

DISCLAIMER

Bei dem vorliegenden Dokument handelt es sich um ein Lastenheft für Brennstoffzellen-Hybridbusse, das durch die Unternehmen **Regionalverkehr Köln GmbH (RVK)** und **WSW Mobil GmbH (WSW)** im Zuge des EU-Projekts JIVE 2 erstellt wurden.

Da sich die Technologie und auch Fahrzeugkonzepte ständig weiterentwickeln, ist dieses 2017/2018 erstellte Dokument ggf. zumindest in Teilen grundlegend zu überarbeiten. Zudem ist zu beachten, dass es sich zumindest in Teilen um spezifische Ausführungen der Unternehmen RVK und WSW handelt.

Ausschreibung Ausschreibungsobjekt 2017 Brennstoffzellen-Gelenkbusse Brennstoffzellen-Solobusse

Liefertermin letztes Fahrzeug: Siehe Terminplan Vergabeunterlagen



This project has received funding from the Fuel Cell and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 735582. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe research.



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Vorwort

Dieses Lastenheft setzt sich aus den Rahmenempfehlungen für elektrisch betriebene Stadt-Niederflur-Linienbusse des VDV (VDV Schrift 230/1 05/2015), der Richtlinie 2001/85/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20. November 2001 in den jeweils gültigen Fassungen zusammen. Das Lastenheft ist eine Ergänzung zur VDV-Schrift 230 sowie 230/1 und ist in Kombination mit diesen anzuwenden.

Diese Ausschreibung erfolgt im Rahmen des EU-Förderprogrammes „JIVE 2“ (Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe).

Alle nicht erfüllten Ausstattungsdetails sowie Ausführungslösungen des Lastenheftes sind vom Bieter in gesonderter Anlage zum Angebot näher zu erläutern.

Erläuterungen zum Einkaufsprozess
(Durch Einkäufer festzulegen)

Auslieferungsmenge und Auslieferungszeitpunkt:
Klärung im technischen Gespräch

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	7
1 ALLGEMEINES	8
1.1 ÜBERBLICK ZUR ALLGEMEINEN MINDESTAUSSTATTUNG DER BUSSE (MUSSKRITERIUM)	8
1.2 ÜBERBLICK ZUR ALLGEMEINEN MINDESTAUSSTATTUNG DER BUSSE GEMÄß LOKALER ANFORDERUNGEN(MUSSKRITERIUM).....	8
1.3 BEPREISUNG DER AUSSTATTUNGSMERKMALE	8
1.4 ZUSCHLAGSKRITERIEN	8
1.5 VORSCHRIFTEN/ABNAHME (MUSSKRITERIUM)	8
1.6 HERSTELLERINFORMATIONEN (MUSSKRITERIUM).....	9
1.6.1 HV-Anlage:.....	9
1.6.2 Wasserstoffanlage	10
1.6.3 Sicherheit.....	10
1.7 ANLEITUNGEN FÜR DIE INSTANDHALTUNG (MUSSKRITERIUM)	10
1.8 ANFORDERUNGEN AN BAUTEILE UND AGGREGATE (MUSSKRITERIUM)	11
1.9 ANFORDERUNGEN AN DIE FUNKTIONSFÄHIGKEIT (MUSSKRITERIUM)	11
1.10 AUßEN- UND INNENGERÄUSCHE	12
1.11 QUALITÄT, KORROSIONSSCHUTZ, AGGREGATETAUSCH (MUSSKRITERIUM).....	12
1.12 ENERGIEVERBRAUCH (MUSSKRITERIUM)	12
1.13 BRANDSCHUTZ (MUSSKRITERIUM).....	12
1.14 RECYCLING	13
1.15 TRL – TECHNOLOGY READINESS LEVEL.....	13
1.16 GARANTIEREGELUNG	13
1.16.1 Fahrzeuggarantie	13
1.16.2 Garantie Brennstoffzellensystem und E-Antrieb	13
1.16.3 Sondergarantien.....	14
1.16.4 Serienschadenregulierung.....	14
1.16.5 Verlängerungsoption.....	14
1.17 SERVICE / WARTUNG (MUSSKRITERIUM)	14
1.17.1 Service-Struktur (Musskriterium).....	14
1.17.2 Service-Leistungen (Musskriterium)	15
1.17.3 Serviceverpflichtung (Musskriterium).....	16
1.18 UMWELTANFORDERUNGEN	16
2 MASSES UND ABMESSUNGEN.....	17
2.1 HAUPTABMESSUNGEN	17
2.2 GEWICHTE(MUSSKRITERIUM)	17
3 ANTRIEB.....	18
3.1 BAUART DES ANTRIEBSSTRANG (MUSSKRITERIUM).....	18
4 FAHRWERK.....	18
4.1 ALLGEMEINES (MUSSKRITERIUM).....	18
4.2 ACHSEN.....	19
4.3 SONSTIGES(MUSSKRITERIUM).....	19
4.4 BREMSEN	19
4.4.1 Betriebsbremsanlage (Musskriterien)	19
4.4.2 Dauerbremsanlage (Musskriterieum)	20

4.4.3	Haltestellenbremsanlage (HBA) (Musskriterium)	20
4.4.4	Anti-Blockier-System (ABS), Antriebsschlupfregelung (ASR), elektronisch geregelttes Bremssystem (EBS) und elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)(Musskriterium)	21
4.4.5	Sonstiges	21
4.5	RÄDER/REIFEN(MUSSKRITERIUM)	21
4.6	FEDERUNG(MUSSKRITERIUM)	21
4.6.1	Bauart (Musskriterium)	21
4.6.2	Niveauregelung (Musskriterium)	22
4.6.3	Schwingungsdämpfer	22
4.7	LENKUNG	22
5	FAHRZEUGAUFBAU	23
5.1	BODENRAHMEN (MUSSKRITERIUM)	23
5.1.1	Korrosionsschutz	23
5.2	AUFBAU (MUSSKRITERIUM)	23
5.2.1	Gerippe/Karosserie (Musskriterium)	23
5.2.2	Scheiben/Fenster	24
5.2.3	Stoßfänger	25
5.2.4	Notausstiege	25
5.2.5	Spiegel (Musskriterium)	25
5.3	TÜREN (MUSS-UND SOLLKRITERIUM)	25
5.3.1	Ausführung	26
5.3.2	Antrieb und Steuerung	27
5.4	EINSTIEGSHILFEN	27
5.4.1	Absenkanlage ("Kneeling")(Musskriterium)	27
5.4.2	Betätigung der Absenkanlage (manuelles Kneeling) (Musskriterium)	27
5.4.3	Rampe (Musskriterium)	28
6	INNENAUSSTATTUNG	28
6.1	ALLGEMEINES (MUSSKRITERIUM)	28
6.2	BESTUHLUNG	28
6.2.1	Anordnung (Musskriterium)	28
6.2.2	Sitzausführung(Musskriterium)	28
6.2.3	Schwerbehindertensitze (Musskriterium)	29
6.3	HALTESTANGEN, HALTEWUNSCHTASTER, ABSCHRANKUNGEN UND TRENNWÄNDE (MUSSKRITERIUM)	29
6.3.1	Haltewunschaster (Musskriterium)	29
6.3.2	Abschränkungen (Musskriterium)	30
6.3.3	Trennwände (Musskriterium)	30
6.4	INNENVERKLEIDUNG (MUSSKRITERIUM)	30
6.4.1	Seitenwände (Musskriterium)	30
6.4.2	Decke (Musskriterium)	30
6.4.3	LED Innenbeleuchtung (Musskriterium)	30
6.5	FUBBODEN	30
6.5.1	Gestaltung (Musskriterium)	30
6.5.2	Ausführung (Musskriterium)	31
6.6	SONDERNUTZUNGSFLÄCHE (MUSSKRITERIUM)	31
6.7	DACHVOUTEN, DACHKANÄLE (MUSSKRITERIUM)	31
6.8	PIKTOGRAMME (MUSSKRITERIUM)	31
6.9	SONSTIGES (MUSSKRITERIEN)	32

7	FAHRERARBEITSPLATZ	33
7.1	ABMESSUNGEN UND EIGENSCHAFTEN (MUSSKRITERIUM)	33
7.2	KONTROLL- UND INFORMATIONSELEMENTE.....	34
7.3	FAHRERASSISTENZSYSTEME.....	34
7.4	BESONDERE BEDIENELEMENTE BRENNSTOFFZELLENBUS (MUSSKRITERIUM).....	34
7.5	KASSE, FAHRSCHINDRUCKER UND ITCS(MUSSKRITERIUM)	35
8	KLIMATISIERUNG/HEIZUNG/LÜFTUNG.....	35
8.1	ALLGEMEIN/KLIMAAANLAGE (MUSS- UND SOLLKRITERIUM)	35
8.2	FAHRERPLATZ (MUSSKRITERIUM).....	36
8.3	FAHRGASTRAUM (MUSSKRITERIUM).....	36
8.4	ZUSATZHEIZUNG MIT EXTERNER STROMVERSORGUNG (MUSSKRITERIUM).....	36
9	INFORMATIONSEINRICHTUNGEN (MUSSKRITERIUM)	37
9.1	FAHRGASTINFORMATION/ -BEDIENUNG (BEISTELLUNG)	37
9.1.1	<i>Außeninformation.....</i>	<i>37</i>
9.1.2	<i>Inneninformation / TFT Bildschirm</i>	<i>37</i>
9.1.3	<i>Fahrgastbedienung.....</i>	<i>37</i>
9.2	BETRIEBSLEITSYSTEM	37
10	VERSORGUNGSANLAGE (MUSSKRITERIUM)	38
10.1	KRAFTSTOFFTANKS (MUSSKRITERIUM)	38
10.2	DRUCKLUFT (MUSSKRITERIUM).....	38
10.2.1	<i>Anordnung (Muss-Sollkriterium)</i>	<i>38</i>
10.2.2	<i>Luftpresser (Musskriterium).....</i>	<i>38</i>
10.2.3	<i>Lufttrockner (Musskriterium).....</i>	<i>39</i>
10.2.4	<i>Druckluftbehälter (Musskriterium)</i>	<i>39</i>
10.2.5	<i>Leitungen (Musskriterium).....</i>	<i>39</i>
10.2.6	<i>Prüfanschlüsse (Musskriterium)</i>	<i>39</i>
10.3	KNICKSCHUTZ (NUR BEI GOM).....	39
10.4	LENKHILFE (MUSSKRITERIUM).....	39
10.5	SCHEIBENWASCHANLAGE (MUSSKRITERIUM)	40
10.6	SCHMIERUNG (MUSSKRITERIUM)	40
10.7	FREMDVERSORGUNG (MUSSKRITERIUM).....	40
11	ELEKTRISCHE ANLAGE.....	41
11.1	ELEKTRISCHE ANLAGE (24V) (MUSSKRITERIUM).....	41
11.1.1	<i>Stromversorgung (Musskriterium).....</i>	<i>41</i>
11.1.2	<i>Batterien (Musskriterium).....</i>	<i>41</i>
11.1.3	<i>Fahrtrichtungs- und Warnblink-Anlage, Lichanlage (Musskriterium).....</i>	<i>41</i>
11.1.4	<i>Außenspiegel (Musskriterium)</i>	<i>41</i>
11.2	TÜREN (MUSSKRITERIUM)	41
11.3	ALARMANLAGE	42
11.4	HALTZEICHEN-ANLAGE (MUSSKRITERIUM)	42
11.5	RÜCKFAHRLEUCHTEN	42
11.6	SIGNALHORN (MUSSKRITERIUM)	42
11.7	FUNKANLAGE (MUSSKRITERIUM)	42
11.8	HALTESTELLENANZEIGE (BEISTELLUNG)	42
11.9	AUSRUFANLAGE (MUSSKRITERIUM)	42
11.10	SCHEIBENWISCH- UND WASCH-ANLAGE(MUSSKRITERIUM)	43
11.11	FAHRTSCHREIBER (MUSSKRITERIUM)	43

11.12	DACHLÜFTER	43
11.13	IBIS-VERKABELUNG(MUSSKRITERIUM)	43
11.14	ENTWERTER (MUSSKRITERIUM).....	43
11.15	VIDEOANLAGE/FAHRGASTZÄHLSYSTEM (MUSSKRITERIUM).....	43
12	LACKIERUNG (MUSSKRITERIUM).....	44
13	HOCHVOLTANLAGE	44
13.1	SICHERHEITSTECHNIK (MUSSKRITERIUM)	44
14	ANTRIEB (MUSSKRITERIUM).....	45
14.1	TRAKTIONSAUSRÜSTUNG (MUSSKRITERIUM).....	45
14.2	ENERGIESPEICHERSYSTEME	46
14.3	BATTERIESPEICHER	46
14.4	KONDENSATORSPEICHER.....	47
14.5	EXTERNE ENERGIEZUFÜHRUNG.....	47
14.6	ON-BOARD-ENERGIEERZEUGUNG	47
14.6.1	<i>Brennstoffzelle</i>	47
14.6.2	<i>H2-Tankanlage des Fahrzeuges</i>	48
14.7	SCHUTZWIDERSTAND (BREMSWIDERSTAND) (MUSSKRITERIUM)	48
15	VERTRAGSSTRAFEN	49
15.1	FEHLENDE VERFÜGBARKEIT	49
15.2	NICHT EINGEHALTENE LIEFERZEITEN.....	49
16	DATENERFASSUNG.....	49
17	BEISTELLUNGEN.....	49
18	STICHWORTVERZEICHNIS.....	50
19	ANHANG – BETRIEBSSPEZIFISCHE AUSFÜHRUNGEN	52

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Anti-Blockier-System
AG	Auftraggeber
ASR	Antischlupfregelung
BMS	Batteriemanagementsystem
BZ	Brennstoffzelle
CEE	Commission on the Rules for the Approval of the Electrical Equipment hat die Steckerverbindung für industrielle Wechselspannungsanschlüsse in Europa abgestimmt
Combo 2	Europäischer Standard für die Steckerverbindung zwischen Elektrofahrzeug und Ladegerät
EBS	Elektronisches Bremssystem
EKS	Einstiegskontrollsystem
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit ist der erwartete Zustand, dass sich elektrische Geräte untereinander nicht durch elektromagnetische Felder beeinflussen.
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
HBA	Haltstellenbremsanlage
HEK	Händlerverkaufspreis
HV	Hochvolt ist der Begriff für elektrotechnische Baugruppen oder Fahrzeuge, die mit einer Berührungsspannung größer 60 V DC oder 25 V AC (gemäß ECE R100) betrieben werden.
ITCS	Intermodal Transport Control System – neuer Begriff für Rechnergestütztes Betriebsleitsystem
LCC	Life-Cycle-Costing ist der englische Begriff für Lebenszykluskostenrechnung von der Erstellung bis zur Aussonderung
SoC	State of Charge ist der englische Begriff für den Ladestand von Batteriespeichern
SORT	Standardised On-Road Test Cycles ist der englische Begriff für standardisierte Fahrttestzyklen für Busse
TRL	Technology readiness levels
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.

