile wurde festgestellt, dass sich diese bei Bremsmanövern und Kurvenfahrten in den Gang bewegen und kippen können [13; 14; 73, S. 28]. Dieses Verhalten wurde durch Tests der STUVA [5] und der DEKRA [8] bestätigt. So stellten Rutenberg et al. in einer weiteren Untersuchung noch einmal fest, dass dreirädrige Elektromobile eine Befestigungs- oder Rückhalteeinrichtung benötigen, um ein Kippen in den Gang zu verhindern [74]. Eine nach UN/ECE Regelung Nr. 107 vorgesehene Halteinrichtung zum Gang allein würde beispielsweise nicht für eine Sicherung ausreichen. Daher wurden in Nordamerika insbesondere für diese Fälle zusätzliche, einfache Sicherungssysteme eingebaut. Diese Systeme finden aber auch zur Sicherung von anderen Elektromobilen und Rollstühlen Verwendung (Bild 39).



Bild 39: Einfaches Sicherungssystem mit Gurten zur Fixierung eines dreirädrigen Elektromobils in einem Linienbus bei Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung – Beispiel Kanada [73, S. 21]

Vierrädrige Elektromobile wiesen bei den Crash-Tests in Kanada keinerlei Probleme bezüglich der Kippsicherheit auf, wenn entsprechende Sicherheitseinrichtungen am Rollstuhlstellplatz vorhanden waren. Es wurde lediglich festgestellt, dass der Sitz bzw. die auf diesem sitzende Person seitlichen Schwankungen ausgesetzt war. Dies war bedingt durch die Befestigungsstruktur des Sitzes, der üblicherweise mit einem Rohr mit dem Unterbau verbunden ist. Diese Beobachtungen wurden auch bei der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Testfahrt gemacht. Rutenberg [14] stellte weiterhin fest, dass die seitlichen Bewegungen nicht durch einen zusätzlichen Gurt (vgl. Bild 39) verhindert werden können. Die Schwankungen führten teilweise dazu, dass der Dummy bei starken Beschleunigungskräften in seltenen Fällen gegen die Wand stieß oder mit dem Oberkörper in den Gang hineinragte [14, S. 55]. Dieses Verhalten wurde durch die Passivität des Dummys begünstigt. Den auftretenden Kräften könnte eine lebende Person, die auf dem Elektromobil sitzt, entgegenwirken, indem sie sich während der Fahrt des Busses beispielsweise an der wandseitig vorgeschriebenen Haltestange festhält.

Durch entsprechende Sicherheitseinrichtungen, wie sie auch in der UN/ECE Regelung Nr. 107 vorgeschrieben sind, ergibt sich eine ausreichende Stabilität. Dies konnte auch noch einmal in eigenen Fahrversuchen, die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt wurden, bestätigt werden. Die Fahrt wurde mit einem vierrädrigen Elektromobil der Marke Shoprider Venus durchgeführt. Um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erhalten, wurde auf dem Elektromobil ein Dummy platziert (Typ Hybrid III 95 % Male, Gewicht ca. 78 kg, vgl. Bild 40). Das Elektromobil wurde mit lose anliegenden Gurten gesichert, um bei einem eventuell eintretenden Kippvorgang ein mögliches Kippen des Elektromobils zu verhindern und Beschädigungen am Bus zu vermeiden.

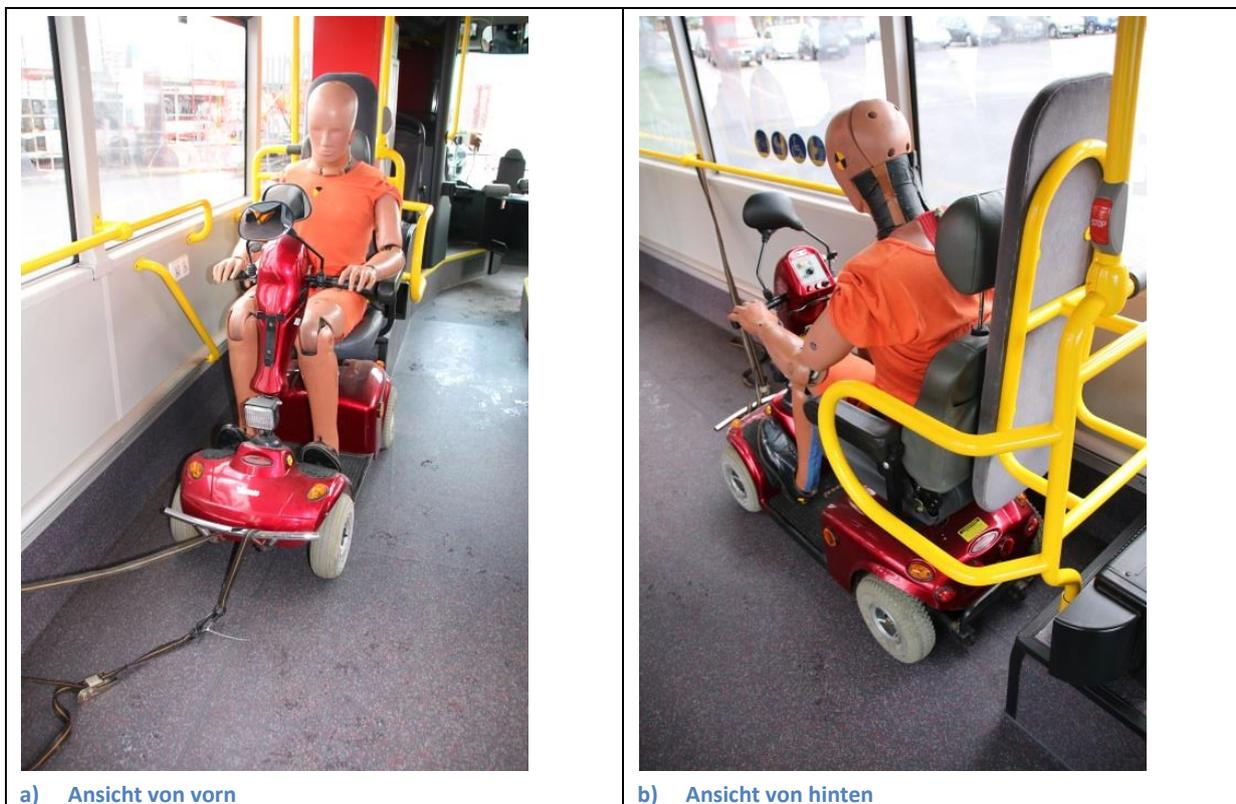


Bild 40: Aufstellung des Elektromobils am Rollstuhlstellplatz mit Ausstattung gemäß UN/ECE Nr. 107 während der Testfahrt (Stabilitätstest)

Die Testfahrt auf dem Betriebshof Nord der Kölner Verkehrs-Betriebe AG (KVB) dauerte ca. 6,5 Minuten. In dieser Zeit wurden im Wechsel unterschiedliche Fahrmanöver im Grenzbereich durchgeführt und auf Video dokumentiert³⁰:

- Kurvenfahrt (überwiegend Linkskurve, um ein Kippen zum Gang zu erzwingen),
- Gefahrenbremsung,
- Lastwechsel (Kurvendurchfahrt rechts und links im Wechsel),
- Gefahrenbremsung mit Kurvenfahrt links.

Die Testfahrt zeigte, dass das Elektromobil am Aufstellplatz während der gesamten Fahrt kippstabil stand. Bewegungen durch Bremsen wurden durch die Abstützung an der Prallplatte wirksam unterbunden. Bei den Kurvenfahrten zeigte sich, dass das vor allem der Sitz des Elektromobils zeitweise schwankende Bewegungen in seitlicher Richtung machte (vgl. auch [14]). Bei extremen Fahrmanövern kam es auch vor, dass die Räder auf einer Seite wenige Zentimeter vom Boden abhoben. Ein Kippen wurde jedoch wirksam durch die Abstützung an der Fahrzeugwand bzw. den auf der Gangseite angebrachten Haltebügel (Bild 40b) verhindert.

Die Testfahrt zeigte somit vor allem, dass für die sichere Aufstellung eines Hilfsmittels am Rollstuhlstellplatz eine dreiseitige Abstützung bzw. Sicherung erforderlich ist, um Rutschen und Kippen wirksam zu verhindern. Vor allem die Rückhalteeinrichtung auf der Gangseite spielt eine bedeutende Rolle bei der Sicherung gegen Kippen. Damit die Haltestange wirksam ist, sollte sie von der Prallplatte gemessen mindestens so weit parallel zum Rollstuhlstellplatz in Richtung Aufstellfläche geführt werden, dass eine seitliche Abstützung im Bereich der Rückenlehne eines Elektromobils gewährleistet werden kann. Damit dies leicht zu erreichen ist, sollten auch keine auskragenden Zusatzeinrichtungen oder Transportgüter an der Rückenlehne angebracht werden, damit das Elektromobil möglichst nah an der Prallplatte abgestellt werden kann und die Abstützung somit sicher gewährleistet wird.

Dass die an dieser Stelle durch die Querschleunigung auftretenden Kräfte durch eine Rückenlehne abgefangen werden können, ohne zu Schäden an dieser zu führen, konnte in einer parallel laufenden Untersuchung gezeigt werden [5]. Hier wurde die Stabilität der Elektromobile zwar in Stadtbahnen überprüft, aber es wurden auch Versuche mit quer zur Fahrtrichtung aufgestellten Elektromobilen durchgeführt, die über den seitlichen Bereich der Rückenlehne gegen Kippen abgestützt wurden. Die dort gemessenen Kräfte, die bei einer Gefahrenbremsung der Stadtbahn in Längsrichtung auftreten, liegen mit 0,35 g sogar geringfügig über den Kräften, die bei einem Bus bei extremen Fahrsituationen in Querrichtung auftreten (0,3 g) [14, S. xvi].

Die Bedeutung der gangseitigen Haltestange wurde auch noch einmal bei Tests der DEKRA deutlich, die diese im Auftrag der Kieler Verkehrsgesellschaft durchgeführt hat [9]. Bei den dort getätigten Fahrversuchen war ein vierrädriges Elektromobil bei der Testfahrt während einer Kurve in den Gang gekippt. In dem Bus älteren Baujahrs (2004) war auf der Gangseite keine Haltevorrichtung gemäß UN/ECE Nr. 107 vorhanden.

Die UN/ECE Nr. 107 gestattet „eine umklappbare Haltestange oder gleichwertige Einrichtung“ (Nr. 3.8.4.1.5 der Regelung). Bei der Testfahrt der STUVA wurde ein Bus mit einer festen Haltestange verwendet (vgl. Bild 40). Eine feste Haltestange bietet den Vorteil, dass sie immer einsatzfähig ist und nicht weggeklappt werden kann. Sie sollte daher bei der Ausrüstung der Busse erste Wahl sein.

³⁰ Die während der Fahrt auftretenden Beschleunigungskräfte konnten nicht aufgezeichnet werden.