1 Allgemeines

1.1 Überblick zur allgemeinen Mindestausstattung der Busse (Musskriterium)

Gefordert wird ein Brennstoffzellen-Hybridbus. Die Fahrzeuge müssen mit einem Führerschein Klasse D geführt werden.

In der allgemeinen Mindestausstattung enthalten sind:

- Niederflur an allen Türen, Schulbuszulassung + Gelegenheitsverkehr, digitaler Tacho + DLD SR2
- Mechanische Klapprampe an Tür 2
- Tankstützen Wasserstoff hinten rechts
- Wasserstofftanks auf dem Dach
- Standheizung elektrisch
- Schwanenhalsmikrofon
- Haltwunschtaster an jeder senkrechten Stange und an ausgewählten Positionen der Seitenwände
- Außenlautsprecher
- Fußgänger-Warnglocke
- Nothämmer mit Seil gesichert, Aufrollautomatik

1.2 Überblick zur allgemeinen Mindestausstattung der Busse gemäß lokaler Anforderungen¹(Musskriterium)

- *Durch Unternehmen festzulegen*

1.3 Bepreisung der Ausstattungsmerkmale

Hinweis: Die in dieser Ausschreibung zu beschaffenden Fahrzeuge werden im Zuge des von der FCH JU initiierten Förderprojekts „Large scale validation of fuel cell bus fleets-Phase two“² beschafft.

1.4 Zuschlagskriterien

(Siehe Bewertungsmatrix)

Angebote und Unterlagen, auch der Unterlieferanten, sind in landesspezifischer³ Sprache abzugeben. Mit der Angebotsabgabe muss eine Lieferumfangsbeschreibung mit vermaßter Angebotszeichnung und Bestuhlungsplan abgegeben werden. Bei möglichen Alternativausstattungen sind diese mit Mehr- und Minderpreisen anzugeben.

Bei Auftragsvergabe an ein Konsortium (z.B. Zusammenschluss verschiedener Zulieferer bzw. Baugruppen- und Technologielieferanten), ist ein Generalunternehmer zu benennen, der als alleiniger Auftragnehmer eintritt. Der Generalunternehmer dient für den Auftraggeber als Ansprechpartner und ist verantwortlich für alle Ansprüche, die der Auftraggeber an das Konsortium stellt.

1.5 Vorschriften/Abnahme (Musskriterium)

Abnahmeuntersuchungen:

- Klassifizierung nach EG-Richtlinie 2001/85 Klasse 1-Fahrzeuge mit Stehplätzen
- Fahrzeugzulassung gemäß Einsatzort
- Zulassung für den Linienverkehr

¹ S. betriebsspezifische Ausführung

² <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/fch-01-9-2016.html>

³ Hier und im Folgenden: „landesspezifisch“ für Deutschland

- Zulassung für den Gelegenheitsverkehr
- Schulbuszulassung

Die Fahrzeuge müssen bei Auslieferung den jeweiligen landesspezifischen Vorschriften und Richtlinien⁴ und dem Anforderungskatalog für den „Schülerverkehr“ entsprechen. Ausnahmegenehmigungen sind vom Hersteller beizubringen und müssen individuell geregelt werden.

Der Auftraggeber führt bei der Abnahme der Fahrzeuge eine Überprüfung anhand dieses Lastenheftes durch. Das Vorabnahmeergebnis wird vom Auftraggeber schriftlich festgehalten und dem Auftragnehmer zugestellt. Festgestellte Mängel müssen durch den Auftragnehmer vor Übergabe der Fahrzeuge behoben werden.

Die nationale Abnahme sowie Zulassung erfolgt durch den Auftragnehmer.
Die Kosten einer Überführung der Fahrzeuge gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

In Ergänzung zu den Vorschriften für Kraftomnibusse müssen die gültigen Normen und Vorschriften für Brennstoffzellenfahrzeuge insbesondere die Regelungen der DIN VDE, zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), einschlägige ECE-Normen (insbesondere ECE-R 100 und R 118) beachtet werden. (siehe betriebspezifische Ausstattung)

1.6 Herstellerinformationen (Musskriterium)

Mit Auslieferung des ersten Fahrzeuges einer Lieferung sind für dieses folgende gültige Unterlagen in landesspezifischer Sprache (ggf. auf elektronischen Datenträgern bzw. online) zu übergeben:

- Betriebsanleitung in Deutsch in mindestens dreifacher Ausführung pro Los
- Bremsdaten (Schaltpläne)
- Werkstatthandbücher für Fahrgestell, Aufbau und alle Aggregate, insbesondere des Brennstoffzellensystem (BZ-System)⁵
- Projektzeichnung in vier Ansichten, insbesondere Aufbau Wasserstofftanks und Bemaßung der sich hieraus ergebenden Fahrzeughöhe
- Bestuhlungsplan, sofern nicht aus der Projektzeichnung ersichtlich
- Stehplatzberechnung nach Zulassungsrecht unter Angabe der Stehplatzfläche in m²
- Leitungsschema und Rohrverlegungsplan für die Brems- und Druckluftanlage
- Leitungsschema der Hochvoltkomponenten
- Leitungsschema der Hochdruckkomponenten
- Schalt- Lage- und Bestückungspläne elektrischer und elektronischer Komponenten
- Instandhaltungsanweisungen, inklusive aller Einstelldaten, der Service- und Wartungspläne, unter Berücksichtigung der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen, gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungen
- Fahrzeugdatenkarte
- Abnahmeprotokoll für jedes Fahrzeug mit Bestätigung der Fehlerbeseitigung
- Ersatzteillisten auf CD-ROM oder anderen Datenträger sowie online
- Messblätter der optischen Achsvermessung, Bremsprotokoll
- Spezifikation freigegebener Betriebsmittel

Der Ersatzteilkatalog muss einen Verweis auf Hersteller und Unterlieferanten beinhalten. Ersatzteilübersicht mit aktuellen Preisen und Materialnummern muss in elektronischer Form und online zur Verfügung gestellt werden. Der Hersteller macht Angaben über sein Servicenetz und benennt Ansprechpartner für die Werkstattleitung, Gewährleistungsabwicklungen und Ersatzteillieferungen. Aktuelle Diagnosesoftware ist freigeschaltet mitzuliefern

1.6.1 HV-Anlage:

Für die Hochvoltanlagen (HV-Anlagen) sind zusätzlich folgende Unterlagen zu übergeben:

⁴ Für Deutschland: EG/ECE, StVZO, BOKraft, UVV der Berufsgenossenschaften, einschlägige Verlautbarungen im Verkehrsblatt

⁵ BZ wird in diesem Dokument als Abkürzung für Brennstoffzelle verwendet

- Inbetriebnahmeprotokoll der gesamten HV-Anlage (Isolationswertmessprotokoll, Frequenzumrichter-Prüfprotokoll, EMV-Bescheinigung für das Gesamtfahrzeug gemäß Lieferumfang, etc.)
- Dokumentation der Elektro-Traktion (Übersicht der verbauten Aggregate mit Seriennummern, Stromlaufpläne, Anschlusspläne, Funktionsbeschreibung, Kennlinien usw.)
- Übersichtsplan für die Isolations- und Potentialausgleichsmessungen und für den Freisaltprozess
- (Mess-)Protokollvorlagen für den Freisaltprozess der HV-Anlage
- Prüfprotokollvorlagen für alle Wiederholungsprüfungen
- Übersichtlicher Nummerierungsplan für sämtliche elektrische Messpunkte am Gesamtfahrzeug
- Kontaktbelegung und Protokoll für externe Energiezuführungssysteme

1.6.2 Wasserstoffanlage

Das H₂-System ist so auszulegen, dass es nach EG 79/2009 dauerhaft technisch dicht ist.

Für die Wasserstoffanlagen sind zusätzlich folgende Unterlagen zu übergeben:

- Inbetriebnahmeprotokoll der Wasserstoffanlage
- Prüfliste, aus der die Prüfintervalle, v.a. Tankanlage, hervorgehen
- alle Unterlagen, die gemäß der Verordnung EG Nr. 79/2009 (Wasserstoff-Verordnung) notwendig sind, z. B.:
 - Nachweis der Dichtheitsprüfung
 - Nachweis der verbauten Teile
 - Wartungsplan der Wasserstoffbehälter
 - Wartungsplan der wasserstoffführenden Bauteile

1.6.3 Sicherheit

Rettungsleitfaden zur Information der Rettungskräfte; darin sind mindestens die Inhalte, wie für den Notfallplan gefordert, ausführlich darzustellen insbesondere im Hinblick auf die Gefährdungen durch austretenden Wasserstoff.

Änderungen im Servicebereich sind während der üblichen Nutzungsdauer der Busse mitzuteilen.

1.7 Anleitungen für die Instandhaltung (Musskriterium)

Für die Instandhaltung der Omnibusse sind gültige, pausfähige Werkstattzeichnungen oder andere Datenträger bei der Auslieferung des ersten Fahrzeuges des jeweiligen Loses zu übergeben. Hierzu zählen: Leitungs-, Schalt- und Komponentenpläne für Druckluft, Hydraulik und Elektrik/Elektronik, Wasserstoffanlage, Anleitungen für Korrosionsschutzmaßnahmen und den Arbeitsschutz. Entsprechende Prüf- und Testprogramme für die Fahrzeugdiagnose und -instandhaltung sind mit auszuliefern (Instandhaltungsanweisungen unter Berücksichtigung der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen, gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungen). Darüber hinaus müssen diese Programme den Betreiber in die Lage versetzen, Sollwerte für z.B. Fahrzeugniveau, Türöffnungszeiten und Schließkräfte, Temperaturen der Klimatisierung durch eigenes Servicepersonal einfach verändern zu können. Auftretende Fehler an allen relevanten elektrischen, elektronischen und mechanischen Komponenten, die zu Ausfällen führen und die die Verkehrssicherheit beeinflussen (inklusive Sonderausstattungen), müssen in einem Fehlerpeicher abgelegt und für die Werkstatt zur Verfügung gestellt werden. Die notwendigen Hardware-Komponenten sind zu liefern. Schulungsmaßnahmen für das Personal des Betreibers sind vom Hersteller in Landessprache gefordert (mindestens aber vier Tage pro Los). Schulungen sind dabei jeweils mit der Übergabe des ersten Fahrzeuges je Verkehrsunternehmen umzusetzen. Dem Angebot ist als Option eine Aufstellung dieser Werkzeuge und Schulungen incl. der jeweiligen Preise informativ beizulegen. (siehe betriebspezifische Ausführung)

E- und BZ-Anteil:

- Pflege-, Wartungs- und Instandsetzungs-Anweisungen für den Teil der BZ-Bus-spezifischen elektrischen Anlagen und deren notwendigen Isolation vom übrigen Fahrzeug
- Schweißanleitung, die insbesondere den Anlagenschutz der E- und BZ-Komponenten berücksichtigt

- Übersicht der aktuellen Softwarestände. Bei Änderungen an Software sind die Veränderung und die Bezeichnung des dann aktuellen Softwarestandes mitzuteilen.

Neben der Diagnose des Grundfahrzeuges muss für die BZ-Bus-spezifischen elektrischen Anlagen ein Diagnosesystem vorhanden sein, das entweder mit dem Diagnosesystem des Grundfahrzeugs oder mit einer PC-Schnittstelle auf Basis handelsüblicher Betriebssystemoberflächen ausgewertet werden kann. Mit dem Diagnosesystem sollen unter anderem die Betriebsstunden des Fahrzeugs und aller Nebenaggregate sowie wartungsrelevanten Baugruppen ausgelesen werden können. Es ist zu berücksichtigen, dass die Daten bei Bedarf per Datenfernübertragung sowohl zum Hersteller als auch in den Instandhaltungsbereich übertragen werden können. Der Anbieter hat sicherzustellen, dass Diagnosesysteme inkl. Software über die gesamte Nutzungszeit des Fahrzeugkonzeptes lauffähig und funktionsfähig gehalten werden. Das Diagnosesystem ist kostenneutraler Lieferbestandteil des Fahrzeugs.

Die Diagnosefähigkeit mit den Zugriffsstandards und Änderungsparametern für das Gesamtfahrzeug ist zu beschreiben. Eine Vernetzung der Diagnose mit den Anforderungen an Pflege-, Wartungs- und Instandsetzungs-Anweisungen sowie dem Ersatzteilkatalog wird favorisiert.

1.8 Anforderungen an Bauteile und Aggregate (Musskriterium)

Alle Fahrzeuge einer Lieferung oder eines Lieferloses sind "schrauben-, schaltungs- und funktionsgleich" und mit Bauteilen desselben Fabrikats und desselben Typs auszurüsten.

Die VDV-Schrift 820 „Werkstatteinrichtungen für die Instandhaltung von Niederflur-Fahrzeugen“ mit Hinweisen zur instandhaltungsgerechten Fahrzeugkonstruktion ist zu beachten. Dabei ist insbesondere eine ergonomisch gute Zugänglichkeit der Aggregate und der zugehörigen peripheren Technik im Front- und Heckbereich sowie im Bereich der Dachkanäle und über bzw. hinter dem Fahrerarbeitsplatz sicherzustellen. Die Sicht auf einzelne Bauteile und Aggregate sowie deren Instandhaltung ist durch ausreichend dimensionierte Wartungsklappen zu gewährleisten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Wartung und Reinigung von Aggregaten, wie z.B. Klimaanlage, Kühlern usw. möglichst ohne Demontage anderer Teile möglich ist. Zur Verringerung des Wartungsaufwands und der Rüstzeiten sind die Füllstände möglichst aller Betriebs- und Hilfsstoffe zu erfassen und dem Fahrer sinnfällig im Zentraldisplay darzustellen. Der Zeitpunkt der Durchführung eines Service-Intervalls ist wahlweise zustandsabhängig (Alterung, Viskosität, Befüllungsgrad, km-Stand, etc.) anzuzeigen.

Der Fahrzeughersteller stellt sicher, dass nur solche Zulieferteile verwendet werden, die als Ersatz im freien Handel erhältlich sind.

Besteht nicht die Möglichkeit, die vorgeschlagenen Fabrikate einzubauen, so sind für ähnliche Bauteile die vergleichbare Wirtschaftlichkeit bzw. die gleiche Verfügbarkeit nachzuweisen. Die Verwendung anderer Baugruppen oder bisher nicht verwendeter Verschleißteile darf nicht zu einer erhöhten Lagerhaltung und damit verbunden zu einer Kostenerhöhung zu Lasten des Auftraggebers führen. Eventuell notwendige Schulungen von Werkstattpersonalen infolge der Einführung eines neuen Teileherstellers gehen zu Lasten des Lieferanten.

Verschleißteile müssen spätestens 24 Stunden nach der Bestellung angeliefert sein, andere Ersatzteile spätestens nach 48 Stunden.

1.9 Anforderungen an die Funktionsfähigkeit (Musskriterium)

Bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit gelten die Festlegungen in der VDV-Schrift 235 "Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) in Linienfahrzeugen".

Die Funktionsfähigkeit der Fahrzeugteile und die Betriebssicherheit der Fahrzeuge müssen im Bereich von -25°C bis 40°C Lufttemperatur und 48 Stunden Freiaufstellung gewahrt bleiben.

Der Einsatz und volle Funktionsfähigkeit des Fahrzeugkonzeptes müssen unabhängig vom Grad der Luftfeuchtigkeit bei maschineller Reinigung der Fahrzeuge in Waschanlagen und bei Streusalz-/„Laugen“-Einsatz im Betreibergebiet sichergestellt sein.

1.10 Außen- und Innengeräusche

Brennstoffzellen-Hybridbusse haben durch geringere lokale Emissionen signifikante Vorteile. Aus diesem Grund sind die Geräuschemissionen deutlich unter den Vorgaben der VDV-Schrift 230 zu realisieren. Besonderes Augenmerk ist auf die Lärmabstrahlung von auf dem Dach verbauten Komponenten zu richten.

Die Antriebskomponenten sind so aufeinander abzustimmen, dass für den Fahrgast unangenehme Frequenzspektren (hochfrequente Schallwellen, die aus Hochvoltkomponenten, Luftpresser oder Lenkhilfpumpe emittiert werden könnten) über den gesamten Geschwindigkeitsbereich vermieden werden. Der Anbieter hat die Ergebnisse der Frequenz-/Lärmmessungen bei Angebotsabgabe nachzuweisen.

1.11 Qualität, Korrosionsschutz, Aggregatetausch (Musskriterium)

Konstruktive Konzeption und Fertigungsqualität müssen sicherstellen, dass größere Instandsetzungen - insbesondere eine aufwendige Grundinstandsetzung infolge Korrosionsschäden - während der geplanten Lebensdauer des Fahrzeuges von mehr als 10 Jahren nicht erforderlich werden. Das Gerippe muss ohne Nachbehandlung gegen Korrosion geschützt sein. Ersatzteile müssen nach Auslieferung der Fahrzeuge noch 15 Jahre lieferbar sein.

Die zunehmende Verwendung von Kunststoffen im Fahrzeugbau und speziell im Innenausbau darf nicht zu unangenehmen Geräuscentwicklungen (Knistern, Quietschen, Knarren etc.) führen. Dieses ist insbesondere für geräuscharme Elektroantriebe mit besonderem Augenmerk zu beachten. In der Kunststoffherstellung und Fahrzeugfertigung müssen hier besondere Maßstäbe an eine hochwertige Langzeitqualität gesetzt werden.

Bei der Auslieferung der Fahrzeuge darf die Summe aller flüchtigen Schadstoffe, insbesondere die aus Kunststoffen, den derzeitigen Richtwert $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten (Messverfahren nach TÜV Eco-plan, Hessen). Der derzeitige Richtwert für Toluol darf $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Im Bedarfsfall ist ein Nachweis über die tatsächlich erreichten Werte vom Hersteller zu erbringen. Es sind nur zertifizierte Materialien zu verwenden.

Fahrzeughersteller müssen nach ISO 9000ff qualifiziert sein.

1.12 Energieverbrauch (Musskriterium)

Durch den Einsatz optimal abgestimmter elektrischer und mechanischer Komponenten sowie der Rekuperation von potentieller und kinetischer Energie muss der Gesamtenergiebedarf minimal gestaltet sein.

Der Wasserstoffverbrauch ist für die Traktion bei Vollklimatisierung, Arbeitsplatzklimatisierung gemäß den gültigen SORT-Zyklen in kg/km anzugeben. Zudem ist die Rekuperationsquote und Gesamtenergiebilanz anzugeben.

Für den Betrieb der Nebenaggregate und für die Heizung/Klimatisierung ist der Energiebedarf mittels Datenblättern und Kalkulationsansatzes (Einsatzzeit und Energiebedarf) zu belegen und bei Angebotsabgabe zu übergeben. Diese Angaben sind für die Szenarien Fahrzeugeinsatz sowie aufgerüstetes-abgestelltes und abgerüstetes-abgestelltes Fahrzeug anzugeben. Durch ein Energiemanagementsystem auf dem Fahrzeug ist neben der energetischen Optimierung auch der zeitgleiche Energiebedarf zu minimieren (Vermeidung von Stromspitzen).

1.13 Brandschutz (Musskriterium)

Die einschlägigen EG-Richtlinien (z.B. 95/28/EG) und ECE-Vorschriften in der jeweils aktuellen Fassung sind einzuhalten. Ebenso sind die länderspezifischen Anforderungen wie die Erkenntnisse der Bast (Bundesanstalt für Straßenwesen) zum Thema „Brandverhalten der Innenausstattung von Omnibussen“ zu berücksichtigen. Für Schalldämm- und Isolierplatten sind schwer entflammbare Werkstoffe zu verwenden. Brandmelde- und Löschanlagen sind vorzusehen. Alle Kabel müssen der Brandschutznorm R118 entsprechen

1.14 Recycling

Durch den Fahrzeughersteller muss eine umweltgerechte Verwertung des Omnibusses mit all seinen Komponenten gewährleistet werden. Die Kennzeichnung von Werkstoffen muss nach den einschlägigen Richtlinien der deutschen Automobilindustrie (VDA) erfolgen. Im Bedarfsfall ist die Rücknahme durch den Fahrzeughersteller, nach der Aussonderung zum DAT-Schätzpreis (HEK) zu gewährleisten.

1.15 TRL – Technology Readiness Level

Der Hersteller sollte für das entsprechende Fahrzeug ein TRL⁶ von mindestens 7/8 zum Zeitpunkt der Auslieferung nachweisen.

1.16 Garantieregelung

Unter Garantie ist die Gewährleistung für die gute Gebrauchsfähigkeit des Fahrzeuges und aller seiner Komponenten zu verstehen. Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche für den E-Antrieb, die Achsen und deren Anbauaggregate entspricht den gesetzlichen Fristen bzw. Herstellervorgaben und ist zu beschreiben.

1.16.1 Fahrzeuggarantie

Auf das Gesamtfahrzeug der Lieferung ist eine Vollgarantie von fünf (5) Jahren ohne Kilometerbegrenzung einzuhalten. Der Garantzeitraum beginnt ab erfolgreicher Annahme des letzten Fahrzeuges beim jeweiligen Auftraggeber. Unter „Vollgarantie“ ist die **Gewährleistung** für die gute Gebrauchsfähigkeit des Fahrzeuges und aller seiner Komponenten für die Dauer von fünf Jahren oder jener höheren Dauer, die der Bieter im Zuge der Ausschreibung anbietet, zu verstehen.

Die Garantiedauer betrifft jedes Bauteil und Element des Fahrzeuges. Der Lieferant ist verantwortlich für die Beseitigung von Entwicklungs- und Ausführungsfehler sowie von funktionalen Mängeln. Er muss folglich:

- Auf eigene Kosten eingreifen, um festgestellte und angezeigte Fehler und Mängel zu beseitigen.
- Die Grundursachen der Fehler und Mängel ermitteln und bei allen betroffenen Fahrzeugen der Lieferung beseitigen.
- Bei Bedarf den Transport der Fahrzeuge vom Depot des Busbetreibers zur Werkstatt, wo die Reparatur stattfinden soll, auf eigene Spesen ausführen.
- Für das Abschleppen sorgen bzw. für die entsprechenden Spesen aufkommen, falls das Fahrzeug auf der Straße liegen bleibt und nicht vor Ort repariert werden kann.
- Innerhalb 24 h nach Anfrage Ersatzteile liefern und innerhalb 48 h nach einer Schadens- bzw. Problemmeldung mit der Lösung beginnen.

1.16.2 Garantie Brennstoffzellensystem und E-Antrieb

Das **Brennstoffzellensystem** bestehend aus ein oder mehreren Brennstoffzellen, dem Hochvolt-Batteriesystem, der Leistungselektronik, den wasserstoffführenden Leitungen, Ventilen, Druckreglern, Druckbehältern und dem Betankungsanschluss und der **E-Antrieb** müssen ab Annahmedatum des letzten Fahrzeuges je Auftraggeber eine Garantie von **acht (8) Jahren**, oder, alternativ dazu, von **25.000 Betriebsstunden** aufweisen, je nachdem was früher erreicht wird.

Die in diesem Zeitraum vom Gesetz vorgesehenen Inspektionen der Druckbehälter gehen zu Lasten des Lieferanten und werden von diesem durchgeführt.

⁶ Technology Readiness Level:

(<http://www.fch.europa.eu/sites/default/files/5%20FCH2%20JU%20under%20H2020%20rules%20-%20Info%20day%20%28ID%20651630%29.pdf>)

Die Garantiedauer betrifft jedes Bauteil und Element des oben genannten Systems. Der Lieferant ist verantwortlich für die Beseitigung von Entwicklungs- und Ausführungsfehler sowie von funktionalen Mängeln. Er muss folglich:

- Auf eigene Kosten eingreifen, um festgestellte und angezeigte Fehler und Mängel zu beseitigen.
- Die Grundursachen der Fehler und Mängel ermitteln und bei allen betroffenen Fahrzeugen der Lieferung beseitigen.
- Bei Bedarf den Transport der Fahrzeuge vom Depot des Busbetreibers zur Werkstatt, wo die Reparatur stattfinden soll, auf eigene Spesen ausführen.
- Für das Abschleppen sorgen bzw. für die entsprechenden Spesen aufkommen, falls das Fahrzeug auf der Straße liegen bleibt und nicht vor Ort repariert werden kann.
- Innerhalb 24 Stunden nach Anfrage Ersatzteile liefern und innerhalb 48 Stunden nach einer Schadens- bzw. Problemmeldung mit der Lösung beginnen.

1.16.3 Sondergarantien

Folgende Sondergarantien sind gefordert:

- 10 Jahre auf den Elektroantrieb.
- 10 Jahre auf den Inverter.
- 10 Jahre auf Materialversagen (Bruch, Verformung) sowohl am Fahrgestell als an der Karosserie.
- 10 Jahre Korrosionsschutz Gesamtfahrzeug inklusive Abdeckkleisten und Leitungen
- 10 Jahre auf den Boden ausgenommen den Belag.
- 10 Jahre auf Wasserdichtheit.
- Standzeit Bremsbeläge 120.000 km
- Standzeit Bremsscheiben 240.000 km
- Lebensdauer Lenkung 750.000 km

1.16.4 Serienschadenregulierung

Tritt bei mindestens 25% der Fahrzeuge eines Fahrzeugtyps bei gleichartigen Bauteilen mit gleicher Funktion, ein gleichartiger Mangel auf, liegt ein Serienschaden vor. Bei identischem Lieferant gilt diese Regelung losübergreifend. Als Fahrzeugtypen werden in diesem Zusammenhang verstanden: Solobus zweiachsig oder Solobus dreiachsig oder Gelenkbus.

Liegt ein Serienschaden vor, wird der Rest der Baureihe vom Lieferanten kostenneutral und präventiv instandgesetzt. In Vorleistung erbrachte Zahlungen des Auftraggebers werden vom Auftragnehmer zurückerstattet, ausgenommen sind Verschleißteile. Diese Regelung gilt für 10 Jahre.

1.16.5 Verlängerungsoption

Der Bieter ist aufgefordert, eine (1) Optionen zur Verlängerung der Garantie des Fahrzeuges und des Brennstoffzellensystems zu unterbreiten.

Option zur Garantieverlängerung des Fahrzeuges und / bzw. des Brennstoffzellensystems um weitere, über die im Vergabeverfahren angebotene Dauer hinausgehende, zwei (2) Betriebsjahre unter Beibehaltung der Verfügbarkeit der einzelnen Busse von 90% oder des freiwillig höher angebotenen Wertes. Das Angebot soll alle Maßnahmen zur Verlängerung der Garantien und den Wartungsplan enthalten.

1.17 Service / Wartung (Musskriterium)

Abgabe eines Angebots für einen Full Service Wartungsvertrag. Inklusive Hol- und Bringservice zu den einzelnen Standorte (Siehe Anhang Wartungsvertrag BZ Bus). Der Preis ist in Cent/km anzugeben.

1.17.1 Service-Struktur (Musskriterium)

Der Lieferant muss über eine Service-Struktur verfügen, die eine rasche Mängelbeseitigung und Schadensbehebung gewährleistet. Der Hersteller macht Angaben über sein Servicenetz und benennt Ansprechpartner für die Werkstatteleitung, Gewährleistungsabwicklungen und Ersatzteillieferungen.