6.6 Sicherung durch zusätzliche Gurte

Als Sicherungsmaßnahmen über die im Bus bereits heute standardmäßig integrierten Systeme hinaus wären einfache, zusätzliche Komponenten denkbar, deren Erfordernis sich jedoch aus den bisher bekannten Ergebnissen über die Standfestigkeit bei der Beförderung nicht ergibt. Zudem wurden die Systeme bisher in der Betriebspraxis zumindest im europäischen Raum noch nicht umfassend angewendet und deren Wirkung noch nicht ausreichend evaluiert. Für die Wirksamkeit spielt die Konstruktion (Gurthöhe, Gurtverlauf) eine Rolle. Bei nordamerikanischen Untersuchungen wurde bei verschiedenen Tests festgestellt, dass die in den dortigen Bussen verwendeten Gurtsysteme etwa in Höhe des Sitzes des Hilfsmittels alleine (ohne seitliche Haltevorrichtungen) keine wirksame Einrichtung sein kann, um ein Kippen zu verhindern [14]. Sie verhindern dann auch nicht die teils starken Schwankungen des Sitzes, die bei Elektromobilen auftreten können, wenn der Sitz nur über ein Rohr mit dem Chassis verbunden ist.

Zusätzliche Gurtsysteme könnten vollständig im Linienbus integriert werden oder auch in Teilkomponenten im Bus und am Elektromobil befestigt werden. Die erste Lösung setzt man beispielsweise in Kassel um. Dort hat man sich bei der Wiedezulassung der Beförderung von Elektromobilen [45] dazu entschlossen, die Hilfsmittel zusätzlich durch ein Gurtsystem gegen Verrutschen und Umkippen zu sichern (Bild 41). Das System soll in allen Linienbussen der KVG nachgerüstet werden. Eine vergleichbare Lösung streben die Stadtwerke Münster für ihre Busse an. Der Gurt in den Kasseler Bussen ist vom Nutzer des Elektromobils selbst anzulegen (vgl. auch Kap. 4.1.3). Die Nutzer werden mit einem eigens kreierten Piktogramm darauf hingewiesen, den Sicherheitsgurt anzulegen. Das Piktogramm wird am Rollstuhlstellplatz angebracht (Bild 42).



Bild 41: Zusätzliches Gurtsystem zur Sicherung von Elektromobilen am Rollstuhlstellplatz – Beispiel Kassel (Foto: KVG/Wiesenhütter)



Bild 42: Piktogramm zur Kennzeichnung der Aufstellung und Sicherung von Elektromobilen in Kasseler Linienbussen
[Quelle: Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG]

Die zweite Lösungsvariante könnte beispielsweise eine Gurtschnalle am Rollstuhlstellplatz im Bus beinhalten. Der Sicherheitsgurt mit der Gurtzunge müsste dann an einem Elektromobil befestigt werden. Hierzu müssten allerdings erst kompatible und standardisierte Systeme entwickelt werden. Zudem wird ggf. eine Stabilitätsprüfung für die auf das Elektromobil übertragenen Kräfte erforderlich.

Bei beiden Systemen wäre ein elektronisches Gurtschloss denkbar, welches dem Fahrpersonal die ordnungsgemäße Anwendung signalisiert. Dies wäre vor allem dann von Nutzen, wenn der Nutzer den Gurt selbsttätig anlegt. Der Busfahrer müsste seinen Arbeitsplatz ggf. nicht verlassen, wenn nicht das Auslegen der Rampe erforderlich würde, und die Haltezeit des Busses kann möglichst gering gehalten werden.

Bei allen Gurtsystemen sinnvoll wäre eine wir direkt nach dem Schließen wirksame Sperre (vgl. z. B. Beckengurte im Flugzeug).. Bei Sicherheitsgurten, wie sie in Kraftfahrzeugen verwendet werden, könnte der Sperrmechanismus des Gurtes bei einer linear ansteigenden Beschleunigungskraft, z. B. bei einer Kurvenfahrt des Busses, eventuell nicht schnell genug auslösen (keine Impulskraft wie z. B. bei einem Unfall).

6.7 Absteigen des Nutzers während des Transports

Die bisher beschriebenen Systeme gehen davon aus, dass der Nutzer eines Hilfsmittels während der Beförderung auf seinem Hilfsmittel verbleibt. Eine Alternative beim Transport bestünde weiterhin darin, das Hilfsmittel während der Beförderung zu verlassen und einen regulären Fahrzeugsitz aufzusuchen, sofern dies infolge körperlicher Einschränkungen nicht unmöglich ist. Aus den folgenden Gründen bezüglich der Sicherheit und des Betriebs ist von dieser Variante abzuraten:

- Fahrversuche und Berechnungen mit Elektromobilen zeigten, das Hilfsmittel ohne aufsitzende Person durch die auftretenden Beschleunigungskräfte leichter ins Rutschen geraten können [1; 5]. Die fehlende Gewichtskraft, die nach unten wirkt und die Haftreibung erhöht, ist verringert. Das Abstellen ohne aufsitzende Person entbehrt somit aller Voraussicht nach nicht davon, dass Hilfsmittel (zusätzlich) zu sichern.
- Wenn der Nutzer auf dem Hilfsmittel verbleibt, kann er dies durch Festhalten an den Haltestangen im Bereich des Aufstellplatzes ggf. zusätzlich fixieren. Dies sorgt auch dafür, dass die seitlichen Bewegungen durch das Pendeln des Sitzes begrenzt oder unterbunden werden können.

- Für das Aufsuchen des Sitzplatzes bzw. die Rückkehr zum Hilfsmittel wird ein zusätzlicher Zeitbedarf erforderlich, in welcher der Bus aus Sicherheitsgründen (Sturzgefahr) stehen sollte. Dies verlängert die Haltezeit.

6.8 Fazit Sicherungsmöglichkeiten und Empfehlungen

Die europäischen und nationalen Regelungen bezüglich der Fahrzeugzulassung eines Linienbusses gestatten zwei verschiedene Möglichkeiten für die sichere Aufstellung von Hilfsmitteln während des Transports: die Aufstellung in Fahrtrichtung und die Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung. Die Wahl der Aufstellungsart hat Auswirkungen auf die erforderlichen Rückhaltesysteme.

Die Verwendung als Fahrersitz bei einer Aufstellung in Fahrtrichtung des Busses erfordert umfangreiche Rückhaltesysteme für das Hilfsmittel und den Nutzer. Diese sind fest mit dem Fahrzeug zu verankern. Da diese Verankerungssysteme im Linienverkehr in Deutschland bislang keine Anwendung finden und die Krafteinleitung an den möglichen Verankerungspunkten bei der Konstruktion der Busse bislang nicht berücksichtigt wurde, wird ggf. eine Überprüfung der Stabilität der Struktur der Busse notwendig. Die Rückhalteeinrichtungen schränken zudem möglicherweise die flexible Nutzung des Mehrzweckbereiches ein, da die erforderlichen Einbauten nicht bündig mit dem Fahrzeugboden gestaltet werden können und die erforderlichen Rückhalteeinrichtungen im Bus verstaut werden müssen. Zudem erfordert diese Art der Transportsicherung im Vergleich mit einer Aufstellung des Hilfsmittels entgegen der Fahrtrichtung einen hohen Zeitbedarf für das Anlegen der Rückhalteeinrichtung sowie Assistenz durch das Fahrpersonal. Daher gestaltet sich der Transport in Fahrtrichtung aus betrieblicher Sicht nachteilig und ist nicht zu empfehlen.

Die in Deutschland und auch weltweit bei Rollstühlen übliche Sicherung in Linienbussen, bei der der Rollstuhl entgegen der Fahrtrichtung des Busses an einer Prallplatte sowie seitlichen Begrenzungen (Fahrzeugwand, Haltestange) aufgestellt wird, stellt auch für Elektromobile die einfachste Möglichkeit für den Transport dar. Der Nutzer des Hilfsmittels kann sich weitgehend selbst bewegen (ggf. mit Ausnahme der Betätigung der Einstiegshilfe), der Aufstellvorgang erfordert einen relativ geringen Zeitbedarf und die Flexibilität der Flächennutzung (Mehrzweckbereich) wird in keiner Weise eingeschränkt. Der Nutzer kann während des Transports auf dem Hilfsmittel verbleiben und ggf. für zusätzliche Stabilität sorgen.

Diese Art der Aufstellung hat sich zugleich als sicher für den Transport erwiesen und findet weltweit auch beim Transport von Elektromobilen Anwendung im öffentlichen Verkehr. In Versuchen, bei denen Busfahrten mit extremen Fahrmanövern simuliert wurden (bis hin zum Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug), zeigte sich, dass Elektromobile bei einer Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung an der Prallplatte standsicher (ohne zu kippen) transportiert werden können. Es zeigten sich zudem keinerlei Stabilitätsprobleme für das Hilfsmittel selbst. Diese Erkenntnisse wurden in verschiedenen Testreihen bestätigt. Es wurde aber in allen Untersuchungen darauf hingewiesen, dass entsprechende Sicherheits- bzw. Rückhalteeinrichtungen verwendet werden müssen, um die Kippsicherheit zu erreichen. Dies bedeutet für den Transport von Elektromobilen im Bus entgegen der Fahrtrichtung, dass eine Abstützung des Hilfsmittels auf drei Seiten erforderlich wird: durch die Fahrzeugwand, die Prallplatte sowie durch eine Armlehne oder senkrechte oder waagerechte Haltestange auf der Gangseite. Die UN/ECE Nr. 107 [12] macht keine konkreten Vorgaben bezüglich der Länge der gangseitigen Haltestange. Diese sollte so lang sein, dass eine Abstützung eines an der Prallplatte aufgestellten Elektromobils über die Seite der Rückenlehne sicher möglich ist

Weitere bisher verwendete zusätzliche Gurtsysteme sind in ihrem zusätzlichen Nutzen beschränkt. So kann beispielsweise ein Kippen dreirädrige Elektromobile nicht sicher verhindert werden. Sie finden in Deutschland bislang auch nur vereinzelt Anwendung in Linienbussen, da sie auch aus betrieblicher Sicht bezüglich einer korrekten Anwendung durch die Nutzer sowie Fehlnutzungen durch andere Fahrgäste (auch Vandalismus) eher restriktiv betrachtet werden.

Bei den Fahrversuchen wurde festgestellt, dass insbesondere Elektromobile aufgrund ihrer Konstruktion zu seitlichen Schwankbewegungen neigen können. Hier wäre zu überlegen, ob die Breite des Aufstellplatzes zwischen Fahrzeugwand und gangseitiger Rückhaltevorrückung verringert werden kann, um die Auslenkung zu verringern. Am Markt gibt es inzwischen bereits automatisch arbeitende Systeme, die für eine Einspannung des Hilfsmittels während des Transports sorgen und somit laterale Bewegungen des Hilfsmittels vermeiden (vgl. Kap. 7.1.1).

7 Weitergehende Vorschläge – Technische und organisatorische Lösungsansätze

7.1 Neue Sicherungssysteme für die Anwendung in Bussen

Neben den bereits beschriebenen Sicherungssystemen gemäß den Vorgaben aus der UN/ECE Regelung Nr. 107, die sich bereits in einer Vielzahl von Fällen in der Praxis bewährt haben, bestehen weitere Sicherungsmöglichkeiten für Elektromobile während des Transports. Diese finden teilweise bereits Verwendung im Kraftfahrzeugbereich und haben vor allem das Ziel, den Zeitaufwand für die Fixierung zu minimieren und Fehlbedienungen zu vermeiden.