Der Lieferant muss über eine Struktur für die Instandhaltung und Reparatur, für die technische Wartung und den Austausch von Ersatzteilen im Umkreis von maximal 35 bis 65 km vom Sitz des Betreibers (spezifisch je nach Betreiber, siehe Bewertungsmatrix) verfügen, wobei sich der Bewerber verpflichtet, bei technischen Problemen innerhalb von 48 Stunden ab Kenntnis für eine Lösung zu intervenieren; wenn diese Strukturen noch nicht vorhanden sind, muss der Bewerber angeben, wo und wann diese in Betrieb genommen werden;

Der Bieter kann von sich aus einen Standort mit geringerer Entfernung für die Service-Struktur anbieten. Diese höhere Verfügbarkeit wird in der Angebotsbewertung berücksichtigt.

Der Bieter muss bestätigen, dass er bei seinem Sitz oder jenem seiner Vertreter (falls vorhanden) über ein Lager verfügt, in dem ein angemessener Vorrat an originalen Ersatzteilen aufbewahrt wird, wobei er sich verpflichtet, dieselben innerhalb von 24 Stunden ab Anfrage zu liefern; wenn das Magazin noch nicht vorhanden ist, muss der Bewerber angeben, wo und wann es in Betrieb genommen wird.

Der Bieter muss bestätigen, dass er über spezialisierte Fachkräfte verfügt, die das technische Personal der zuschlagserteilenden Körperschaft und des Betreibers ausbilden können, indem geeignete Kurse über die Verwendung und Wartung der Autobusse organisiert werden.

1.17.2 Service-Leistungen (Musskriterium)

Der Gegenstand dieses Ausschreibungsverfahrens beinhaltet eine Wartungsverpflichtung für jeden Bus. Für die Service-Leistungen in Garantiefällen ist entsprechend dieses Kapitels vorzugehen.

Die Berechnung des Wartungs- und Garantiezeitraumes beginnt mit der Übergabe des letzten Busses für den spezifischen Betreiber. Bis dorthin muss der Bieter die volle Garantie- und Serviceleistung dieses technischen Leistungsverzeichnisses für die inzwischen gelieferten Busse erbringen.

Die Busse werden im öffentlichen Personennahverkehr 365 Tage im Jahr eingesetzt. Die Verfügbarkeit jedes einzelnen Busses muss in diesem Zeitraum $\geq 90\%$ betragen. Die Ausfallzeit beginnt bei Einsatzunfähigkeit des Omnibusses und endet nach dessen Einsatzfreigabe. Es wird davon ausgegangen, dass für die Einsatzzeit des Busses die Spitzenzeiten morgens und nachmittags gelten. Berechnet werden daher nur ganze oder halbe Tage z.B. ein Fahrzeug, das nicht um 7.00 Uhr zur Verfügung steht, wird mit 4 Stunden angerechnet, ein Fahrzeug, das bis um 13.00 Uhr immer noch nicht zur Verfügung steht, wird mit 8 Stunden angerechnet. Die Berechnung des Nutzungsausfalls durch Standtage erfolgt nicht für die Beseitigung von Schäden durch unsachgemäße Behandlung, Unfälle oder normale Verschleiß und gesetzlich vorgeschriebener Untersuchungen. Die Verfügbarkeit wird alle drei (3) Monate auf Grundlage der vom Betreiber eingeplanten Betriebsstunden erfasst. Dem Lieferanten werden für die gesetzlich vorgesehenen Prüfungen der Wasserstoffdruckbehälter fünf (5) Kalendertage alle zwei (2) Jahre zuerkannt. Die damit zusammenhängenden Stillstände fließen in die Berechnung der Verfügbarkeit nicht mit ein. Auch die ersten 6 Monate im regelmäßigen öffentlichen Betrieb werden nicht für die Berechnung der Verfügbarkeit in Betracht gezogen.

Die Serviceverpflichtung beinhaltet auch die Schulung von Techniker des Busbetreibers und eventuell des Auftraggebers für die kundenseitige Betreuung der Brennstoffzellenbusse. Die Kosten hierfür sind pro Monat aufzulisten.

Der Lieferant stellt dem Busbetreiber für den gesamten Wartungszeitraum einen Servicetechniker zur Verfügung. Dieser ist für den Service (Ersatzteilbeschaffung, Abschleppdienst u.a.m.), für die Wartung, welche er selber oder welche die Techniker des Busbetreibers unter seiner Anleitung ausführen, und für die Reparatur der Fahrzeuge mit Ausnahme von Unfallschäden, welche nicht auf Fahrzeugmängel zurückführbar sind, verantwortlich. Die organisatorische Abwicklung der Wartung, also auch die Entscheidung, ob der Servicetechniker andauernd physisch anwesend sein muss oder nicht, liegt im Ermessen des Lieferanten.

Alle notwendigen Werkzeuge, Materialien, Hilfsstoffe, Betriebsflüssigkeiten und Ersatzteile werden vom Lieferanten im Rahmen der Serviceverpflichtung gestellt. Dem Angebot muss eine entsprechende Auflistung beigelegt werden.

Das Angebot muss auch den Wartungsplan aller im Zeitraum der Wartung periodisch durchzuführenden Wartungen enthalten.

Die Nicht-Erreichung der genannten oder vom Bieter höher angebotenen Verfügbarkeit bedingt eine Vertragsstrafe sowie eine Verminderung der Wartungszahlung gemäß Art. 15 dieses Lastenheftes

Um die Schadensbehebung nicht zu verzögern, ist in Fällen, mit nicht eindeutiger Zuweisung der Verantwortung, ebenfalls gemäß diese Kapitels in diesem technischen Leistungsverzeichnis vorzugehen. Die Verantwortung wird im Nachhinein geklärt.

Bei Mängeln nach Ablauf des jeweiligen Garantiezeitraumes und Schadensfällen, die in eindeutiger Verantwortung des Auftraggebers bzw. des Busbetreibers liegen ist folgendermaßen vorzugehen:

Der Lieferant bzw. sein Servicedienstleister sollte nach Möglichkeit die Mängelbeseitigung und Reparaturen in der Werkstatt des Busbetreibers und mit Unterstützung dessen Techniker durchführen. Die Vergütung erfolgt nach den Tabellensätzen des Lieferanten.

Die Mängel- und Schadensmeldung erfolgt via Fax. oder über e-mail. Innerhalb des übernächsten Werktages 10 Uhr muss der Lieferant oder dessen Dienstleister dem Busbetreiber einen Kostenvoranschlag mit quantifiziertem Aufwand (Ersatzteile, Arbeitsstunden nach Aufwandstabelle) ebenfalls mittels Fax oder e-mail zukommen lassen. Innerhalb 48 h nach Auftragserteilung soll mit den Reparaturarbeiten begonnen werden. Die Reparatur muss innerhalb der vorangeschlagten Zeit durchgeführt werden.

1.17.3 Serviceverpflichtung (Musskriterium)

Je nach Betreiber und entsprechend der Erfahrungen der Betreiber mit Brennstoffzellenbussen wird eine unterschiedlich intensive Serviceverpflichtung für die Wartung der Fahrzeuge gefordert. Entsprechend der Serviceverpflichtung und der Anzahl der zu wartenden Fahrzeuge pro Betrieb bzw. Standort richtet sich das Entgelt für die Servicedienstleistung (€/km). Es wird eine durchschnittliche Streckenleistung von 55.000 km im Jahr angenommen.

(siehe Betriebsspezifische Ausstattung)

Der Bieter kann bei Einhaltung eines vorgegebenen Maximalwertes von sich aus ein geringeres Entgelt für die Service-Dienstleistung (je nach Service) anbieten.

1.18 Umweltauflagen

Alle Arbeitsstoffe die bei der Bearbeitung besondere Arbeitsschutzmaßnahmen erfordern, werden aufgelistet und die jeweils erforderlichen Maßnahmen benannt. Für verwendete Arbeitsstoffe(z.B. Unterbodenschutz, Lack, Grundierung, Klebmittel, Korrosionsschutzmittel etc.) werden aktuelle Sicherheitsdatenblätter mitgeliefert.

Neben den zu beachtenden nationalen und internationalen Auflagen, die die Lärm- und Abgasemissionen betreffen, sind Aussagen erforderlich hinsichtlich der Umweltverträglichkeit bei der Produktion und der Entsorgung der Omnibusse.

Insbesondere ist nachzuweisen, dass ohne FCKW-Emissionen produziert wird und auch Zulieferteile diesen Anforderungen genügen. Die verwendeten Materialien entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Sie sind umweltfreundlich,(z.B. wasserlösliche Lacke, geringer Lösungsmittelanteil) und recyclingfähig.

Aufgrund der zunehmenden Fahrtbeschränkungen innerhalb von Stadtgebieten (Umweltzonen), sind die Lärmemissionen detailliert anzugeben.

2 Massen und Abmessungen

2.1 Hauptabmessungen

Länge über alles (GOM)	≤	18.000 mm
Länge über alles bei KOM (3 Achser)	≤	13.500 mm
Länge über alles bei KOM (2 Achser)	≤	12.000 mm
Breite	≤	2.550 mm
Höhen (einschl. Aufbauten)	≤	3.500 mm
Wendekreis bei GOM	<	24.000 mm
Wendekreis bei KOM	<	23.000 mm
Wendekreis bei KOM 3 Achser	<	23.750 mm
Böschungswinkel	≥	7°
Einstiegshöhe an allen Türen		320 mm + 20 mm
Brüstungshöhe	ca.	850 mm
Bodenfreiheit im Bereich der Türe	≥	240 mm
Lichte Durchgangsweite (Türen)		1.250 ± 50 mm
Sitzteiler	>	650 mm

Folgende Angaben sind bei der Angebotserstellung laut betriebsspezifischer Ausführung anzugeben:

- Anzahl Fahrgastsitze bei GOM
- Anzahl Fahrgaststehplätze bei GOM
- Anzahl Fahrgastsitze bei KOM (3 Achser)
- Anzahl Fahrgaststehplätze bei KOM (3 Achser)
- Anzahl Fahrgastsitze bei KOM (2 Achser)
- Anzahl Fahrgaststehplätze bei KOM (2 Achser)

Die Sichthöhe sollte so gestaltet sein, dass sowohl sitzende als auch stehende Fahrgäste einen ungehinderten Ausblick nach draußen haben.

2.2 Gewichte(Musskriterium)

Die einschlägigen EG-Richtlinien (z.B. 96/53/EG „Massen und Abmessungen“) in der jeweils aktuellen Fassung sind einzuhalten. Zur Maximierung der Nutzlast und damit der Fahrgastkapazität sind die Möglichkeiten des Leichtbaus unter Einhaltung des erforderlichen Sicherheitsstandards auszuschöpfen.

3 Antrieb

3.1 Bauart des Antriebsstrang (Musskriterium)

Der Antrieb von Brennstoffzellen-Hybridbussen erfolgt mit Elektromotoren.(Muss) Die softwaremäßige Abstimmung des Antriebs auf die regionalen Gegebenheiten bzw. gewünschten Parameter des jeweiligen Einsatzgebietes/Verkehrsunternehmens sind durch den Hersteller in Absprache mit dem jeweiligen Verkehrsunternehmen vorzunehmen. (Muss)

Das Antriebskonzept ist für die Erfordernisse eines Tageseinsatzes von mindestens 300 km (ohne erneutes Befüllen des H2-Speichers) auszulegen. (Muss).

Die Angaben zum Wasserstoffverbrauch(kg/100km) sind für SORT 1,2,3 unter Berücksichtigung von Voll- und Fahrerplatzklimatisierung (Dauerbetrieb) gemäß Tabelle zu beschreiben

Tabelle Wasserstoffverbrauch

	KOM 2 Achser	KOM 3 Achser	GOM
SORT 1 in kg/100 km			
SORT 2 in kg/100 km			
SORT 3 in kg/100 km			

Die Leistungsentfaltung der Antriebseinheit sollte so erfolgen, dass möglichst ein gleichmäßiges Beschleunigen und große Lastmomente bei geringer Drehzahl erreicht werden. Hierzu ist das Drehmoment stufenlos anpassbar. Bei den im Stadtverkehr häufigen antizyklischen Fahrabschnitten durch Beschleunigen und Abbremsen muss die Geräuschentwicklung für den Fahrgast und für den Außenstehenden auf niedrigstem Niveau gehalten werden.

Um den Anforderungen an einen zügigen Straßenverkehrsfluss zu genügen, sind eine gleichmäßige Leistungsentfaltung und eine entsprechende Motorleistung unter Beibehaltung der Dauerbelastbarkeit (vergleichbar mit einem konventionellen Dieselbus vorzusehen. (Siehe Betriebsspezifika, Klärung im technischen Gespräch)

Das Kühlsystem ist möglichst Wartungsfrei auszulegen, die Zugänglichkeit sowie die Befüllung / Nachregulierung des Füllstandes außerhalb des Betriebshofes/Werkstatt (auf Strecke) ist zu gewährleisten.

Die Kühlwassertemperatur ist im Zentraldisplay auf der Instrumententafel des Fahrerarbeitsplatzes auf Abruf anzuzeigen.

Die Kraftübertragung, sowohl Antriebs- als auch Bremsmomente, müssen ruckfrei und kontinuierlich erfolgen.

Die Getriebe, sofern vorhanden müssen für unterschiedliche topographische Verhältnisse jeweils angepasst werden können. Mehrere Fahrprogramme müssen für diesen Zweck wählbar sein oder sich automatisch den jeweiligen Last- und Beladungszuständen anpassen. Es ist ein Getriebeschalter des Typs DNR vorzusehen. Um ein selbstständiges Anfahren beim Einlegen der Fahrstufe zu verhindern ist eine Gangsperre einzurichten. Somit darf nur mit betätigter Betriebsbremse die Fahrstufe eingelegt werden. Der Achsantrieb ist so vorzusehen, dass ein möglichst breiter und niederfluriger Durchgang im Fahrgastraum über der entsprechenden Antriebsachse erfolgen kann. Radnarbenmotoren sind ebenso zulässig. Es ist eine technische Höchstgeschwindigkeit von ca. 82-85 km/h vorzusehen.

(siehe Betriebsspezifische Ausstattung)

Hinsichtlich Einsatzfunktionalität, insbesondere Beschleunigung, gelten die Vorgaben der VDV-Schrift 230.

Die Beschreibung des E-Antriebes erfolgt in Kapitel 14 „Antrieb“

4 Fahrwerk

4.1 Allgemeines (Musskriterium)

Die Auslegung des Fahrwerks muss so erfolgen, dass ein möglichst hoher Fahrkomfort (Federung, Geräusche und Bewegung des Fahrzeugaufbaus) realisiert wird. Außerdem muss auf Wartungsarmut aller

beweglichen Teile besonderer Wert gelegt werden. Fahrwerksgeräusche müssen zuverlässig vom Fahrgastraum ferngehalten werden.

4.2 Achsen

Eine Einzelradaufhängung an der Vorderachse ist vorzusehen, möglichst wartungsfrei, Verschleißteile leicht auswechselbar. Im Falle einer Starrachse sind Lenkungsdämpfer vorzusehen.

Die Außenkanten der Räder an der Vorder- und Hinterachse liegen nicht mehr als 40 mm in der Spur auseinander. Dies wird nicht durch unterschiedliche Felgen-Einpresstiefen realisiert.

(siehe **Betriebsspezifische Ausstattung**)

4.3 Sonstiges(Musskriterium)

- Die Kugelgelenke sind gegen Schmutzeintritt geschützt und wartungsfrei
- Die Spurstangen sind stufenlos nachstellbar
- Die Schmiernippel sind nach ISO 3799-1976/ISO 6392-1980 gewählt und leicht zugänglich

4.4 Bremsen

4.4.1 Betriebsbremsanlage (Musskriterien)

Das Bremsenmanagement soll so ausgelegt sein, dass:

- a) Eine hohe Rekuperationsrate erreicht wird – diese muss anpassbar sein – und
- b) bei Ausfall der elektrischen Bremse (Traktionsmotor im generatorischen Betrieb) die gesetzlichen Verzögerungswerte der mechanischen Bremsanlage jederzeit gewährleistet werden. Wegen des geringeren Einsatzes der mechanischen Reibbremse ist durch geeignete Auswahl von Bremsbelägen und Bremsscheiben sowie durch ein angepasstes Bremsenmanagement ein vorzeitiges Verglasen der Bremsbeläge zu unterbinden.
- c) Die Fremdkraft-Bremsanlage (Fabrikat WABCO oder Gleichwertig ist auf reiner Druckluftbasis mit je einem Vorrats- und Bremskreis für die 1. und 2. Achse auszuführen. Der Aufbau ist im Bremsschema (siehe Anhang I) als Mindestausrüstung festgelegt. Die Betätigung erfolgt über eine Trittplatte oder hängendes Pedal. Für eine gute Dosierbarkeit der Bremswirkung soll die Bremskennlinie grundsätzlich linear ansteigen und die Kraft/ Wegabstimmung muss für das leere Fahrzeug (ohne Dauerbremswirkung) folgende Werte einhalten:

	Mindestwerte bei erstem Ansprechen der Bremse	Werte bei z=20% Abbremsung	Werte bei z=50% Abbremsung
Betätigungskraft in daN (Gemessen: 160mm vom Dreh- punkt der Platte ent- fernt)	3	12 ± 3	18 ± 5
Verdrehwinkel in Grad (Gemessen ab Nulllage)	5	12 ± 2	17 ± 3

Ein elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS) ist vorzusehen. Für eine gute Dosierbarkeit der Bremswirkung muss die Abbremsung gleichmäßig und stetig ansteigen. Die Kraft/ Wegbestimmung muss die in der VDV-Schrift 230 angegebenen Werte einhalten.

- d) Die Bremskraftverteilung muss grundsätzlich so ausgelegt sein bzw. geregelt werden, dass sich ein gleichmäßiger Bremsbelagsverschleiß ergibt. Der aktuelle Bremsbelagsverschleiß je Achse ist auf der Instrumententafel anzuzeigen.
- e) Die Feststell- und Hilfsbremsanlage ist als Federspeicherbremse auszubilden. Die Betätigung erfolgt mittels abstufbarem, handbetätigtem Bremsventils, das Lösen durch Druckluft mit maximal 5,5 bar. Außerdem muss eine mechanische Notlösevorrichtung vorgesehen werden, die vom Fahrgastraum aus leicht zugänglich sein muss. Wenn die Feststellbremse nicht eingelegt und der Motor abgestellt ist, muss ein Warnton ertönen sowie eine entsprechende Anzeige im Display erscheinen. Am Feststellbremsventil ist die Kennzeichnung "Feststellbremse - gelöst - fest" anzubringen.(Musskriterium)
- f) Zur Betätigung der Haltestellenbremse ist ein Schalter auf der Instrumententafel anzuordnen. Ein unbeabsichtigtes Betätigen der Haltestellenbremse während der Fahrt ist auszuschließen. Der Schalter ist mit einem "H" zu kennzeichnen. An der Stellung des Schalters muss eindeutig erkennbar sein, ob die Haltestellenbremse betätigt ist. Die Haltestellenbremse wird als Anfahrsperrung bei geöffneten Türen genutzt. Sie löst sich erst wieder nach Schließung der Türen und angehobenem Fahrzeug sowie nach Betätigen des Gaspedals. Auf der Instrumententafel (Zentraldisplay) erfolgt eine Anzeige, solange die Haltestellenbremse eingelegt ist. Die Haltestellenbremse wirkt auf die Bremszylinder der Betriebsbremse. Sie muss den Omnibus bei zulässigem Gesamtgewicht im Stillstand an der größten im Netz vorhandenen Steigung festhalten und eine Abbremsung von 18 % gewährleisten. Wenn das Gaspedal, während die Anfahrsperrung wirkt, nicht automatisch blockiert oder auf andere Weise außer Funktion gebracht ist, muss die Abbremsung so groß sein, dass das Fahrzeug auch bei Vollgas noch festgehalten wird. Der Druckluftverbrauch ist durch Begrenzung des eingesteuerten Druckes zu minimieren. Bei Benutzung der Haltestellenbremse als Anfahrsperrung darf der Lösevorgang zu keiner Zeitverzögerung beim Anfahren führen. Auf der Bedientafel ist ein verplombter Notlöseschalter für Anfahrsperrung für die Haltestellenbremsanlage anzubringen.(Musskriterium)

(siehe Betriebsspezifische Ausstattung)

4.4.2 Dauerbremsanlage (Musskriterium)

Die Dauerbremse muss als generatorischer Betrieb des Traktionsmotors zur Rekuperation der Energie ausgeführt sein. Die vorgeschaltete elektrische Bremse muss bei Situationen, wo diese zu instabilen Fahrzuständen führt, automatisch abschalten und zu Diagnose-Instandhaltungs- und Inspektionszwecken abschaltbar sein. Das Energiemanagement muss so ausgelegt sein, dass die rekuperierte Energie simultan verwendet oder gespeichert und nur in extremen Betriebssituationen in Schutz- oder Bremswiderständen thermisch vernichtet wird.

4.4.3 Haltestellenbremsanlage (HBA) (Musskriterium)

Die Haltestellenbremsanlage wirkt auf die Betriebsbremse, mindestens auf die Achse 2.

Der eingesteuerte Druck ist für einen sicheren Halt des Fahrzeugs ausgelegt und über das Manometer des Hinterachsbremskreises angezeigt. Die Haltestellenbremse muss so dimensioniert sein, dass das Fahrzeug auch im Gefälle und bei Betätigung des Gaspedals sicher blockiert wird. Alternativ darf das Fahrzeug bei eingelegter Haltestellenbremse kein Gas annehmen.

Die Haltestellenbremse wird nur unter 1 km/h wirksam.

Zur Betätigung ist ein Schalter auf der Instrumententafel angeordnet.

Bei eingelegter Feststellbremse und ausgeschalteter Zündung ist das Magnetventil bei eingelegter Haltestellenbremse/Anfahrsperrung stromlos.

Bei einer technischen Störung ist zum Lösen der eingelegten Haltestellenbremse/ Anfahrsperrung ein verplombter Schalter auf der seitlichen Instrumententafel eingebaut.

Haltestellenbremsenkomfortschaltung:

Die Haltestellenbremse wird automatisch eingelegt, wenn das Fahrzeug steht, ein Bremsdruck von > 2 bar über eine Zeit von 2 sec. über das Bremspedal eingesteuert wird. Die Haltestellenbremse wird als Anfahrsperrung bei geöffneten Türen genutzt. Sie löst sich erst wieder nach dem Schließen der Türen und bei angehobenem Fahrzeug mit der Betätigung des Fahrpedals.

Bei Betätigung des generatorischen Bremsens muss das Bremslicht aufleuchten.

4.4.4 Anti-Blockier-System (ABS), Antriebsschlupfregelung (ASR), elektronisch geregeltes Bremssystem (EBS) und elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)(Musskriterium)

Die Systeme sind an die Besonderheiten einer elektrischen Traktion sowie dem Mehrgewicht eines Brennstoffzellenbusses anzupassen.

ABS, ASR, EBS und ESP sind vorzusehen. Die Polräder sind korrosionsbeständig auszuführen.

Die ASR-Abschaltung (zeitlich begrenzt) erfolgt über einen Taster auf der Instrumententafel.

4.4.5 Sonstiges

Der Wartungsaufwand muss möglichst gering sein. Er ist in Zeitintervallen von 3 und 12 Monaten zusammenzufassen.

Für die Bremsanlage wird gefordert:

- Automatische Nachstellung
- Einfache Kontrolle der Belagabnutzung an der Stelle, an der dieselbe am größten ist
- Bei Scheibenbremsen ist der Grenzwert des Bremsbelagverschleißes sinnfällig im Zentralsdisplay des Fahrerarbeitsplatzes anzuzeigen
- Gut sichtbare Verschleißanzeige
- Fernhalten jeglicher Schmiermittel von Belag

Es sind alle technisch möglichen Maßnahmen, einschließlich bekannter Dämpfungseinrichtungen, zu ergreifen, um die Brems- und Druckluftgeräusche auf ein Geräuschniveau von ≤ 72 db(A) zu minimieren. Der tatsächliche Wert (effektiv) ist vom Bieter anzugeben.

Alle zur Erfüllung der Richtlinien notwendigen Angaben bezüglich Bremsprüfungen sind bei der Auslieferung des Fahrzeuges vom Hersteller anzugeben.⁷

Ein Bremsschema, einschließlich der Aggregatebestückung und der dazugehörigen Drücke, ist mitzuliefern.

4.5 Räder/Reifen(Musskriterium)

6 -10 Räder bei GOM, bzw. 4 - 8 Räder bei KOM, Stahlfelgen, Felgengröße 22,5 x 7,5, 10-Loch mit Mittezentrung sind anzubieten. Vorderräder sind am Fahrzeug auszuwuchten (VDV Schrift 230).

Reifen: 275/70 R 22,5, schlauchlos, mit Seitenwandverstärkung. Zwillingreifen mit Reifenventilverlängerung bzw. Single-Bereifung bei spezieller E-Achse. Reifen haben Seitenwandindikatoren. Aufpumphilfe starre Ausführung bei Zwillingreifen.

(siehe Betriebsspezifische Ausstattung)

4.6 Federung(Musskriterium)

Brennstoffzellen-Hybridbusse weisen teilweise sehr hohe Dachlasten und dadurch einen höheren Schwerpunkt auf. Zum Ausgleich der größeren Nick- und Wankbewegungen müssen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden. Dazu können aktiv gesteuerte Stoßdämpfer und Federungssysteme zum Einsatz kommen. Die Vorkehrungen sind zu benennen.

4.6.1 Bauart (Musskriterium)

Luftfeder mit geringem Luftverbrauch. Der Federbalg ist vor Beschädigung durch Fremdkörper (insbesondere im Spritzbereich der Räder) zu schützen. Um Folgeschäden bei Ausfall des Federbalges zu verhindern, ist eine elastische Hubbegrenzung vorzusehen. Federbalg als Rollbalg, schnell auswechselbar. Abrollzone gegen Schmutzeintritt schützen.

Gleiche Rollbälge an allen Achsen.

⁷ Anlage VIII zu § 29 StVZO

4.6.2 Niveauregelung (Musskriterium)

Die Niveauregelung ist elektronisch zu steuern, wobei ein geringer Luftverbrauch anzustreben ist. Sie erfolgt stufenlos, ohne Nachregelung bei offenen Türen und Motor aus. Zur Reduzierung der Nick- und Wankbewegungen ist eine feinfühligere Regelung vorzusehen. Mit Ausgleich der Einfederung bei vollbeladenem Fahrzeug (Fabrikat WABCO ECAS II oder gleichwertiger Art - das vom Bieter verwendete Fabrikat ist anzugeben).

Die Niveauregulierung kann mit einem Werkstatt-PC bzw. Laptop über die zentrale Fahrzeugelektronik-schnittstelle überprüft und verändert werden.

Die erforderlichen Wegsensoren mit Magnetventilen werden in fahrtwindgeschützten, verschmutzungsarmen Bereichen montiert. Eine gute Zugänglichkeit ist gegeben.

Die verbaute Niveauregulierung garantiert gleiche Einstiegshöhen bei allen Belastungszuständen.

4.6.3 Schwingungsdämpfer

Siehe VDV-Schrift 230, 230/1 „Rahmenempfehlung für Stadt-Niederflur-Linienbusse“ und „Elektro“.

4.7 Lenkung

Es wird gefordert:

- Hydraulisch unterstützt Fabrikat ZF Typ Servocom oder gleichwertig (Musskriterium)
- Unfallsicheres Lenkrad, dunkel, matt, griffig und schmutzabweisend (ausreichende Durchsicht auf die Instrumententafel muss gegeben sein) (Musskriterium)
- Prüfanschlüsse für Druckmessung der Lenkhydraulik(Musskriterium)
- Einbau einer Wegfahrsperrung ähnlich eines Zündschlosses, z.B. Sicherung des Fahrzeugs mit einem Schlüsselschalter zur Aktivierung des Bord- und/oder Hochvoltsystems(Musskriterium)
- Das Lenkrad ist in der Höhe und Neigung verstellbar. incl. Armaturenbrett (gemäß VDV-Fahrer-arbeitsplatzgestaltung) Die Verstellung erfolgt fremdkraftbetätigt (elektropneumatisch) über Fußtaster oder Schalter auf der Instrumententafel
- Die fremdkraftbetätigte Verstellung ist nur bei eingelegter Haltestellenbremse oder Feststellbremse möglich(Musskriterium)
- Die Anordnung des Hydraulikbehälters (transparent) muss leicht zugänglich sein. Zudem muss es so gestaltet sein, dass ein Filterwechsel ohne Ausbau des Behälters möglich ist
- Die Hydraulikpumpe der Lenkung ist geräuschhemmend einzubauen
- Beim Überlaufen dürfen keine Gummiteile bzw. Bauteile benetzt werden
- Die Lenkölleitungen sind aus nichtrostenden, korrosionsbeständigen Material gefertigt
- Die genutzten Fabrikate sind vom Hersteller anzugeben(Musskriterium)

5 Fahrzeugaufbau

Der Fahrzeugaufbau muss so abgestimmt sein, dass Energiespeicher- und externe Energiezuführung optimal in das Fahrzeugsystem integriert werden. Auf eine ausgewogene Masseverteilung, insbesondere bei Achs- und Radlasten, ist zu achten.