7.1.1 Automatisiertes Rollstuhl-Sicherungssystem für den ÖPNV

Die Firma Quantum hat speziell für den ÖPNV ein automatisches Sicherungssystem für Rollstühle und Elektromobile entwickelt (Bild 43). Es ist für Rollstuhlstellplätze vorgesehen, bei denen sich der Nutzer entgegen der Fahrtrichtung des Busses an einer Prallplatte aufstellt. In der Wirkungsweise ähnelt es dem zur Gangseite vorgeschriebenen Haltegriff gemäß einschlägiger europäischer Vorschriften, da es vor allem eine Abstützung zur Gangseite hin bietet und somit ein Kippen oder Verrutschen in diese Richtung verhindert. Vorteile gegenüber einer statischen Haltestange bietet das System dadurch, dass es sich an die Breite des am Aufstellplatz abgestellten Fahrzeugs automatisch anpasst und dieses kraftschlüssig arretiert. Dadurch werden während der Fahrt des Busses keine Bewegungen des Elektromobils sowohl in Querrichtung als auch in Längsrichtung möglich.

Das System besteht aus einer Antriebseinheit, die am Boden unterhalb der Prallplatte montiert werden kann (vgl. Bild 43), und zwei seitlich der Antriebseinheit angebrachten ca. 80 cm langen Elementen. Das eine der Elemente (auf der Wandseite des Busses) ist in einer horizontalen Position fixiert. Das Element zur Gangseite steht zunächst in vertikaler Position. Nachdem ein Elektromobil den vorgesehenen Aufstellplatz eingenommen hat, wird das Element ein kleines Stück zum Gang hin ausgefahren und senkt sich anschließend in die horizontale Position ab. Dann fahren beide Elemente nach innen und arretieren das Hilfsmittel in Höhe der Räder kraftschlüssig (Bild 44). Der gesamte Vorgang (Feststellung) erfolgt vollautomatisch und dauert ca. 30 Sekunden. Über eine in der Wand eingelassene Taste signalisiert der Fahrgast seinen Haltewunsch, so dass der Fahrer die Arretierung nach Halt des Busses aufheben kann.



Bild 43: Automatisiertes Sicherungssystem für Rollstühle und Elektromobile (hier Sicherung eines Elektromobils) [100]



Bild 44: Sicherungssystem im arretierten Zustand (Quelle: Q'Straint)

Vorteile des Systems sind, dass keine Einbauten im Bodenbereich erforderlich werden bzw. kein nennenswerter zusätzlicher Platz für Einbauten verloren geht, als dies bei den heutigen, konventionellen Sicherungssystemen im Stadtbus der Fall ist. Zudem lässt sich das System unabhängig von der Größe eines Hilfsmittels anwenden. Somit eignet es sich für alle Arten von Rollstühlen und Elektromobilen. Weiterhin kann es in allen ÖPNV-Fahrzeugen (Bus, Bahn) eingesetzt werden, sodass schnelle Gewöhnungseffekte durch einen einheitlichen Sicherheitsstandard und eine hohe Akzeptanz möglich wären. Für die Hilfsmittel selbst sind keine besonderen Stabilitätsnachweise (z. B. analog ISO 7176-19) erforderlich.

Aus betrieblicher Sicht nachteilig stellt sich der erforderliche Zeitbedarf dar, der für die ordentliche Verriegelung benötigt wird (ca. 30 s). Relativiert wird dies jedoch dann, wenn das Fahrpersonal sowieso den Arbeitsplatz verlassen muss, um die manuelle Klapprampe zu bedienen. Weiterhin nach-

teilig kann es sein, dass das System einen elektrischen Antrieb benötigt und mit mechanisch beweglichen Teilen arbeitet. Bei Fehlfunktionen der Elektrik oder Mechanik wäre der angestrebte Sicherheitsstandard vor allem für die Kippstabilität nicht mehr zu erreichen. Als Rückfallebene könnte zusätzlich die Montage einer seitlich angebrachten Haltestange überprüft werden, wie sie heute nach UN/ECE Nr. 107 gefordert ist. Docking-Station

Eine Variante für das Fixieren eines Hilfsmittels bei der Verwendung als Fahrzeugsitz ist die Nutzung eines Verriegelungssystems (Dock). Solche Systeme werden von verschiedenen Herstellern angeboten. An der Unterseite des Hilfsmittels wird eine Verriegelungsplatte angebracht (Bild 45). Der Nutzer fährt dann mit seinem Hilfsmittel über eine am Fahrzeugboden montierte Docking-Station. Dort wird die Verriegelungsplatte in der Docking-Station kraftschlüssig und fest verbunden. Der Nutzer erhält ggf. akustische und visuelle Informationen über den Betriebszustand der Station. Die Insassensicherung erfolgt über die Benutzung des normalen Dreipunktgurtes im Fahrzeug. Die in der Docking-Station fixierten Hilfsmittel müssen wie auch die Hilfsmittel bei der Fixierung mit den etablierten Rückhalteeinrichtungen einen Nachweis erbringen, dass sie als Fahrersitz verwendet werden können.

Für die Anwendung im ÖPNV stellen sich mehrere Punkte als problematisch dar:

- Die Montage der Docking-Station im Fußbodenbereich der Aufstellfläche. Damit sich andere Fahrgäste nicht verletzen können, wären hier zusätzliche Vorkehrungen zu treffen (z. B. versenkbare Docking-Station).
- Weiterhin wäre es erforderlich, dass jeder Nutzer, der mit seinem Hilfsmittel im ÖPNV befördert werden will, eine Verriegelungsplatte an seinem Gefährt anbringt.
- Zudem stellt sich die Frage nach der Kompatibilität, da sich die Docking-Stationen der verschiedenen Hersteller unterscheiden. Für die flächendeckende Anwendung im ÖPNV müsste demnach ein offener Standard geschaffen werden.
- Es müssten ggf. auch statische Nachweise für die Befestigung der Docking-Station am Fahrzeugboden bzw. die statische Stabilität der Befestigung geführt werden, um eine Zulassung für Linienbusse zu erhalten

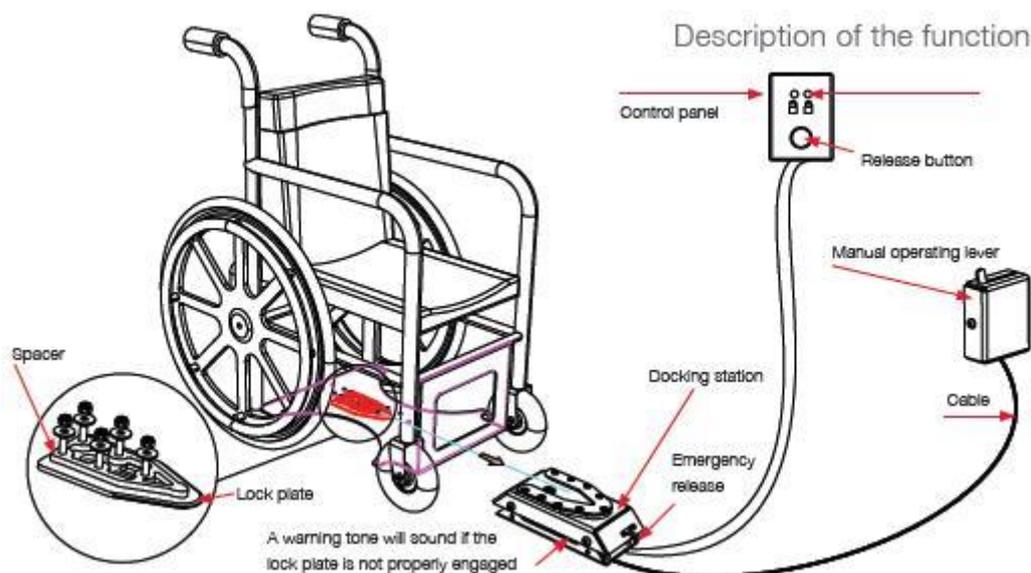


Bild 45: Aufbau (Schema) einer Docking-Station für den sicheren Transport von Hilfsmitteln in Kraftfahrzeugen (Quelle: Dahl Engineering)



Bild 46: Verriegelungsplatte am Rollstuhl und Docking-Station (Quelle: Dahl Engineering)

7.2 Verbesserung der Manövrierbarkeit von Elektromobilen

Problematisch für größere Hilfsmittel mit einem größeren Wendekreisradius oder Wendebereich ist das Erreichen des Rollstuhlstellplatzes, wenn ein Rangieren auf engem Raum erforderlich wird. Ziel zukünftiger Entwicklungen muss es also sein, die Manövrierfähigkeit auf engem Raum zu verbessern, um die Mitnahme in öffentlichen Verkehrsmitteln zu erleichtern. Einige Hersteller haben hier bereits neue Technologien zur Serienreife geführt. Ob und wann es zu einer Marktdurchdringung kommt, bleibt abzuwarten.

Bereits auf der Rehacare 2014 hat der Hersteller Omniroll AG aus der Schweiz einen Elektrorollstuhl vorgestellt, der durch eine innovative Technik auf der Stelle drehen kann und sich sogar seitwärts bewegen lässt (Bild 47). Das System kommt ohne mechanische Lenkung aus. Es arbeitet mit einem Mecanum-Rad, welches tonnenförmige Rollen auf der Felge montiert hat, die in einem Winkel von ca. 45 Grad zur Achse des Rades angebracht sind. Die Räder werden einzeln angesteuert und können mit unterschiedlichen Drehzahlen betrieben werden. Die Antriebseinheit ist auch ohne Aufbau erhältlich und lässt sich mit anderen Aufbauten erweitern [101]. Da Elektromobile nicht mittels eines Joysticks, sondern über eine direkte Lenkung gesteuert werden, müsste die Technik für die Verwendung bei Elektromobilen noch angepasst werden.



Bild 47: Omnichair – omnidirektional steuerbarer Elektrorollstuhl [102]

Ein ähnliches Antriebs-System hat die Firma Honda entwickelt (Bild 48) und bislang mit ihrem elektrischen Einrad U3-X zur Serienreife gebracht. Das Fahrzeug wurde bereits 2009 der Öffentlichkeit vor-

gestellt [103] und lässt sich über Gewichtsverlagerungen steuern. Mit dem jetzigen Fahrzeug sollen Praxiserfahrungen gesammelt werden und das Fahrzeug so weiterentwickelt werden.



Bild 48: Hondas Radsystem HOT (Honda Omni Traction) (Quelle: Honda)

Das Rad besteht aus einem Ring in vertikaler Richtung, der von vielen kleinen Ringen umgeben ist. Durch Bewegung des Ringes um die Radachse werden Vorwärtsbewegungen durchgeführt, durch bewegen der kleinen Ringe seitliche Bewegungen. In der Kombination der Bewegungen kann jede beliebige Richtung eingeschlagen werden.

Auch diese Technik müsste an die Technik eines Elektromobils angepasst werden bzw. müssten Elektromobile entsprechend umgerüstet werden, um die Technik nutzen zu können.

7.3 Organisatorische Maßnahmen

Die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs durch Elektromobile erfolgt teils auch, um die durch die Ladekapazität der Akkus beschränkte Reiseweite zu vergrößern. Die Elektromobile dienen dann als Zu- und Abbringer zum ÖPNV (wie z. B. auch Fahrräder). Folgende Gedankenansätze könnten als Grundlage für weitergehende Konzepte dienen, um die Nachfrage nach Beförderungskapazitäten im ÖPNV für Elektromobile zu verringern.

7.3.1 Erhöhung der Reichweite durch Nutzung öffentlicher oder privater Ladestationen

Mit zunehmender Umsetzung der Elektromobilität nimmt bereits heute die Anzahl der Ladestationen im öffentlichen Raum zu. Kommunen bzw. Energieversorger stellen die Ladestationen teils zur kostenfreien Nutzung für Fahrer elektrisch unterstützter oder angetriebener Fahrräder als Serviceleistung öffentlich zur Verfügung (Bild 49). Auch die Ladestationen für elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge oder elektrisch betriebene Fahrzeuge der zunehmenden Anzahl der Carsharing-Anbieter werden oftmals im öffentlichen Raum platziert. Serviceleistungen, wie sie bereits im Radverkehr umgesetzt sind, könnten auch für die Nutzer von elektrisch betriebenen Hilfsmitteln angeboten werden. Dabei sollten auch weitere öffentliche und private Einrichtungen, die für die Nutzer ein Reiseziel darstellen, in die Angebotsplanung einbezogen werden. Dies könnten beispielsweise Krankenhäuser, Ärztehäuser oder Arztpraxen sowie Friedhöfe sein. Da die Nutzer in der Regel noch kurze Strecken zu Fuß zurücklegen können, kann während der Dauer des Termins am Zielort die Aufladung des Hilfsmittels erfolgen und somit die Reichweite und der Aktionsradius erhöht werden.



Bild 49: Öffentliche Ladestation für elektrisch betriebene Fahrräder in Dormagen-Zons (Foto: Energieversorgung Dormagen)

7.3.2 Verbesserung der Leihmöglichkeiten von Elektromobilen

In Anlehnung an heute bereits in vielen Städten anzutreffende Fahrradverleihsysteme (Bild 50) wäre auch ein Verleih von Elektromobilen denkbar. Dabei könnten Elektromobile an zentralen Haltestellen ausgeliehen werden, sodass sie nach der Fahrt mit dem ÖPNV zum Zielort dort für die „letzte Meile“ genutzt werden können. Teilweise wird dies in den Städten bereits realisiert, z. B. ist in Köln eine Ausleihe von Elektromobilen an der Radstation am Hauptbahnhof möglich [104].



Bild 50: Leihstation von Metropolrad Ruhr auf dem Bahnhofsvorplatz in Oberhausen (Foto: Boenke)

Eine entsprechende Abstellmöglichkeit für das eigene Elektromobil wäre am Startort, an dem der Einstieg in den ÖPNV erfolgt, erforderlich. Dabei wäre eine bewachte Station nicht zwingend. Denkbar wären Abstellanlagen wie es sie mit den Fahrradboxen für den Radverkehr gibt. Der Verleih mit ggf. erforderlichen Öffnungscodes für Abstellanlage und Elektromobil ließe sich per Telefon oder Smartphone-App abwickeln.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Boenke, Dirk; Martini, Klaus (2014): Untersuchung möglicher Gefährdungspotenziale bei der Beförderung von Elektromobilen (E-Scootern) in Linienbussen. Gutachten im Auftrag des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. STUVA e. V. Köln.
- [2] BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen (1992): Die Sicherung von Rollstuhlfahrern in Linienbussen und Behindertentransportwagen. Bremerhaven (Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 88).
- [3] Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG (11.02.2015): Sichere Scootermithnahme - Kipptest unter Quer- und Längsbeschleunigung. Kassel.
- [4] Geraer Verkehrsbetrieb GmbH (2015): Zur Sicherheit der Fahrgäste: Keine Beförderung von ElektroScootern mehr beim GVB. Gera. Online verfügbar unter <http://www.gvbgera.de/aktuelles/artikel/zur-sicherheit-der-fahrgaeste-keine-befoerderung-von-elektro-scootern-mehr-beim-gvb/>, zuletzt geprüft am 28.04.2015.
- [5] Boenke, Dirk; Piazzolla, Antonio; Martini, Klaus (2015): Gutachterliche Beurteilung zu Standsicherheit und Positionierung von Elektromobilen (E-Scootern) in den Stadtbahnen der Kölner Verkehrs-Betriebe AG. Gutachten der STUVA e. V. im Auftrag der Kölner Verkehrs-Betriebe AG. In Bearbeitung.
- [6] VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (2014): Beförderung von Elektromobilen (E-Scooter/Seniorenmobil) in Linienbussen. Rundschreiben Nr. 8/2014. Köln.
- [7] Stadtwerke München GmbH (2013): Ein- und Ausstieg mit Scootern in Tram und Bus. Testfahrten am 01.06.2013 im Trambetriebshof Einsteinstr. 148.
- [8] DEKRA Automobil GmbH (2015): Einschätzung der Transportfähigkeit von E-Scootern bzw. Rollstühlen in Linienbussen. Standfestigkeitstests mit einem dreirädrigen Elektromobil. Gutachten der DEKRA Automobil GmbH im Auftrag der Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH. Bielefeld.
- [9] Müller, Florian (2015): Fahrversuche zum Transport elektrisch betriebener Scooter in Kraftomnibussen. Gutachten im Auftrag der Kieler Verkehrsgesellschaft mbH. DEKRA Automobil GmbH. Kiel.
- [10] Kasten, Peter (1992): Fahrgastfreundliche und behindertengerechte Linienbusse. Beschleunigungsmessungen an Rollstühlen und Linienbussen. In: Die Sicherung von Rollstuhlfahrern in Linienbussen und Behindertentransportwagen. BASt - Bundesanstalt für Straßenwesen. Bremerhaven (Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 88), S. 31–66.
- [11] Muser, Markus; Walz, Felix (2004): Sicherheitsanforderungen für den Transport von Reisenden mit Rollstühlen im öffentlichen Verkehr. Version 1.1. Im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr. Arbeitsgruppe für Unfallmechanik (AGU). Zürich.
- [12] UN/ECE Regelung Nr. 107: Regelung Nr. 107 der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UN/ECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen der Klassen M2 und M3 hinsichtlich ihrer allgemeinen Konstruktionsmerkmale. Fundstelle: ABl. L255/1 vom 29.9.2010.
- [13] Hunter-Zaworski, Katharine; Zaworski, Joseph R. (2005): Assessment of Rear Facing Wheelchair Accommodation on Bus Rapid Transit. Final Report for Transit IDEA Project 38. Transportation Research Board. Corvallis (Oregon, USA).
- [14] Rutenberg, Uwe; Baerg, Randolph; MacNabb, Michael; Little, Alan K.; Hemily, Brandon (2005/2007): Assessment of low-floor transit bus g forces on rear-facing wheelchair securement systems. Prepared for Transport Development Centre Transport Canada. Amended January 2007. Transport Canada. Ottawa (Transport Canada, TP 14429E).

- [15] Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG (16.02.2015): E-Scooter: Sicher fahren in Bus und Bahn. Kassel. Online verfügbar unter [http://www.kvg.de/index.php?id=486&tx_ttnews\[tt_news\]=848&cHash=fad1004186a63e229d6c228a736a539](http://www.kvg.de/index.php?id=486&tx_ttnews[tt_news]=848&cHash=fad1004186a63e229d6c228a736a539), zuletzt geprüft am 23.04.2015.
- [16] EvoBus GmbH (2015): Anteil der Neufahrzeuge mit Rollstuhlstellplatz gemäß der Mindestanforderungen der EU-Busrichtlinie bei Linienbussen von EvoBus. Mannheim, 11.05.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [17] Department for Transport (2015): Mobility scooters and powered wheelchairs on the road - some guidance for users. March 2015. London. Online verfügbar unter https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/411212/Mobility_Vehicle_Users_guidance.odt, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [18] FZV: Fahrzeug-Zulassungsverordnung vom 3. Februar 2011 (BGBl. I S. 139), die zuletzt durch Artikel 1 u. 2 der Verordnung vom 8. Oktober 2013 (BGBl. I S. 3772) geändert worden ist.
- [19] PflVG: Pflichtversicherungsgesetz vom 5. April 1965 (BGBl. I S. 213), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 48 des Gesetzes vom 1. April 2015 (BGBl. I S. 434) geändert worden ist.
- [20] Der Rat der europäischen Union: Richtlinie 93/42/EWG des Rates über Medizinprodukte. 14.6.1993.
- [21] Der Rat der europäischen Union: Richtlinie 2007/74/EG des Rates vom 5. September 2007 zur Änderung der Richtlinien 90/385/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über aktive implantierbare medizinische Geräte und 93/42/EWG des Rates über Medizinprodukte sowie der Richtlinie 98/8/EG über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkte. Fundstelle: ABl. L 247 vom 21.9.2007, S. 21.
- [22] MPG: Medizinproduktegesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (BGBl. I S. 3146), das zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1133) geändert worden ist.
- [23] Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V. (2015): CE-Kennzeichnung bei Medizinprodukten und Hilfsmitteln. REHADAT-Hilfsmittel. Köln.
- [24] SGB V: Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. April 2015 (BGBl. I S. 583) geändert worden ist.
- [25] GKV-Spitzenverband (2015): Hilfsmittelverzeichnis HMV, 11.03.2015. Telefongespräch an STUVA e. V.
- [26] Gemeinsamer Bundesausschuss (2012): Das Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Hg. v. Gemeinsamer Bundesausschuss. Online verfügbar unter <https://www.g-ba.de/institution/themenschwerpunkte/hilfsmittel/verzeichnis/>, zuletzt aktualisiert am 11.04.2012, zuletzt geprüft am 12.03.2015.
- [27] Europäische Norm DIN EN 12184, 2014-06: Elektrorollstühle und -mobile und zugehörige Ladegeräte - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 12184:2014.
- [28] GKV-Spitzenverband (2014): Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Version 06.03.04. Berlin. Online verfügbar unter <https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/home.action>, zuletzt geprüft am 23.09.2015.
- [29] Johann Ziegler: Working Area of Wheelchairs. Details about Some Dimensions that are specified in ISO 7176-5. FIOT Wien, Österreich.
- [30] Deutsches Rotes Kreuz (Kreisverband Köln e. V.) (27.04.2015): Transport von Fahrgästen und Elektromobilen. Memo auf Anfrage der Kölner Verkehrs-Betriebe AG. Köln.