Abdeckungen und Hauben auf dem Fahrzeugdach, unter denen sich HV-Komponenten befinden, müssen durch eine Person von einer der Längsseiten geöffnet und geschlossen werden können, damit kein Übertreten auf das Busdach notwendig wird. Der Verschluss muss von einer Seite aus zu öffnen sein, dabei ist eine Anhebehilfe z.B. über Gasdruckfedern mit Arretierung vorzusehen

Ist zum Betrieb der Fahrzeuge je nach Fahrzeug- und Sicherheitskonzept eine zweite Isolationsebene notwendig, ist diese entsprechend funktional und gewichtsoptimal in das Fahrzeug zu integrieren.

5.1 Bodenrahmen (Musskriterium)

Ausreichender Korrosionsschutz insbesondere der Seitenbeplankung und des Bodenrahmens über die Lebensdauer des Fahrzeuges von mindestens 10 Jahren. Hierbei ist gewährleistet, dass Ablass- und andere Sollöffnungen nicht verdeckt bzw. verstopft werden. Radkästen und Seitenkästen sind aus nicht rostendem Stahl oder gleichwertigem Werkstoff anzubieten. Der Radkastenbereich ist durchschlagfest zu gestalten, so dass keine Gefährdung der Fahrgäste entstehen kann.. Keine freihängenden, dem Fahrtwind ausgesetzten Luftleitungen und Ventile; Verhinderung von Eisansammlung an den Aggregaten durch Abdeckungen. Profile mit dauerhaftem Innen- und Außenkorrosionsschutz. Die Zugänglichkeit der hinter dem Bugblech liegenden Einbauteile (z.B. Lenkung, Prüfanschlüsse etc.) muss von außen gegeben sein. Keine scharfen Kanten unter dem Fahrzeug zur Verringerung der Verletzungsgefahr bei Instandhaltungsarbeiten. Außenliegende Anhebepunkte müssen am Fahrzeug angegeben werden (VDV-Schrift 230).

Es ist eine gut zugängliche Abschleppvorrichtung vorne und hinten als Koppelmaul (siehe Betriebsspezifika) vorzusehen (Ausführung nach DIN 74 056); der Bolzen muss von oben einsteckbar sein.

Die Unterlegkeile sind bodenfern unter einer Sitzbank befestigt.

Die Vierkantverschlüsse haben ein Seitenmaß von 8 mm und sind mit einem Hohlschlüssel bedienbar.

5.1.1 Korrosionsschutz

Ein langfristiger Korrosionsschutz (z.B. kathodische Tauchlackierung, KTL) wird vorausgesetzt.

Unterbodenschutz soll bei Auslieferung der Fahrzeuge dauerelastisch und für 5 Jahre wartungsfrei sein. Hohlprofilrohre ausgeschäumt oder hohlraumversiegelt. Radläufe aus Nirosta oder gleichwertig. Der Bieter beschreibt seine Lösung.

Die verwendeten Stahlsorten sind anzugeben (Gerippe, Bleche, Radläufe etc.). Bevorzugt werden hochwertige – nicht rostende Stahlsorten.

Entwässerungsbohrungen hinter Versorgungs- Aggregateklappen und senkrechten Säulen-Profilen mit mindestens 10 mm Durchmesser.

Fußbodenplatten aus verwitterungsfestem Material werden bevorzugt. Material und Materialaufbau sind anzugeben.

Für den Batterieraum bevorzugt der AG die Verwendung von säurefesten Edelstahl.

5.2 Aufbau (Musskriterium)

Die Außenkonturen sind so auszuführen, dass das maschinelle Waschen von Seiten-, Bug- und Heckflächen ohne Beschädigungen möglich ist und Schmutzecken vermieden werden. Durch formgestalterische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass Seitenwände, Fahrzeugheck und Wagenunterseite geringstmöglich verschmutzen.

Eine Bildung von Schmutznestern ist zu verhindern.

5.2.1 Gerippe/Karosserie (Musskriterium)

Die Karosserie ist instandhaltungsgerecht zu konzipieren und im Reparaturfall muss sie abschnittsweise, d.h. in kleinen Einheiten, problemlos den Austausch beschädigter Teile ermöglichen. Dies gilt insbesondere für die vier Karosserieecken.

Erhabene oder geprägte reliefartige Firmenzeichen innerhalb der Werbeflächen sind nicht gestattet.

(Wartungs-) Klappen sollten so gestaltet sein, dass diese sicher schließen und kein Öffnen durch Fahrtwind möglich ist – Scharnier der Klappen immer in Fahrtrichtung oder oben anschlagen.
Lichteicht für mindestens 10 Jahre.

Beständigkeit auch bei Beklebung. Ausschlüsse sind zu beschreiben.

Lackierung incl. Klimaabdeckung, BZ-System, HV-System, Dach und Lüfterabdeckung.

Farbe: Siehe Betriebsspezifika. Die Anstrichstoffe müssen lösungsmittelfrei durchgetrocknet sein und unbedingt mindestens den Gitterschnitt Kennwert GT1 nach DIN 53151 aufweisen.

Karosseriefarbe und Felgenfarbe: Siehe Betriebsspezifika

(siehe Betriebsspezifische Ausstattung)

Seitenbeplankung durchgehend, Front-, Seiten- und Heckteile auswechselbar ohne Demontage der entsprechenden Scheiben.

Der gesamte Aufbau ist für die Lebensdauer des Fahrzeuges (10 Jahre) korrosionsfest auszuführen. Ein- und Ausstiegsbereiche aus korrosionsfestem und rutschsicherem Material. Keine überflüssigen Zier- und Chromteile. Keine unlackierten Alu-Teile. Eloxierete Alu-Leisten wahlweise, wenn die Eloxal-Schichtdicke > 20µm beträgt.

Abdeckleisten

Für eine Lebensdauer von 10 Jahren.

Abdeckleisten an allen Podesten, Türeintriegen und Fußbodenplatten aus nicht rostendem Material. Der Bieter gibt die von ihm verwendeten Materialien an.

gelb, rutschhemmend und verklebt

bei Abdeckleisten aus Metall zusätzlich verschraubt

Einstieg

Kanten am Einstieg rutschfest, nichtrostend, vollflächig verklebt, in gelb. Das verwendete Material ist anzugeben.

Leisten aus nichtrostendem Metall (verschraubt).

Leisten und hervorstehende Teile oberhalb der Seitenfenster und der Türen sind so zu gestalten, dass die Entwässerung nicht über den Türausschnitten erfolgt und keine Wasserablaufstreifen entstehen. Räume hinter Versorgungs- und Aggregateklappen sind mit Wasserablaufbohrungen (> 10 mm) zu versehen.

Bodenklappen mit Schnellverschlüssen versehen. Einfassungen aus nichtrostendem Metall. Dauerhafte Schall- und Wärmeisolation. Alle Verkleidungen aus in der Masse gefärbtem Kunststoff oder gleichwertiger, dauerhafter Beschichtung

Im Bereich zwischen den Türen dürfen keine störenden Podeste montiert sein. Soweit Podeste notwendig sind, müssen die Kanten zum Fußboden abgesetzt sein. Bei 2-Achsigen Fahrzeugen sowie Gelenkbussen ist ein Vollniederflur vorzusehen.

Es sind an allen Achsen ausreichend dimensionierte Schmutzfänger anzubringen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

5.2.2 Scheiben/Fenster

Zur Verminderung von Wärmeeintrag sind alle Scheiben mit einer entsprechenden Tönung zu versehen (Einscheibensicherheitsglas). Die Frontscheibe ist einteilig und beheizt vorzusehen. Zur besseren Be- und Entlüftung müssen im vorderen und hinteren Fahrzeugbereich, über den Achsen, jeweils Klappfenster angeordnet werden. Schmutz- und wasserabweisende Oberflächenstrukturen sind anzustreben. Die Fahrerseite Scheibe muss beheizbar und zu öffnen sein. Ein perforiertes seitliches Sonnenrollo ist anzubringen. Die Fahrtzielanzeige darf nicht in die Frontscheibe integriert sein.

- Wenigstens 4 Klappfenster (Gelenkbus 6) mit Vierkantverschluss und zwei elektrische Dachluken (beim Gelenkbus vier), sofern umsetzbar.
- Bugscheibe und Bugschilderkastenscheibe sowie Scheibe vor Fahrzeug Lese-Gerät/ Infrarotbarke ohne Tönung

- Fahrerfenster mit Schiebefenster in Tönung grün oder grau, Sichtfenster zu den Spiegeln werden elektrisch beheizt
- Regenleiste für Fahrerfenster und Türen
- Seitenscheiben wärmedämmend ausgeführt mit niedrigem Wärmedurchgangskoeffizienten)

Unmittelbar über dem Bereich des Wasserstoff-Tankverschlusses dürfen keine Öffnungen zum Fahrerraum wie z. B. Klappfenster vorhanden sein.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

5.2.3 Stoßfänger

Vorne ist ein dreiteiliger Stoßfänger und hinten ein Auffahrschutz vorzusehen.

5.2.4 Notausstiege

Entsprechend den gesetzlichen Vorschriften sind Notausstiege vorzusehen. Sofern technisch machbar, ist die Heckscheibe als Notausstieg vorzusehen. (Klärung ggf. im technischen Gespräch)

5.2.5 Spiegel (Musskriterium)

2 Innenspiegel vorn, für den Fahrer gut einsehbar. Die Innenspiegel sind verstellbar. Gewölbte Innenspiegel werden in Türnähe montiert.

Die Außenspiegel müssen so angebracht werden, dass der Fahrer eine ungehinderte Sicht in die Spiegel hat. Dies wird gewährleistet durch die Einsehbarkeit durch das linke Seitenfenster und durch die Frontscheibe. Der Außenspiegel weist zudem eine Tote-Winkel Funktion auf. Unterkante der Spiegelhalterung bzw. des Spiegels in ausreichender Höhe über Fahrbahn (möglichst >2100 mm). Außenspiegelarm schwenkbar, zusätzlich schnell abnehmbar bzw. wegklappbar (Waschanlagenstellung) und in diesem Zustand stark arretiert. Beheizbare Außenspiegel, elektrisch verstellbar. Rechts zusätzlich Weitwinkelaußenspiegel als Schulbusspiegel, idealerweise integriert oder unterhalb am Außenspiegel(demontierbar) mit Mindesthöhe von 2000 mm Unterkante zur Fahrbahn.

Die Stecker an der Spiegelbefestigung sollten möglichst in Metallausführung sein.

5.3 Türen (Muss-und Sollkriterium)

Bei allen an die Türen gestellten Anforderungen muss neben den Sicherheitsvorkehrungen die Zuverlässigkeit, zu der auch eine eindeutige Wartungsvorgabe gehört, höchste Priorität besitzen. Karosserieverwindungen dürfen die Türfunktion nicht beeinträchtigen. Grundausstattung ist an Tür 1 eine zweiflügelige Innenschwenktür.(Musskriterium)

Die offene Türstellung aller Türen wird über Kontrollleuchten, die den Türen zugeordnet sind, auf der Instrumententafel sinnfällig angezeigt. Dem Fahrpersonal wird der kraftlose Zustand der Türflügel über die Kontrolllampen durch Blinken optisch angezeigt. Diese Anzeige erfolgt auch bei der Betätigung des Nothahns(inkl. Summer). Beide Türflügel der Tür 1 können individuell über einen 3 stufen Schalter gesperrt werden. An den Hauptschlisskanten der Türen(ausgenommen Tür 1) werden Druckwellensteuerungen im Fingerschutzprofil mit Druckwellenschalter Typ DW 10 Fabrikat Bircher oder gleichwertiger Art eingebaut. Bei Ausfall der Druckwellensteuerung werden die vorgeschriebenen Einklemmkräfte nicht überschritten. Die Anfahrsperrung ist auch bei kraft- bzw. drucklosen Türen wirksam. Es wird ein gut zugänglicher Werkstattschalter für die Türsteuerung der Tür 2 und 3 im Türventilkasten oberhalb der Türen eingebaut. Eine vom Fahrerplatz aus zu betätigende Rückstellung der Notentriegelung ist gegeben.(Abweichungen sind zu beschreiben).

5.3.1 Ausführung

Übereinstimmung mit den zum Zeitpunkt der Zulassung geltenden länderspezifischen gesetzlichen Vorschriften⁸.

Die Wirkungsbereiche der Sicherheitseinrichtungen sind für den Fahrgast augenfällig zu kennzeichnen (z.B. gelb).

Der seitliche Abstand der Betätigungseinrichtungen von der zugehörigen Tür darf 500 mm nicht überschreiten. Je nach Türkonstruktion kann es erforderlich sein, die Betätigungseinrichtung auf den Türen anzubringen (z.B. bei zweiflügeligen Außenschwenkschiebetüren).

Die Ausführung des Fußbodens im Einstiegsbereich muss als Ebene gestaltet werden, deren horizontale Neigung quer zur Fahrtrichtung auf max. 5 % zu begrenzen ist. An Tür 1 ist eine Haarnadel mit Pendelabschränkung vorzusehen (siehe Betriebsspezifika).

Die Ausführung der Türen muss den Einbau und den Betrieb von Einstiegshilfen (Rampe an Tür 2) für die Beförderung von Rollstuhlfahrern ermöglichen.

Die Abdichtung der Türkanten muss bei geschlossenen Türen ein Eindringen von Zugluft, Wasser oder Schnee in das Fahrzeug verhindern. Damit Beschädigungen an der Tür durch Aufsetzen auf Bordsteinen ausgeschlossen sind, muss die Türunterkante entsprechend ausgeführt sein. Vertikale Außenkanten der Türflügel sind so zu gestalten, dass ein Einklemmen während des Bewegungsablaufes nicht möglich ist.