- [31] Instituut voor Mobiliteit, Universiteit Hasselt (2015): Vervoerbare verplaatsingshulpmiddelen op voertuigen van VVM De Lijn en/of voertuigen die ingezet worden voor de openbare dienstverplichting tot het vervoer van personen met een handicap of een ernstig beperkte mobiliteit. Noch in Bearbeitung. Hasselt.
- [32] GKV-Spitzenverband (2015): Verkaufszahlen von Elektromobilen. Berlin, 28.05.2015. Telefongespräch an STUVA e. V.
- [33] Norm ISO 7176-5:2008-06: Rollstühle - Teil 5: Bestimmung der Maße, der Masse und des Bereichs zum Manövrieren.
- [34] Dudenverlag (Hg.): Wendekreis, der. Bibliographisches Institut GmbH (Duden online). Online verfügbar unter <http://www.duden.de/rechtschreibung/Wendekreis>, zuletzt geprüft am 27.04.2015.
- [35] Meyra GmbH; Ortopedia: Leitfaden zur Versorgung mit Elektrofahrzeugen. 2. Auflage.
- [36] DEKRA Automobil GmbH (2015): Berechnung Kippsicherheit Elektromobile. Bielefeld.
- [37] VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (2014): Mitnahme von Mobilitätshilfen in Bussen. Ausgabe 2014. Köln (VDV-Mitteilung, 7028).
- [38] Kölner Verkehrs-Betriebe AG (2012): Mitnahmeregelung zu Elektromobilen. Betriebliche Anweisung 051/12 vom 13.12.2012. Köln.
- [39] BefBedV (01.09.1970): Verordnung über die Allgemeinen Beförderungsbedingungen für den Straßenbahn- und Obusverkehr sowie den Linienverkehr mit Kraftfahrzeugen vom 27. Februar 1970 (BGBl. I S. 230), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 8. November 2007 (BGBl. I S. 2569) geändert worden ist.
- [40] Scooter werden nur in U-Bahnen mitgenommen (2015). München. Online verfügbar unter <http://www.cbf-muenchen.de/club-post-blog/aktuelle-ausgabe/983-scooter-werden-nur-in-u-bahnen-mitgenommen>, zuletzt aktualisiert am 26.02.2015, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [41] Rheinbahn AG (10.12.2014): Mitnahme von Elektromobilen in Bussen ausgeschlossen. Düsseldorf. Online verfügbar unter <http://www.rheinbahn.de/presse/mitteilungen/Seiten/PressReportDetail.aspx?Nr=84031>, zuletzt geprüft am 23.04.2015.
- [42] Bohnenkamp, Christian (2015): Üstra erwägt E-Scooter-Verbot. In: Neue Presse, 18.01.2015 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter <http://www.neuepresse.de/Hannover/Meine-Stadt/Hannover-Uestra-erwaegt-E-Scooter-Verbot>, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [43] VAG Nürnberg (2015): Mitnahmeregelungen bei der Beförderung von Elektromobilen im Verkehrsverbund Großraum Nürnberg. Nürnberg, 24.04.2015. Telefonische Auskunft an STUVA e. V.
- [44] Etzkorn, Helmut P. (2015): Die Unabhängigkeit ist zurück. In: Westfälische Nachrichten, 18.08.2015 (Online-Ausgabe). Online verfügbar unter <http://www.wn.de/Muenster/2083694-Behinderte-Fahrgaeste-im-OePNV-Die-Unabhaengigkeit-ist-zurueck>, zuletzt geprüft am 18.08.2015.
- [45] Kasseler Verkehrs-Gesellschaft AG (20.01.2015): Freie Fahrt für Elektroscooter in Bussen und Bahnen der KVG. Kassel. Online verfügbar unter [http://www.kvg.de/index.php?id=486&tx_ttnews\[tt_news\]=826&cHash=2cf1de20bff391c8077a39fdea2382f2](http://www.kvg.de/index.php?id=486&tx_ttnews[tt_news]=826&cHash=2cf1de20bff391c8077a39fdea2382f2), zuletzt geprüft am 23.04.2015.
- [46] Verkehrsverbund Bremen/Niedersachsen GmbH (2015): Beförderung von E-Scootern in Bussen und Straßenbahnen nicht möglich. Übergangsregelung der Bremer Straßenbahn AG vom 12. Januar 2015. Bremen. Online verfügbar unter

- [https://www.vbn.de/aktuelles/news/detailseite.html?tx_ttnews\[tt_news\]=216&cHash=fc97ceb559c706ca38ebb3c5e9f3c0b](https://www.vbn.de/aktuelles/news/detailseite.html?tx_ttnews[tt_news]=216&cHash=fc97ceb559c706ca38ebb3c5e9f3c0b), zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [47] Kieler Verkehrsgesellschaft mbH (2015): Fahrservice für Fahrgäste mit E-Scootern. Kiel. Online verfügbar unter <http://www.kvg-kiel.de/service/e-scooter/>, zuletzt geprüft am 23.04.2015.
- [48] Verkehrsgesellschaft Bremerhaven AG (29.01.2015): Presseinformation 01/15 Übergangslösung Beförderung von E-Scootern. Bremerhaven, presse@bremerhavenbus.de. Online verfügbar unter https://www.vbn.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/News_Aktuelles/BB-E-Scooter-Uebergangsloesung.pdf, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [49] Deutsche Bahn AG (2015): DB Regio Bus. Zahlen, Daten, Fakten. Berlin. Online verfügbar unter <http://www1.deutschebahn.com/ts-regiobus-de/start/unternehmen/>.
- [50] Deutsche Bahn AG (2008): Leitfaden für die Mitnahme orthopädischer Hilfsmittel (Mobil mit Handicap).
- [51] Norm ISO 7193:1985-12, zurückgezogen: Rollstühle; Maximale Außenmaße.
- [52] Deutsche Bahn AG: Programm der Deutschen Bahn AG. Juni 2005.
- [53] DB Vertriebs GmbH (2010): Das 1. Programm der Deutschen Bahn AG. Wichtige Meilensteine der Deutschen Bahn AG auf dem Weg zur Barrierefreiheit - Rückblick Maßnahmen 2005-2010. Frankfurt am Main.
- [54] Deutsche Bahn AG (2012): Das 2. Programm der Deutschen Bahn AG. Dezember 2011.
- [55] Deutsche Bahn AG (2015): Leitfaden für die Mitnahme orthopädischer Hilfsmittel. Entwurf (März 2015). Frankfurt am Main.
- [56] BehiG: Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz) vom 13. Dezember 2002 (Stand am 1. Juli 2013).
- [57] Schweizerischer Bundesrat: Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs. VböV, vom 12.11.2003 (Stand am 01.07.2010).
- [58] Bundesamt für Verkehr - BAV (2012): Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs» (VböV). Erläuterungen zu den einzelnen Verordnungsartikeln. Bern.
- [59] FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität (2009): Anforderungen an barrierefreie Linienbusse. Leitfaden für barrierefreien Öffentlichen Verkehr. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie; des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung; des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung.
- [60] De Lijn Centrale Diensten (2015): Beförderung von Elektromobilen im belgischen ÖPNV (flämischer Teil). Mechelen, 29.04.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [61] GVB (2015): Mitnahme von Elektromobilen im ÖPNV in den Niederlanden. Amsterdam, 28.05.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [62] RET Rotterdamse Elektrische Tram: Reizen met een beperking. Rotterdam.
- [63] Consumentenbond; Coördinatiegroep Zelfreguleringsoverleg; Sociaal-Economische Raad en treden in werking (2014): Algemene voorwaarden stads- en streekvervoer 2014.
- [64] Research Institute for Consumer Affairs (Rica) (2015): Mobility scooters on buses. Online verfügbar unter <http://www.rica.org.uk/content/mobility-scooters-buses#scooter-sizes>, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [65] Disabled Living Foundation (2015): Differences between Class 2 and Class 3 scooters & buggies. London. Online verfügbar unter <http://www.livingmadeeasy.org.uk/scenario.php?csid=398>, zuletzt geprüft am 27.04.2015.

- [66] The Confederation of Passenger Transport UK (CPT); Department for Transport; FirstGroup plc: CPT Code for the use and acceptance of Mobility Scooters on low floor Buses. London.
- [67] Transport for London (2015): Wheelchair access & avoiding stairs. Wheelchairs and mobility scooters - Mobility aid recognition scheme. London. Online verfügbar unter <http://www.tfl.gov.uk/transport-accessibility/wheelchair-access-and-avoiding-stairs#on-this-page-2>, zuletzt geprüft am 27.04.2015.
- [68] Lothian Buses (2015): Accessible buses. Edinburgh. Online verfügbar unter <http://lothianbuses.com/about-us/community/accessible-buses>.
- [69] FirstGroup plc (2015): Mobility Scooters on low floor Buses. Glasgow. Online verfügbar unter http://www.firstgroup.com/ukbus/glasgow/bus_access/low_floor_access/mobility_scooter.php, zuletzt geprüft am 09.07.2015.
- [70] SPT Strathclyde Partnership for Transport (2015): Subway: Maps & Stations. Accessibility. Glasgow. Online verfügbar unter <http://www.spt.co.uk/subway/maps-stations/>, zuletzt geprüft am 09.07.2015.
- [71] NSB AS (2015): Mitnahme von Elektromobilen im ÖPNV in Norwegen. Oslo, 01.06.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [72] NAV Norwegian Labour and Welfare Administration (2013): Brukerveiledninger til elektriske rullestoler. Oslo. Online verfügbar unter <https://www.nav.no/no/NAV+og+samfunn/Samarbeid/Hjelpemidler/Snarveier/Brukerveiledninger+til+elektriske+rullestoler.365792.cms>, zuletzt aktualisiert am 06.06.2014, zuletzt geprüft am 09.07.2015.
- [73] Use of Rear-Facing Position for Common Wheelchairs on Transit Buses. A Synthesis of Transit Practice. Transit Cooperative Research Program (TRCP) (2003). Washington D.C. (TRCP Synthesis, 50).
- [74] Rutenberg, Uwe; Suen, Ling; Little, Alan K.; Mitchell, Kit (2011): Analysis and Assessment of the Environment for Three- and Four-Wheel Mobility Scooters and Identification of Future Needs. Prepared for Transportation Development Centre of Transport Canada. Transport Canada. Ottawa (Transport Canada, TP 15168E).
- [75] Halifax Transit (2015): Accessible low floor buses. Boarding & Disembarking Procedures; Restraint Procedures. Halifax (Canada). Online verfügbar unter <https://www.halifax.ca/transit/ALF.php>, zuletzt geprüft am 13.07.2015.
- [76] Toronto Transit Commission TTC (2015): Riding the bus. Wheelchair and scooter positions. Toronto. Online verfügbar unter https://www.ttc.ca/TTC_Accessibility/Easier_access_on_the_TTC/Riding_the_bus.jsp, zuletzt geprüft am 13.07.2015.
- [77] Toronto Transit Commission TTC (2015): Easier Access on the TTC. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=TdbEhq4ERpc>, zuletzt geprüft am 13.07.2015.
- [78] OC Transpo (2015): Para Transpo. Transportation for people with disabilities. Ottawa. Online verfügbar unter http://www.octranspo1.com/accessibility/para_transpo, zuletzt geprüft am 13.07.2015.
- [79] Australian Government: Disability Standards for Accessible Public Transport 2002.
- [80] Australian Government (2004): Disability Standards for Accessible Public Transport Guidelines 2004 (No. 3).
- [81] The State of Queensland (Department of Transport and Main Roads) (2011): Travelling with your Wheelchair or Mobility Scooter. Public Transport and Registration Requirements.