Ein unbeabsichtigtes Aufdrücken der Türen durch die Fahrgäste bzw. ein Aufziehen durch den Fahrtwind muss durch die Anlenkung der Türflügel oder die Ausführung des Antriebs vermieden werden. Dem Fahrer muss der kraftlose Zustand der Tür optisch und akustisch angezeigt werden. Durch entsprechende Abdeckungen der Türantriebswellen darf ein Einklemmen während der Türbewegung nicht möglich sein.

Die Klappen zur Abdeckung der Türantriebe sind mit einer Arretierung in geöffneter Stellung zu versehen.

Die Türflügel von Innenschwenktüren sollen in Öffnungsstellung so wenig wie möglich über den Aufbau hinausragen.

Türgriffe in Farbe der Haltestangen. Lichte Durchgangsweite an allen Türen mindestens 1200 mm. Die effektiven Durchgangsweiten sind vom Bieter anzugeben (in mm).

Zu allen Türen ist das verwendete Tür-Fabrikat vom Bieter anzugeben.

Alle Türen Verglasung ESG (Tür 1 doppelverglast). Einheitliche Tönung der Scheiben in grün oder grau.

An jedem Türflügel YMOS-Schloss mit Abdeckrosetten. (Schließung 402).

Tür 1 und Tür 2 manuell gesteuert, alle weiteren Türen automatisch gesteuert.

LED-Beleuchtung im Türbereich an Tür 2, Tür 3 und Tür 4.

Türkonfiguration: Tür 2 und 3 siehe Betriebsspezifika. Der Mehr-/Minderpreis ist entsprechend separat auszuweisen.

Bei automatischer Türsteuerung:

- Außentaster zur Türöffnung links und rechts der Türen oder auf den Türen.
- Türschließwarnanlage, Summer ertönt vor der Schließung (keine Dauerton).

Ausführung (unter Beachtung von Punkt: 1.8)

Solobus:

Ausführung mit drei Türen (dritte Tür optional abwählbar).

Gelenkbus:

Ausführung mit vier Türen (vierte Tür optional abwählbar).

LED-Leuchtmittel vertikal an Tür 3 und 4.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

⁸ Für Deutschland § 35 StVZO und zugehörigen Richtlinien, UVV - ZH 1/494, VÖV-Schrift-Nr. 8.23.1 "Empfehlungen für automatisch arbeitende, fremdkraftbetätigte Türen in Linienbussen und Straßenbahnfahrzeugen" und VÖV-Schrift-Nr. 6.22.1 "Anforderungen an Überwachung von fremdkraftbetätigten Türen und Trittstufen in Linienbussen und Straßenbahnfahrzeugen"

5.3.2 Antrieb und Steuerung (siehe betriebsspezifische Ausstattung)

5.4 Einstiegshilfen

5.4.1 Absenkanlage ("Kneeling")(Muskriterium)

Eignung des Fahrzeuges für Sonderboard 220mm.

Fahrzeugabsenkung (Kneeling) muss Umschaltbar sein. Sowohl automatisch mit der Öffnung der Türen zum Ein- oder Aussteigen der Fahrgäste als auch manuell bei geschlossenen und bei geöffneten Türen (technische Auswahl nur durch Werkstattpersonal).

Bei manuellem Kneeling bei offenen Türen muss das Fahrzeug im abgesenkten Zustand verweilen, manuelles Anheben durch Taster in Gegenrichtung. Sobald alle Türen geschlossen sind, wird das Fahrzeug automatisch angehoben.

Wird bei abgesenktem Zustand der Nothahn betätigt, erfolgt die Anhebung des Fahrzeuges.

Die Absenkezeit darf maximal 4 Sekunden betragen.

Die Hebezeit darf bei zulässigem Gesamtgewicht maximal 5 Sekunden betragen. Die effektive Absenk-/Hebezeit (in Sekunden) ist anzugeben.

Die Absenk- und Anhebezeit ist jeweils einschließlich Türlaufzeit – vom Öffner- /Schließimpuls bis zur Türendstellung zu werten.

Anheben automatisch mit Schließbeginn der letzten offenen Tür und ausgeschalteter Türfreigabe.

Eine genaue Beschreibung der Absenkanlage ist bei Angebotsabgabe mitzuliefern.

Bei stehendem Fahrzeug (Haltestelle) (1 km/h Grenzwertgeber) soll das Fahrzeug an der Türseite einseitig um $80 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ abgesenkt werden können.

Es ist eine Hubeinrichtung zur Anpassung an die Straßenverhältnisse anzubieten. Sie muss aktivierbar bei Geschwindigkeit $< 15 \text{ km/h}$ sein. Die Bedienung über Taster im Armaturenbrett mit einer automatischen Rückstellung bei $> 15 \text{ km/h}$.

Die Absenkhöhe muss an allen Türen gleich sein.

Die tatsächliche Absenkhöhe (in mm) ist vom Bieter anzugeben.

Bezüglich der Betätigung und der Sicherheitsbestimmungen gelten die länderspezifischen Vorschriften⁹.

Die Druckluftanlage muss so ausgelegt sein, dass ein automatischer Kneeling-Betrieb, auch bei kurzen Haltestellenabständen von ca. 350 m und "Stop-and-go-Verkehr", sicher gewährleistet ist.

Kneelingvorwahl soll über Dauerschalter durch den Fahrer eingelegt werden können. (Keine regelmäßige automatische Rücksetzung des Vorwahlwunsches, z.B. bei Taster). Anheben im Notfall durch gesondert farblich gekennzeichneten Taster/Schalter.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

5.4.2 Betätigung der Absenkanlage (manuelles Kneeling) (Muskriterium)

Senken: Manuell mittels Taster auf der Instrumententafel bei geöffneter Tür.
(Totmannschaltung)

Heben: Automatisch bei der zuletzt schließenden Tür und ausgeschalteter Türfreigabe.

Zusätzlich:

Not-Heben: Manuell mittels Nottaster auf der Instrumententafel.

Das Notheben ist bei allen Türstellungen über einen Taster auf der I-Tafel möglich.

⁹ Die amtlichen "Richtlinien für fremdkraftbetätigte Einstiegshilfen an Kraftomnibussen" nach § 35 d der StVZO

5.4.3 Rampe (Muskriterium)

Einbau einer manuell betätigten Klapprampe mit integriertem Klappgriff (auch durch Fahrgäste bedienbar) an Tür 2 mit einer Traglast von mindestens 350 kg. Der Klappgriff muss leichtgängig und publikumstauglich sein. Der Rampeneinsatz muss den hohen mechanischen Anforderungen angepasst sein, Eindringen von Feuchtigkeit durch die Bus-Innenwäsche muss vermieden werden. Einbau eines Sensors (Induktiv-Näherungsschalter oder vergleichbar) zur Freigabe der Haltestellenbremse bei eingeklappter Rampe. Außentaster für Rampenanmeldung.

6 Innenausstattung

6.1 Allgemeines (Muskriterium)

Bei der Innenraumgestaltung ist Wert auf eine angenehme und attraktive Wirkung zu legen. Durch entsprechende Farbgestaltung und Materialauswahl, die schmutzunempfindlich (Fußboden) ist, sollte eine Qualität ausgestrahlt werden, die Vandalismus entgegenwirkt und neue Kundenpotentiale erschließen lässt.

Der Innenraum muss zur leichten Orientierung von Sehbehinderten kontrastreich gestaltet werden; Stufen und Rampen sind kontrastreich zu kennzeichnen.

Es ist ein verschleißfester, wasserdichter, durchgehend verlegter und auch bei Nässe rutschsicherer Fußbodenbelag (mindestens Fußbodenklasse R10) zu verbauen (VDV Schrift 230).

Alle Elemente der Innenausstattung dürfen bei durchschnittlicher Fahrbahnqualität keine Geräusche emittieren.

Die genaue Ausführung des Designs der Innenausstattung (Kapitel 6) wird bei der technischen Auftragsklärung abgesprochen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.2 Bestuhlung

6.2.1 Anordnung (Muskriterium)

Es ist eine maximale Sitzplatzanzahl anzustreben, es sollen mindestens 42 – 46 Fahrgastplätze bei GOM und 27-32 Plätze bei Solobus vorgesehen werden. Je mehr desto besser.

In allen Fällen ist jedoch mindestens eine Sondernutzungsfläche als Kinderwagenplatz bzw. als Rollstuhlfahrerplatz vorzusehen.

Der vordere und hintere Durchgang muss als Stehbereich genutzt werden können.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.2.2 Sitzausführung (Muskriterium)

Einzelstuhlschalen, möglichst bodenfrei ohne den Fußraum einzuschränken. Beim Einbau der Fahrgastbestuhlung wird ein praxisgerechtes Einbaumaß der Sitzhöhe (Sitzpolster bis Fußboden) von ca. 450 mm berücksichtigt. Die Rückenlehnen der Sitze sind mit gangseitig liegenden Handgriffen auszuführen. Als Polstermaterial ist ein ermüdungsfreier, gegen Feuchtigkeit und Wärme beständiger Kaltschaum vorzusehen. Rückenlehnen und Sitzpolster einzeln und schnell auswechselbar. Die Polsterdicke ist so zu bemessen, dass ein bequemes Sitzen über die Zeitdauer von mindestens einer Stunde möglich ist. Fabrikat Kiel Centra oder gleichwertig. Sog. vis á vis-Sitze sind in Fahrtrichtung gangseitig mit seitlichen Stützbügeln zu versehen, die als nicht verletzungsgefährdende Haltegriffe ausgebildet sein müssen. Ferner sind im Bereich der vis á vis-Sitze wandseitig Haltegriffe vorzusehen. Die Sitze der letzten Sitzreihe sowie über Boden- und Montageklappen sind so auszuführen, dass sie mit einfachen Hilfsmitteln klappbar sind (vgl. VDV Schrift 820 „Werkstatteinrichtung für die Instandhaltung von Niederflurfahrzeugen“ [4]).

Die Rückwand der Rückenlehne muss aus widerstandsfähigen, kratzfesten und schwer beschreibbaren Materialien bestehen. Die Sitze sind so zu gestalten, dass Vandalismus entgegengewirkt wird.

Im Bereich der Sondernutzungsfläche sind zwei Klappsitze (automatisch hochklappend) optional vorzusehen und zu bepreisen. Ein Mutter-Kind Platz im Stehperon ist ebenfalls optional anzubieten und zu bepreisen .

Der Sitzbezugstoff wird im technischen Gespräch geklärt.
(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.2.3 Schwerbehindertensitze (Musskriterium)

Schwerbehindertensitze sind mittels Piktogramm besonders kenntlich zu machen und müssen den besonderen Anforderungen in Anhang VII zur EU-Busrichtlinie 2001/85 entsprechen. Es ist mindestens ein vollwertiger Rollstuhlplatz mit Anlehfläche und Haltewunschtaster gegenüber Tür 2 anzubieten. Eine Befestigung für Rollatoren oder Kinderwagen an der Sondernutzungsfläche muss ggf. eingebaut werden (Rollatorgurt ist Beistellung). Klärung im technischen Gespräch.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.3 Haltestangen, Haltewunschtaster, Abschrankungen und Trennwände (Musskriterium)

Haltestangen sind in ausreichender Zahl (UN/ECE Regelung Nr. 36 und VDV Schrift 230) und an geeigneten Stellen - idealerweise bodenfrei - vorzusehen. Die Beschläge sind durchgehend verschraubt auszuführen. Eine durchgängige Festhaltungsmöglichkeit und „Leitfunktion“ für alle Fahrgastgruppen muss beim Durchgang durch den Bus sichergestellt sein (Gem. EU 2001/85 EG).

Halteschlaufen können verwendet werden. Die Haltestangen und die Beschläge im Hauptsichtfeld sind bzgl. ihrer Farbgestaltung so auszubilden, dass ein hinreichender Kontrast für Fahrgäste mit Sehschwäche vorhanden ist (DIN 32975:2008 – 06 (D)).

Die waagerechten Haltestangen vor den Sitzen sind optional mit einem auswechselbaren Kinnschutzpolster zu versehen und zu bepreisen. Vor den ersten Sitzen hinter den Einstiegen und vor den Sitzen hinter der Fahrerkabine sind ausreichende Haltemöglichkeiten darzustellen. Im Bereich der Sondernutzungsfläche ist eine rund laufende Haltestange vorzusehen.

Die genaue Anordnung wird bei der technischen Auftragsbesprechung festgelegt.

Vor den Sitzen hinter den Türen sowie hinter den Sitzen vor der Tür 2 sind bodenfreie Trennwände vorzusehen, um das Verletzungsrisiko der Fahrgäste auf diesen Sitzen zu verhindern.

Die Trennwände sollen klar (ohne Logo) und vibrationsfest im Gummi gelagert werden.

Im Drehgelenkbereich sind ausreichend Haltemöglichkeiten vorzusehen, allerdings ohne Trennwände links und rechts am Faltenbalg.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.3.1 Haltewunschtaster (Musskriterium)

Alle senkrechten Haltestangen sind mit Fahrgast-Haltewunschtastern auszurüsten, deren Tastermitte ca 1400 mm über dem Fahrzeugboden angeordnet sind (an den Entwerterhaltestangen oberhalb der Entwerter).

Eine zu hohe Sensibilität der Drucktaster ist zu vermeiden, um unbeabsichtigte Berührungen nicht als Haltewunsch anzuzeigen, durch Prellschutz optimiert einstellen. Die Haltewunschtaster sind kontrastreich ausgeführt und heben sich farblich von den Haltestangen ab. Um ein unbeabsichtigtes Auslösen des Haltewunsches zu vermeiden, sind, sofern möglich, alle Haltewunschtaster in Fahrtrichtung anzubringen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.3.2 Abschrankungen (Musskriterium)

Zur Einhaltung des gesetzlich vorgeschriebenen Fahrersichtfeldes ist entweder eine Bodenmakierung oder eine gepolsterte, unfallsichere Pendelabschrankung zwischen der Fahrerkabine und der Haarnadel an Tür 1 vorzusehen.¹⁰ Beides ist zu Bepreisen, der Mehr- oder Minderpreis ist anzugeben. Das Sichtfeld zur Tür 1 muss dabei über beide Türflügel völlig freibleibend sein. Verletzungen durch zurückfedernde Abschrankungen sind auszuschließen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.3.3 Trennwände (Musskriterium)

Vor und hinter den Sitzen vor der Tür 2 und Tür 3 sind Trennwände vorzusehen, um das Verletzungsrisiko der Fahrgäste auf diesen Sitzen zu minimieren. Die Trennwände weisen eine Bodenfreiheit von ca. 20 mm auf, wodurch das Einklemmen von Körperteilen, der auf diesen Plätzen sitzenden Fahrgästen verhindert wird.