- [82] The State of Queensland (Department of Transport and Main Roads): Wheelchairs and Mobility Scooters. A guide for safe travel in Queensland.
- [83] HSL Helsingin Seudun Liikenne (2015): Accessibility. Wheelchairs and walkers. Helsinki. Online verfügbar unter <https://www.hsl.fi/en/information/how-use-public-transport/accessibility>, zuletzt geprüft am 09.07.2015.
- [84] CTS (2014): Guide Pratique. Bus, Tram, Vélo, Car, Auto partage, Parking Relais. Straßburg.
- [85] Provinzialverwaltung Barcelona (2015): Mitnahme von Elektromobilen im ÖPNV in Barcelona. Barcelona, 15.07.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [86] Meyra GmbH (2015): Transport in öffentlichen Verkehrsmitteln. Sicherheit mit Meyra-Rollstühlen, auch beim Behindertentransport. Kalletal-Kalldorf. Online verfügbar unter <http://www.meyra.de/kfz-transport/>, zuletzt geprüft am 24.04.2015.
- [87] Sunrise Medical GmbH & Co. KG: Sunrise Medical Rollstühle und Rückensysteme: Getestet nach ISO 7176-19 und ISO 16840-4. Malsch. Online verfügbar unter <http://www.sunrisedice.com/asset-bank/assetfile/14475.pdf>.
- [88] StVZO: Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 26. April 2012 (BGBl. I S. 679), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 9. März 2015 (BGBl. I S. 243) geändert worden ist.
- [89] UN/ECE Regelung Nr. 17: Regelung Nr. 17 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bestimmungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich der Sitze, ihrer Verankerungen und Kopfstützen. Fundstelle: ABl. L 230, S. 81 vom 31.8.2010.
- [90] UN/ECE Regelung Nr. 14: Regelung Nr. 14 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der Sicherheitsgurtverankerungen, der ISOFIX-Verankerungssysteme und der Verankerungen für den oberen ISOFIX-Haltegurt. Fundstelle: ABl. L 109, S. 1 vom 28.4.2011.
- [91] Kruse, Katja (2013): Rechtssichere Beförderung von Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrern. Positionspapier des Runden Tisches „Sichere Mobilität für Menschen mit Behinderung“. Bundesverband für Körper- und Mehrfachbehinderte e. V. BVKM. Düsseldorf.
- [92] Norm ISO 10542-1:2012-10: Technical systems and aids for disabled or handicapped persons - Wheelchair tiedown and occupant-restraint systems - Part 1: Requirements and test methods for all systems.
- [93] Bundesverband Selbsthilfe Körperbehinderter e. V. BSK (2014): Barrierefreiheit in Fernlinienbussen. Allgemeine Anforderungen an die barrierefreie Gestaltung von Fernlinienbussen. Krautheim.
- [94] Adolph, Thorsten (2014): Stand der nationalen und internationalen Normung zur Beförderung von Rollstuhlnutzern. Barrierefreiheit in der Freizeit und Teilhabe am öffentlichen Leben. Forum Mobilität für Menschen mit Behinderung. Verband der TÜV e. V. Berlin, 11.11.2014.
- [95] Norm ISO 7176-19:2008-07: Rollstühle - Teil 19: Mobilitätseinrichtungen (Rollstühle) zur Anwendung als Sitz in Motorfahrzeugen.
- [96] Verband der TÜV e. V. (2013): Rechtssichere Beförderung von Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrern. Positionspapier des Runden Tisches „Sichere Mobilität für Menschen mit Behinderung“.
- [97] van Roosmalen, Linda; Karg, Patricia; Hobson, Douglas; Turkovich, Michael; Porach, Erik (2011): User evaluation of three wheelchair securement systems in large accessible transit vehicles. In: Journal of Rehabilitation Research & Development 48 (7), S. 823–838.

- [98] MAN Truck & Bus AG (2015): Konstruktionsbedingte Erfordernisse beim Transport von Rollstühlen in Linienbussen. Mannheim, 12.01.2015. E-Mail an STUVA e. V.
- [99] StVO: Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1635) geändert worden ist.
- [100] Q'Straint (2014): Quantum Securement System.
- [101] Omniroll AG: Omnibase - die manövrierfähigste Antriebseinheit der Welt. Bellach (Schweiz). Online verfügbar unter http://neu.omniroll.ch/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/Omniroll_Factsheet_OB_de.pdf.
- [102] Omniroll AG: Omnichair - der manövrierfähigste Elektrostuhl der Welt. Datenblatt. Bellach (Schweiz).
- [103] Honda Deutschland (2015): U3-X Monocycle. Revolutionäre Rolle. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter http://de.honda.de/innovation/zukunft/zukunft_u3x_monocycle.php, zuletzt geprüft am 13.07.2015.
- [104] Stadt Köln (2015): Ausleihe von Elektromobilen. Online verfügbar unter <http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/soziales/behinderung/ausleihe-von-elektromobilen>, zuletzt geprüft am 22.09.2015.
- [105] Steinfeld, Edward; Paquet, Victor; D'Souza, Clive; Joseph, Caroline; Maisel, Jordana (2010): Anthropometry of Wheeled Mobility Project. Final Report. Buffalo (USA).
- [106] EU-Busrichtlinie, vom 20.11.2001 (Berichtigung, ABl. L 125 vom 21.05.2003 (2001/85)); Geändert mit Richtlinie 2006/96/EG vom 20.11.2006): Richtlinie 2001/85/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über besondere Vorschriften für Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und zur Änderung der Richtlinien 70/156/EWG und 97/27/EG.
- [107] Europäische Kommission: Verordnung (EU) Nr. 1300/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität bezüglich der Zugänglichkeit des Eisenbahnsystems der Union für Menschen mit Behinderungen und Menschen mit eingeschränkter Mobilität. TSI PRM. Fundstelle: ABl. L 356/110 vom 12.12.2014.

Anhang A: Ergebnisse der Rangierversuche

Legende

++	Rangieren ohne Probleme
+	Rangieren mit wenigen Korrekturen (maximal drei Züge)
–	Rangieren mit vielen Korrekturen (mehr als drei Züge)
--	Versuch nicht erfolgreich
X	Aufstellung im Mehrzweckbereich nicht möglich

8.1 Rangierversuch 1: Aufstellbereich gegenüber der Einstiegstür

Tabelle 8: Rangierversuch 1a

Versuch 1a: Einfahrt vorwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung, Ausfahrt vorwärts								
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]			
					1.300	2.050	2.800	3.550
1	Invacare Colibri	4	1.010	1.170	--	–	–	–
2	Freerider Saturn	3	1.130	1.050	--	–	–	–
3	Freerider Venus	4	1.240	1.470	--	--	--	--
4	Invacare Orion	4	1.290	1.470	--	--	--	--

Tabelle 9: Rangierversuch 1b

Versuch 1b: Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt vorwärts								
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]			
					1.300	2.050	2.800	3.550
1	Mobilis M23	3	930	823	+	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	--	+	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	+	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	--	+	++	++
5	Mobilis M54	4	1.280	1.480	--	–	+	++
6	Mobilis M58	4	1.290	1.565	X	–	+	++
7	Mobilis M68	4	1.290	1.565	X	–	+	+
8	Trendmobil President	4	1.400	2.110	X	--	--	--
9	Kymco Maxi 220	4	1.450	2.200	X	--	--	--
10	Shoprider Sprinter Deluxe	4	1.450	1.920	X	--	--	--

Tabelle 10: Rangiersversuch 1c

Versuch 1c: Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt rückwärts								
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]			
					1.300	2.050	2.800	3.550
1	Mobilis M23	3	930	823	+	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	--	+	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	+	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	--	+	++	++
5	Mobilis M54	4	1.280	1.480	--	-	++	++
6	Mobilis M58	4	1.290	1.565	X	-	++	++
7	Mobilis M68	4	1.290	1.565	X	-	++	++
8	Trendmobil President	4	1.400	2.110	X	--	-	++
9	Kymco Maxi 220	4	1.450	2.200	X	--	-	++
10	Shoprider Sprinter Deluxe	4	1.450	1.920	X	--	-	++

Tabelle 11: Rangiersversuch 1d

Versuch 1d: Einfahrt rückwärts, Aufstellung entgegen der Fahrriichtung, Ausfahrt vorwärts								
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]			
					1.300	2.050	2.800	3.550
1	Mobilis M23	3	930	823	++	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	+	++	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	++	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	-	++	++	++
5	Mobilis M54	4	1.280	1.480	X	++	++	++
6	Mobilis M58	4	1.290	1.565	X	++	++	++
7	Mobilis M68	4	1.290	1.565	X	++	++	++
8	Trendmobil President	4	1.400	2.110	X	+	++	++
9	Kymco Maxi 220	4	1.450	2.200	X	+	++	++
10	Shoprider Sprinter Deluxe	4	1.450	1.920	X	+	++	++

8.2 Rangiersversuch 2: Aufstellbereich auf der rechten Fahrzeugseite

Tabelle 12: Rangiersversuch 2a

Versuch 2a: Einfahrt vorwärts, Aufstellung entgegen der Fahrtrichtung, Ausfahrt vorwärts							
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]		
					1.300	1.500	2.250
1	Invacare Colibri	4	1.010	1.170	+	+	+
2	Freerider Saturn	3	1.130	1.050	--	--	--
3	Freerider Venus	4	1.240	1.470	--	--	--
4	Invacare Orion	4	1.290	1.470	--	--	--

Tabelle 13: Rangiersversuch 2b

Versuch 2b: Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt vorwärts							
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]		
					1.300	1.500	2.250
1	Mobilis M23	3	930	823	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	+	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	++	++	++
5	Mobilis M54	4	1.280	1.480	+	+	++
6	Mobilis M58	4	1.290	1.565	+	++	++
7	Mobilis M68	4	1.290	1.565	+	+	+
8	Trendmobil President	4	1.400	2.110	X	--	--
9	Kymco Maxi 220	4	1.450	2.200	X	--	--
10	Shoprider Sprinter Deluxe	4	1.450	1.920	X	--	--

Tabelle 14: Rangiersversuch 2c

Versuch 2c: Einfahrt vorwärts, Aufstellung vorwärts, Ausfahrt rückwärts							
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]		
					1.300	1.500	2.250
1	Mobilis M23	3	930	823	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	++	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	++	++	++
5	Mobilis M54	4	1.280	1.480	++	++	++
6	Mobilis M58	4	1.290	1.565	++	++	++
7	Mobilis M68	4	1.290	1.565	+	++	++
8	Trendmobil President	4	1.400	2.110	X	-	+
9	Kymco Maxi 220	4	1.450	2.200	X	-	-
10	Shoprider Sprinter Deluxe	4	1.450	1.920	X	+	+

Tabelle 15: Rangierversuch 2d

Versuch 2d: Einfahrt rückwärts, Aufstellung entgegen der Fahrrichtung, Ausfahrt vorwärts							
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]		
					1.300	1.500	2.250
1	Mobilis M23	3	930	823	++	++	++
2	Mobilis M34	4	1.080	1.220	++	++	++
3	Mobilis M33	3	1.090	965	++	++	++
4	Pride Colt 9	4	1.140	1.310	++	++	++
5	Freerider Venus	4	1.280	1.480	+	++	++
6	Mobilis M54	4	1.290	1.565	+	+	++
7	Mobilis M58	4	1.290	1.565	+	+	++
8	Mobilis M68	4	1.400	2.110	+	+	++
9	Trendmobil President	4	1.450	2.200	X	--	--
10	Kymco Maxi 220	4	1.450	1.920	X	--	--
11	Shoprider Sprinter Deluxe	4	145	192	X	--	--

8.3 Rangierversuch 3: Aufstellbereich auf der rechten Fahrzeugseite und Rangierfläche (Mehrzweckbereich) gegenüber der Einstiegstür

Tabelle 16: Rangierversuch 3

Versuch 3a: Einfahrt vorwärts, rückwärts aufstellen, Ausfahrt vorwärts							
Nr.	Fahrzeug	Räder	Länge [mm]	Wende-radius [mm]	Länge Mehrzweckbereich [mm]		
					1.300	1.500	2.250
1	Invacare Colibri	4	1.010	1.170	++	++	++
2	Freerider Saturn	3	1.130	1.050	++	++	++
3	Freerider Venus	4	1.240	1.470	++	++	++
4	Invacare Orion	4	1.290	1.470	++	++	++

Anhang B: Überblick über die Mitnahmeregelungen der Verkehrsunternehmen in Deutschland (Stand September 2015)

Legende: + = erlaubt; 0 = verboten

Stadt	VU	Verbund	Mitnahme Bus	Mitnahme Bahn	Bemerkungen
Berlin	BVG	VBB	+	+	
Bielefeld	Mobiel		+	+	
Bochum	BOGESTRA	VRR	0	0	Kooperation Östliches Ruhrgebiet (KÖR) – BOGESTRA aus Bochum, HCR aus Herne, VESTISCHE aus Herten und DSW21 aus Dortmund
Bonn	SWB	VRS	0	0	
Bremen	BSAG	VBN	+	+	Übergangslösung, Mitnahme unter bestimmten Rahmenbedingungen erlaubt
Bremerhaven	Bremerhaven Bus	VBN	+	+	Sonderregelung für Mitnahme im Bus
Darmstadt	HEAGmobilo	RVM	0	0	Verbundregelung im RMV
Dortmund	DSW21	VRR	0	0	Kooperation Östliches Ruhrgebiet (KÖR) – BOGESTRA aus Bochum, HCR aus Herne, VESTISCHE aus Herten und DSW21 aus Dortmund
Dresden	DVB	VVO	0	0	
Duisburg	DVG	VRR	0	0	
Düsseldorf	Rheinbahn	VRR	0	+	
Erfurt	EVAG	VMT	0	0	Verbundregelung VMT (Erfurt, Jena, Gera, Landeskreis Gotha, Weimar, Weimarer Land, Saale-Holzland-Kreis)
Essen	EVAG	VRR	0	0	

Stadt	VU	Verbund	Mitnahme Bus	Mitnahme Bahn	Bemerkungen
Frankfurt	VGF	RVM	0	0	
Freiburg	VAG		+	+	
Hamburg	Hochbahn	HVV	+	+	gilt für den gesamten HVV
Hannover	üstra	GVH	+	+	
Herne	HCR	VRR	0	0	Kooperation Östliches Ruhrgebiet (KÖR) – BOGESTRA aus Bochum, HCR aus Herne, VESTISCHE aus Herten und DSW21 aus Dortmund
Jena	Jenaer Nahverkehr	VMT	+	+	Verbundregelung VMT (Erfurt, Jena, Gera, Landkreis Gotha, Weimar, Weimarer Land, Saale-Holzland-Kreis) Taxi-Fahrdienst für Elektromobile (übergangsweise)
Karlsruhe	VBK (Verkehrsverbund Karlsruhe KVV)	VBK	+	+	
Kassel	KVG		+	+	Verbot wieder aufgehoben, nachdem eigene Tests durchgeführt wurden; entsprechende Handlungsanweisungen an die Nutzer; Längenbeschränkung 1,20 m
Kiel	KVG	NAH.SH	+	+	Antrag zur Mitnahme ausfüllen; Buchung eines Fahrdienstes für E-Scooter-Fahrer
Köln	KVB	VRS	0	0	
Kreis Recklinghausen (Herten)	VESTISCHE	VRR	0	0	Kooperation Östliches Ruhrgebiet (KÖR) – BOGESTRA aus Bochum, HCR aus Herne, VESTISCHE aus Herten und DSW21 aus Dortmund
Leipzig	LVB		+	+	
Mainz	MVG		0	0	
Mülheim an der Ruhr	MVG	VRR	0	0	

Stadt	VU	Verbund	Mitnahme Bus	Mitnahme Bahn	Bemerkungen
München	MVG	MVV	0	0	die Mitnahme in den U-Bahnen ist erlaubt
Münster (Regionalverkehr)	RVM		0	-	RVM hat nur Busse
Münster (Stadtverkehr)	Stadtwerke Münster		+	-	Stadtwerke Münster betreiben nur Busse
Nürnberg	VAG	VGN	+	+	
Oberhausen	STOAG	VRR	0	0	
Oldenburg		VBN	0	0	Verkehrsverbund Bremen/Niedersachsen (VBN)
Stuttgart	SSB	VVS	+	+	offene Regelung verankert im VVS-Gemeinschaftstarif
Wiesbaden	ESWE	RMV	0	0	RMV Gemeinschaftstarif (s. Frankfurt am Main)

Anhang C: Marktanalyse von Elektromobilen

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
1	AVC Quingo Compact	C	2	Nein	5	1030	530	1040	kA	80
2	AVC Quingo Classic	C	4	Ja	5	1220	640	1070	kA	127
3	AVC Quingo Air	C	2	Nein	5	1070	560	1040	kA	127
4	AVC Quingo Flyte	C	2	Nein	5	1100	590	1020	kA	127
5	Quingo Toura	C	5	Nein	5	1390	670	1210	kA	150
6	Quingo Vitess	C	4	Nein	5	1270	640	1070	kA	127
7	Bechle Listo	B	2	Nein	4	1070	580	1200	kA	70
8	Bechle Varga	C	4	Nein	4	1300	670	1500	kA	90
9	Bechle Carvo	C	7	Nein	4	1550	700	1490	kA	100
10	Bechle Tifan	C	5	Nein	4	1400	700	1690	kA	100
11	B&B Fortis	B	3	Ja	4	1200	620	1400	1900	120
12	B&B Nox	C	5	Ja	4	1320	650	1700	kA	120
13	B&B Paseo/Rapid2	C	5	Ja	4	1320	610	1220	kA	125
14	B&B Flip	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1015	500	1115	kA	50
15	B&B Orthos	C	6	Nein	4	1450	700	1800	kA	150
16	Days Strider Maxi 4	C	6	Ja	4	1440	650	1650	kA	200
17	Days Strider Midi 4	B	4	Nein	4	1240	610	1350	kA	75
18	Dietz Byte	B	2	Nein	4	1070	580	1200	kA	70
19	Dietz Agin	Ohne Zuordnung	4	Ja	4	1240	560	1490	kA	55
20	Dietz Luggie	B	1	Nein	4	950	460	960	kA	64

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
21	Dietz Alvaro	C	5	Nein	4	1390	630	1300	kA	130
22	Drive BL 350 Envoy	C	4	Ja	4	1210	580	1350	kA	80
23	Drive Spirit 4 / BL 450	C	5	Ja	4	1310	610	1100	kA	80
24	Drive BL 270/BL320	B	1	Nein	4	1000	480	900	kA	65
25	Drive BL 270 Scout	B	2	Nein	4	1080	480	990	kA	60
26	Drive NL 470 Envoy S	C	3	Nein	4	1200	580	1350	kA	80
27	Drive NL700 Santis	C	5	Nein	4	1400	700	1280	kA	80
28	Drive NL500 Supreme	C	5	Nein	4	1320	670	1200	kA	100
29	Drive PL 1300 Royale	C	7	Nein	4	1580	730	1600	kA	150
30	Drive PL 1300 Cobra	C	7	Nein	4	1600	730	1320	kA	100
31	ego Puck	Ohne Zuordnung	1	Nein	4	835	375	980	kA	kA
32	ego Scala	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1050	560	1350	kA	kA
33	ego Avenida	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1270	610	1370	kA	kA
34	ego Avus	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1300	640	1480	kA	kA
35	ego Santiago	Ohne Zuordnung	6	Nein	4	1440	660	1700	kA	kA
36	ego Dakar	Ohne Zuordnung	7	Nein	4	1540	720	1650	kA	kA
37	Elmos HS-580	C	4	Nein	4	1260	610	1150	kA	1000
38	Electric Mobility Rascal 388 Standard	C	4	Nein	4	1250	540	1440	kA	100
39	Electric Mobility Rascal 388 XL	C	4	Nein	4	1250	540	1440	kA	130
40	Electric Mobility Rascal Vantage A5	B	3	Nein	4	1200	585	1320	kA	65

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
41	Electric Mobility Rascal 850	C	4	Nein	4	1270	650	1560	kA	150
42	Electric Mobility Rascal Ventura	C	5	Nein	4	1310	684	1620	kA	90
43	Electric Mobility Rascal Frontier	C	6	Nein	4	1430	650	1410	kA	90
44	Electric Mobility Rascal Pioneer	C	6	Nein	4	1470	645	1520	kA	90
45	Electric Mobility Rascal Liteway 8	C	3	Nein	4	1200	590	1100	kA	80
46	Electric Mobility Rascal Veo	B	2	Nein	4	1080	505	1400	kA	60
47	Electric Mobility Ultralite 480	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1020	510	1130	kA	50
48	Electric Mobility Liteway Balance Plus	A	2	Nein	3	1067	600	880	kA	50
49	Electric Mobility Liteway 4 Plus	C	2	Nein	4	1050	550	1070	kA	90
50	E-Lobil A104	Ohne Zuordnung	1	Nein	4	980	460	970	kA	kA
51	E-Lobil A114	Ohne Zuordnung	1	Nein	4	990	510	1100	kA	kA
52	E-Lobil B204	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1300	640	1140	kA	kA
53	E-Lobil C304	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1300	640	1480	kA	kA
54	E-Lobil C303	Ohne Zuordnung	4	Nein	3	1240	690	1270	kA	kA
55	E-Lobil S941	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1300	690	1480	kA	kA
56	Freerider Langeneß 3	C	3	Nein	3	1120	630	1000	kA	100
57	Freerider FR168-4 Venus	Ohne Zuordnung	3	Nein	4	1240	560	1470	kA	64
58	Freerider Neuwerk	B	4	Nein	4	1240	560	1050	kA	60
59	Freerider Saturn	C	3	Nein	3	1130	600	1050	kA	80
60	Freerider Bornholm XXL	C	6	Nein	4	1480	620	1650	kA	90

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
61	Freerider Mayfair	B	4	Nein	4	1250	580	1330	kA	70
62	Freerider City Ranger 6	B	3	Nein	4	1200	610	1070	kA	66
63	Freerider Westminster	C	7	Nein	4	1520	740	1255	kA	88
64	Freerider Berlin	C	5	Nein	4	1390	630	1160	kA	140
65	Germanxia Trio 120-3	B	1	Nein	3	990	500	850	kA	60
66	Germanxia Mini 250-4	B	2	Nein	4	1100	690	880	kA	63,5
67	Germanxia Micro 120-4	B	2	Nein	4	1100	500	1400	kA	60
68	Germanxia Cityliner 500	C	5	Nein	4	1400	630	1720	kA	135
69	Germanxia Voyager 450	C	4	Nein	4	1300	620	1600	kA	90
70	Germanxia Starliner 600-45	C	6	Nein	4	1460	720	1500	kA	115
71	Handicare Fortress Calypso light	C	4	Ja	4	1210	620	1600	kA	101
72	Handicare Trophy 3W	B	5	Nein	3	1400	660	1250	1650	70
73	Handicare Trophy 4W	Ohne Zuordnung	5	Nein	4	1400	660	1480	1940	70
74	Handicare Trophy Alpine	B	5	Nein	4	1400	660	1250	1650	70
75	Heartway Nomad PT3	B	2	Nein	3	1100	600	940	kA	75
76	Heartway Nomad PF3	B	2	Nein	4	1155	600	970	kA	60
77	Heartway Mirage PF6	B	4	Nein	4	1220	610	1060	kA	76
78	Heartway S9 Venus	C	4	Ja	4	1270	670	980	kA	100
79	Heartway Bolero PF2S	B	4	Nein	4	1310	610	1100	kA	76
80	Heartway PF2 Bolero	B	5	Ja	4	1310	610	1100	kA	76

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
81	Heartway Frontier PF1	C	6	Nein	4	1420	635	1160	kA	102
82	Heartway PF5X Mystere	C	6	Nein	4	1420	630	1160	kA	102
83	Heartway PF5 Mystere	C	6	Ja	4	1420	630	1160	kA	102
84	Heartway PF1S Frontier	C	6	Ja	4	1420	635	1160	kA	102
85	Heartway S8 Aviator	C	7	Ja	4	1570	700	1160	kA	120
86	Heartway PT7 Monarch Royale	C	7	Ja	3	1580	730	1260	kA	150
87	Heartway PF7 Monarch Royale 4	C	7	Ja	4	1580	730	1600	kA	150
88	Invacare Leo	B	4	Ja	4	1220	590	1310	kA	60
89	Invacare Orion	C	4	Ja	4	1290	630	1470	kA	90
90	Invacare Auriga 4	C	4	Nein	4	1220	610	1500	kA	80
91	Invacare Auriga 3	C	3	Nein	3	1200	610	1200	kA	80
92	Invacare Colibri 4	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1010	610	1170	kA	45
93	Invacare Colibri 3	A	2	Nein	3	1010	610	970	kA	45
94	Invacare Lynx	B	2	Nein	4	1010	505	1270	kA	40
95	Invacare Comet	C	6	Nein	4	1450	660	1630	kA	135
96	Kymco K-Lite	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1020	500	1210	kA	40
97	Kymco Mini LS Foru	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1080	520	1220	kA	40
98	Kymco Super 4 Foru	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1220	590	1350	kA	50
99	Kymco Super 8 Foru	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1220	590	1560	kA	50
100	Kymco XLS Foru	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1250	590	1560	kA	50

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
101	Kymco Agility	C	4	Nein	4	1280	575	1560	kA	138
102	Kymco Maxer	C	6	Nein	4	1490	615	2130	kA	165
103	Kymco Maxi 220	C	6	Nein	4	1450	670	2200	kA	170
104	Mercury Prism 3	A	1	Nein	3	950	560	858	kA	44
105	Mercury Prism 4	A	2	Nein	4	1040	480	858	kA	44
106	Mercury Neo 4	B	4	Nein	4	1260	580	1100	kA	70
107	Mercury Neo 6	C	4	Nein	4	1260	580	1100	kA	80
108	Mercury Neo 8	C	4	Nein	4	1260	580	1100	kA	80
109	Mercury Regatta 6	Ohne Zuordnung	5	Nein	4	1360	640	1550	kA	70
110	Mercury Regatta 8	C	6	Nein	4	1460	670	2140	kA	160
111	Meyra Cityliner 306	B	1	Nein	3	980	450	970	kA	60
112	Meyra Cityliner 406	B	2	Nein	4	1020	540	1150	kA	60
113	Meyra Cityliner 312	C	3	Nein	3	1200	640	1100	1400	100
114	Meyra Cityliner 412	C	4	Nein	4	1220	640	1500	1800	120
115	Meyra Cityliner 408	C	4	Ja	4	1220	590	1650	1800	100
116	Meyra Ortoacar Classic 3.463	C	4	Ja	3	1295	640	1500	kA	100
117	Meyra Cityliner 410+	C	4	Ja	4	1300	630	1500	kA	100
118	Meyra Ortoacar Exklusiv 1.763	C	5	Ja	3	1315	660	1500	kA	120
119	Meyra Ortoacar Classic 3.464	C	5	Ja	4	1340	640	1500	kA	100
120	Meyra Ortoacar Classic 1.364	C	5	Ja	4	1340	640	1500	kA	100

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
121	Meyra Ortoacar Exclusiv 1.764	C	5	Ja	4	1350	660	1500	kA	120
122	Meyra Cityliner 415	C	4	Nein	4	1370	680	1460	1200	110
123	Meyra Ortoacar deluxe 1.663	C	5	Ja	3	1350	650	1500	kA	120
124	Meyra Ortoacar deluxe 1.664	C	5	Ja	4	1350	650	1500	kA	120
125	Minicrosser S 125/130 3W	C	4	Ja	3	1290	650	1220	kA	120
126	Minicrosser S 125/130 4W	C	4	Ja	4	1300	660	1590	kA	120
127	Minicrosser S 140 3W	C	5	Nein	3	1390	650	1390	kA	120
128	Minicrosser S 140 4W	C	5	Nein	4	1400	660	1660	kA	120
129	Minicrosser M1 3W	C	5	Nein	3	1340	680	1050	kA	150
130	Minicrosser M1 4W	C	5	Nein	4	1400	680	1410	kA	135
131	Minicrosser M2 3W	C	5	Nein	3	1340	680	1050	kA	150
132	Minicrosser M2 4W	C	5	Nein	4	1400	680	1410	kA	135
133	Minicrosser M1 HD 4W	C	5	Nein	4	1400	680	1410	kA	135
134	Minicrosser Mmaxx	C	6	Nein	4	1500	680	2150	kA	130
135	Minicrosser E 3W	C	5	Nein	3	1350	655	1270	kA	130
136	Minicrosser E 4W	C	5	Nein	4	1390	655	1590	kA	135
137	Minicrosser T 130 3W	C	5	Nein	3	1330	650	1050	kA	130
138	Minicrosser T 140 4W	C	5	Nein	4	1370	650	1410	kA	130
139	Minicrosser T 130 3W	C	5	Nein	3	1400	650	1070	kA	130
140	Minicrosser T 140 4W	C	5	Nein	4	1400	650	1440	kA	130

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
141	Mobilis M23	B	1	Nein	3	927	486	823	kA	64
142	Mobilis M24	B	2	Nein	4	1010	486	1090	kA	64
143	Mobilis M24 plus	B	2	Nein	4	1015	540	1160	kA	64
144	Mobilis M34	A	2	Nein	4	1080	502	1220	kA	40
145	Mobilis M33	A	2	Nein	3	1100	540	965	kA	64
146	Mobilis M36	B	3	Nein	4	1150	546	1270	kA	64
147	Mobilis M65	C	3	Nein	4	1184	610	1370	kA	100
148	Mobilis M54	C	4	Nein	4	1260	610	1480	kA	97
149	Mobilis M58	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1290	620	1565	kA	75
150	Mobilis M68	C	4	Nein	4	1290	625	1565	kA	87
151	Mobilis M53	C	4	Nein	3	1300	610	1230	kA	97
152	Mobilis M83	C	5	Nein	3	1400	700	1260	kA	133
153	Mobilis M84	C	5	Nein	4	1440	680	1600	kA	100
154	Mobilis M94	C	7	Nein	4	1600	720	1860	kA	110
155	Pihsiang TE-888NRSB	C	4	Ja	4	1260	620	1450	kA	100
156	Pride Hooge 3	A	1	Nein	3	940	495	820	kA	50
157	Pride Hooge 4	Ohne Zuordnung	1	Nein	4	1000	495	1120	kA	50
158	Pride GoGo Traveller	B	2	Nein	3	1016	537	876	kA	76,2
159	Pride GoGo Traveller plus	B	2	Nein	4	1022,5	537	1162	kA	76,2
160	Pride Colt 9	Ohne Zuordnung	3	Nein	4	1140	560	1310	kA	45

lfd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
161	Pride Victory 10 3	B	3	Nein	3	1110	560	1020	kA	76
162	Pride Victory 10 4	B	3	Ja	4	1160	570	1310	kA	76
163	Pride Celebrity DX	C	3	Ja	4	1190	610	1450	kA	88
164	Pride Legend XL	C	5	Ja	4	1320	610	1650	kA	100
165	Pride Apex Finesse	Ohne Zuordnung	3	Nein	4	1194	565	1521	kA	56
166	Proflex DR 110	Ohne Zuordnung	2	Nein	3	1010	490	1100	kA	kA
167	Proflex VR 110	Ohne Zuordnung	2	Nein	4	1010	490	1100	kA	kA
168	Proflex DR 200	Ohne Zuordnung	3	Nein	3	1120	610	850	kA	kA
169	Proflex VR 300 F	B	3	Nein	4	1190	565	1370	kA	70
170	Proflex VR 300	Ohne Zuordnung	4	Nein	4	1250	550	1200	kA	kA
171	Proflex VR 340	C	5	Nein	4	1370	590	1400	kA	80
172	Roma Corella 741	B	1	Nein	4	975	580	950	kA	70
173	Roma Vegas 2	B	2	Nein	4	1060	540	1040	kA	65
174	Roma Sorrento 742	C	3	Nein	4	1200	580	1430	kA	95
175	Roma Lyon	C	5	Nein	4	1310	620	1250	kA	115
176	Sanimed City	C	4	Nein	4	1290	625	1470	kA	80
177	Shoprider S787A Whisper	B	1	Nein	3	940	430	1000	kA	60
178	Shoprider TE7A Mikra	C	2	Nein	4	1070	530	1150	kA	89
179	Shoprider Lucky	Ohne Zuordnung	3	Nein	4	1130	580	1230	kA	40
180	Shoprider TE888NRB	C	4	Nein	4	1250	580	1150	kA	85

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
181	Shoprider TE888SLB	C	4	Nein	4	1280	600	1430	kA	130
182	Shoprider TE889SLB	C	4	Nein	4	1300	640	1350	kA	150
183	Shoprider Sprinter Deluxe	C	6	Nein	4	1450	660	1920	kA	100
184	Shoprider Valencia	C	3	Nein	4	1170	585	1330	kA	90
185	Sunrise Sterling Little Gem2	B	1	Nein	4	980	510	1150	kA	60
186	Sunrise Sterling Pearl	B	2	Nein	4	1030	560	1170	kA	70
187	Sunrise Sterling Opal	C	4	Nein	4	1270	600	1370	kA	85
188	Sunrise Sterling Elite XS	C	5	Ja	4	1380	670	1600	kA	100
189	Sunrise Sterling S 700	C	6	Nein	4	1500	670	1480	2250	90
190	Sunrise Sterling S 425	Ohne Zuordnung	5	Nein	4	1350	660	1520	1980	60
191	Sunrise Sterling S 400	Ohne Zuordnung	5	Nein	4	1350	650	1520	1980	45
192	Trendmobil Esprit HMV	C	4	Ja	4	1270	580	1700	kA	80
193	Trendmobile Life HMV	C	3	Nein	4	1200	560	1330	kA	82,5
194	Trendmobil Life Maxi	C	5	Nein	4	1360	640	1700	kA	110
195	Trendmobil President	C	5	Nein	4	1400	690	1500	kA	140
196	Trendmobil Spirit	C	5	Nein	4	1400	650	1600	kA	80
197	Trendmobil Life Sport	C	3	Nein	4	1190	570	1370	kA	80
198	Trendmobil Joy	B	4	Nein	3	1270	580	1090	kA	70
199	Vermeiren Venus 4	B	2	Nein	4	1070	510	1400	kA	60
200	Vermeiren Venus 3	B	2	Nein	3	1090	510	1100	kA	60

Ifd. Nr.	Elektromobil	Klasse nach DIN EN 12184	Längen- gruppe	Hilfsmittel- verzeichnis	Anzahl Räder	Länge [mm]	Breite [mm]	Wende- radius [mm]	Wende- bereich [mm]	Boden- freiheit [mm]
201	Vermeiren Ceres 3	C	4	Nein	3	1270	610	975	kA	100
202	Vermeiren Ceres 4	C	5	Nein	4	1310	610	1350	kA	100
203	Vermeiren Carpo 4	C	6	Nein	4	1450	660	1480	kA	100
204	WZ Deluxe	C	3	Nein	4	1190	610	1500	kA	90
205	WZ Goliath NE	C	6	Nein	4	1440	950	1650	kA	145
206	WZ Exklusiv	C	4	Ja	4	1240	640	1250	kA	140