6.4 Innenverkleidung (Musskriterium)

Als Innenverkleidung sind fahrgastfreundliche, schmutzabweisende bzw. schwer beschreibbare, ggf. versiegelte und leicht zu reinigende, geräuschkämmende Materialien vorzusehen. (Brandschutz vgl. Kap.: 1.13)

6.4.1 Seitenwände (Musskriterium)

Seitenwände sind Schall- und Wärme isoliert. Zum Schutz der Seitenwände ist der Bodenbelag ca. 25 cm seitlich hochgezogen.

Im Bereich der Sondernutzungsfläche stoßfest zur Unterstützung der Seitenverkleidung gegen Beschädigung.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.4.2 Decke (Musskriterium)

Als Deckensystem ist ein helles, schmutzabweisendes, reinigungsfreundliches und geräuschkämmendes Material zu verwenden, in welches die Fahrzeuginnenbeleuchtung eingelassen ist. Deckenzwischenräume sind zu isolieren.

6.4.3 LED Innenbeleuchtung (Musskriterium)

Als Zahltischbeleuchtung ist eine Decken-Spotleuchte vorzusehen. Die Steuerung soll bei geöffneter Tür automatisch geschehen. Eine zusätzliche Betätigung muss mit einem 1-stufigen Schalter auf der Instrumententafel möglich sein. An allen Einstiegen sind Spotleuchten über den Türen vorzusehen, die auch den Außenbereich vor den Türen ausleuchten. Auf eine gute Ausleuchtung aller Sitzplätze ist zu achten. Im Fahrbetrieb muss eine Reduktion der Lichtintensität möglich sein. Die Innenbeleuchtung muss so konzipiert sein, dass der Fahrer nicht beeinträchtigt wird. Insbesondere sind Spiegelungen in der Frontscheibe bei eingeschalteter Innenbeleuchtung weitgehend zu vermeiden.

6.5 Fußboden

6.5.1 Gestaltung (Musskriterium)

Der gesamte Fußbodenbereich ist im Bereich der Tür 2(KOM) bzw Tür 3(GOM) podestfrei zu gestalten und unter den Gesichtspunkten der Niederflurigkeit und wirtschaftlichen, täglichen Reinigung auszuführen. Zur Vermeidung von Reflexionen sind mitteldunkle Töne bevorzugt (siehe hierzu Betriebspezifika), der Einsatz eines dunkleren Fußbodens im 1. Drittel des Fahrzeuges kann ebenfalls möglich sein.

¹⁰gemäß § 35b StVZO

Die maximale Neigung im Fahrgastraum darf in Fahrzeuglängsrichtung 8 %, in Querrichtung 5 % nicht überschreiten. Konstruktiv unabdingbar notwendige Podeste sind möglichst niedrig zu gestalten und deren Anzahl ist auf ein Minimum zu beschränken. Die begehbaren Podeste müssen mit Winkelprofilen (DIN 32975:2008 – 06 (D)) versehen sein.

Die Qualitätshinweise in Kapitel 1.7 sind zu beachten.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.5.2 Ausführung (Musskriterium)

Fußboden in den Gangbereichen mit verschleißfestem Belag (Mindestmaterialstärke von 2,5 mm der Klasse R10). Farblich abgestimmt auf die Innenraumgestaltung, schmutzunempfindlich, hohe Rutschfestigkeit.

Rissbildung der Nähte aufgrund von Alterung (Schrumpfung und Aushärtung) muss vermieden werden. Kein aufgespritzter Fußboden.

Keine bodennahen Schnittkanten zur Vermeidung von Wischwassereinträgen, Kanten oberhalb 100mm oder andere Lösung anbieten.

Es sind schmutzabweisende, leicht zu reinigende, wasserfeste, rutschfeste und unfallsichere Materialien zu verwenden. Insbesondere müssen der Fußboden und der untere Teil der Seitenwände so ausgebildet sein (z.B. geschlossene Wanne), dass kein Wasser und Reinigungsmittel in den Unterbau eindringen kann.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.6 Sondernutzungsfläche¹¹ (Musskriterium)

Vom Unternehmen festzulegen

Es sind jeweils ausreichende Festhaltungsmöglichkeiten vorzusehen (Umlaufstangen, Halteschlaufen). Befestigungsschleufe für Rollatoren und Fahrräder im Bereich Sondernutzungsflächen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

6.7 Dachvouten, Dachkanäle (Musskriterium)

Für die Instandhaltung relevante Dachkanalklappen sind aus Sicherheitsgründen grundsätzlich oben anzuschlagen und entsprechend zu arretieren und herausnehmbar auszuführen. Klappen sollen von einer Person geöffnet, abgenommen und angebracht werden können. Der Bieter beschreibt seine Lösung. Dachkanalklappen dürfen in geschlossenen Zustand dauerhaft keine Geräusche verursachen.

6.8 Piktogramme (Musskriterium)

Es sind die nach den einschlägigen länderspezifischen Vorschriften üblichen Piktogramme (für Schulbuszulassung) anzubringen, inklusive der Beschilderung für den Fahrgastfluss.¹² Die Innenschilder sind selbstklebend, dauerhaltbar, nicht schrumpfend, antistatisch, lichtecht und reinigungsfest auszuführen. Alle Hinweisschilder (auch für Motorraum/Bremsanlage) sind in landesspezifischer Sprache vorzusehen.

(Klärung im Technischen Gespräch).

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

¹¹ Gemäß EU 2001/85 EG

¹² Siehe VDV-Schrift 230, Teil B - Zeichnungen

6.9 Sonstiges (Musskriterien)

2 Verbandkästen nach DIN 13 164, ein typgeprüftes Warndreieck¹³, eine Warnweste und eine typgeprüfte kombinierte Warn- und Handleuchte¹⁴ sind in einem gemeinsamen Kasten in der Nähe des Fahrers, Sicherung durch Plombe. Hinweisschild (Klebefolie) anbringen. (Musskriterium)

- Alle Verschlussklappen sind oben anzuschlagen, Arretierung in geöffneter Stellung.
- Es ist ein Schwanenhalsmikrofon für die allgemeine Durchsagen und Haltestellenansagen nach Angabe zu montieren.
- Wenn konstruktionsbedingt möglich, sind auf den vorderen Radkästen Ablageschalen oder ähnliches vorzusehen.
- Feuerlöscher: Geprüft im Monat der Fahrzeugabholung. Montiert am Fahrerarbeitsplatz mit entsprechender Halterung. (Musskriterium)
- Alle Nothämmer müssen mit einer Diebstahlsicherung und einem Kratzschutz versehen werden, bei der Verwendung von Drähten o.ä. sind Rückzugmechanismen anzubringen.
- Eine Steckdose für Reiseletermikrofon ist vorzusehen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

¹³Nach § 53a StVZO

¹⁴ Ausführung mit windsicherer Handleuchte nach § 53a und § 54b StVZO

7 Fahrerarbeitsplatz¹⁵

Es ist der ergonomisch und technisch optimierte „VDV-Fahrerarbeitsplatz im Linienbus vorzusehen, der gleichsam Fahrer und Fahrerinnen mit einer Körperhöhe von 1,60 m bis 2,00 m berücksichtigt.

Display für Instrumententafel in deutscher Sprache.

Ferner muss eine Einbaumöglichkeit für einen beigeestellten Fahrscheindrucker vorgesehen werden.

Besonderer Wert ist auf eine instandhaltungsgerechte Ausführung des Instrumententrägers und der Seitenkonsole zu legen; ein einfacher Austausch von Baugruppen, Unterbaugruppen und Komponenten muss sichergestellt sein.

Die Anordnung der Bedienelemente, sowie die Belegung von Schaltern und Anzeigen bleiben der technischen Auftragsbesprechung nach Auftragsvergabe vorbehalten.

7.1 Abmessungen und Eigenschaften (Musskriterium)

Der zweispurige Fahrgastfluss bei doppelt breiter Tür 1 ist zu ermöglichen. Der Fahrerarbeitsplatz ist auf einem Podest mit einer Höhe von 200 mm +/- 50 mm anzuordnen.

Die Kabinentür, mit Zahltisch für Geldwechsler, ist so auszuführen, dass die Aufnahme einer Fahrertasche möglich ist. Der Zugriff auf die Tasche muss von oben möglich sein, ohne dass diese dazu gekippt werden muss. Die Fahrtür soll gegen dauernde Schwingungen fest arretiert werden können (kein dauerndes Klappergeräusch auf Kopfsteinpflaster)

Ein Fahrplanhalter mit Leuchte und Schalter am Armaturenbrett wird eingebaut.

(Beistellung, Klärung im Technischen Gespräch)

Es ist ein Fahrersitz Typ ISRINGHAUSEN oder vergleichbar einzubauen der folgende Funktionen erfüllen muss

- Luftfederung
- Bedienung rechts und vorn
- Rückenlehneinstellung
- Schulteranpassung
- Neigungseinstellung
- Horizontaleinstellung
- einstellbarer Vertikal-Schwingungsdämpfer
- Sitzkissentiefeinstellung
- integr. Pneumatiksystem zur Anpassung der Rückenlehnenkontur
- Schnellabsenkung
- Klimatisierung
- drehbar

Stoff: Es soll ein atmungsaktiver für die „Sitzklimatisierung“ vom Sitzhersteller empfohlener dunkler Stoff zum Einsatz kommen.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

Am Fahrerplatz ist ein Haken und Bügel für Dienstmützen und Kleidung anzubringen.

Sonnenrollo (ca. 1500 mm, undurchsichtig, idealerweise im unteren Bereich perforiert), möglichst stufenlos, optional elektrisch, verstellbar, an der Bugscheibe; für das Fahrerseitenfenster perforiertes Rollo.

Scheibe der Fahrerinnenkabinenrückwand mit getönter Folie, kleines Ablagefach in Fahrerinnenkabinenrückwand. Über dem Fahrerarbeitsplatz oder in der Nähe ist ein Fach für genormte elektronische Bauteile („Euro-Einschub“) vorzusehen. Die Abmessungen ergeben sich aus der beigeestellten Kommunikationstechnik

¹⁵ Basis ist die VDV-Schrift 234 „Fahrerarbeitsplatz im Niederflur-Linienbus“ sowie das BG-Lastenheft „Fahrerarbeitsplatz im Linienbus“

(siehe betriebspezifische Ausstattung)

7.2 Kontroll- und Informationselemente

Die Ausführung der Instrumententafel soll wie in der VDV-Schrift 234 „Fahrerarbeitsplatz im Niederflur-Linienbus“ beschrieben, erfolgen.

Zusätzliche Funktionen in Bezug auf Schalter, Leuchten, Displayanzeigen werden nachfolgend gesondert benannt, bzw. bei der Auftragsbesprechung festgelegt.

Onboard-Diagnosemöglichkeit und /oder Klartextmeldung im Fehlerfall
Eiswarnanzeige sowie separate nicht blinkende gelbe Kontrollleuchte im Armaturenbrett für Haltewunsch und Rollstuhlplatz.

Die im VDV-Fahrerarbeitsplatz im Zentraldisplay visualisierten Informationen müssen sinnvoll an den BZ-Bus angepasst werden.

Das beinhaltet insbesondere die Anzeige:

- Des Energieinhaltes des/der Speichersystems/-systeme (Anzeige des SoC in %)
- Der Restfahrreichweite (näherungsweise Ermittlung unter Berücksichtigung verfügbarer nutzbarer Energieinhalt-Speicher und durchschnittlichen Energiebedarfs)
- Anzeige des Tankinhaltes der H₂ Tanks in bar
- Von reduzierter Performance
- Des Status „Spannungsversorgung“
- Betriebszustand der der Brennstoffzelle (Stand-by Zustand vs. Arbeit)
- Störungs- und Betriebsmeldungen des HV-Systems (einschließlich Energiespeichermanagementsystem und z.B. Hinweisen zum Balancing Batteriespeicher)
- Störungen des Brennstoffzellensystems, Leckage des H₂-Systems und Störungen am Antriebssystem (E-Motoren, etc.)

(siehe betriebspezifische Ausstattung)

7.3 Fahrerassistenzsysteme

Zur Unterstützung des Fahrers muss der Energiefluss oder Energiebedarf zur Sicherstellung einer ökonomischen Fahrweise sinnvoll qualitativ angezeigt werden (Energieflussanzeige – Rekuperationsrate – Fahrleistung).

Aktive Fahrerassistenz- und Steuerungselemente wie z.B. performanceorientierte Fahrpedalsteuerung (z. B. Forced Feedback Pedal) sollten in das Fahrzeug integriert werden.

7.4 Besondere Bedienelemente Brennstoffzellenbus (Musskriterium)

Entsprechend der Fahrzeugkonzeption werden zusätzliche Steuerungselemente notwendig. Diese sind nachstehend beispielhaft aufgezählt. Die Steuerungselemente müssen ergonomisch am Fahrerarbeitsplatz angeordnet sein und sind mit dem Betreiber abzustimmen. Diese beinhalten:

- Notschalter HV-Anlage mit Sicherheitseinrichtung gegen Wiedereinschalten
- Kontrollsystem für Isolationsüberwachung
- Schalter Fahrtrichtungswahl als D-N-R-Tastenblock
- Mehrstufiger E-Bremshebel für Rekuperation (optional abwählbar, betriebspezifisch)
- Anzeige – je nach Fehlerpriorität sofort oder bei Aufruf mittels Steuertaster – im zentralen Störmelddisplay mit Klartextfehlermeldung/Fehlernummer für Fehlfunktionen/Störungen in:
 - Unterspannungssituationen, die zur Performancereduktion führen
 - Leistungselektronik
 - Traktionsausrüstung

- Speichersystem einschl. Thermomanagement und Batteriemanagement (BMS)
- Kühlung der Leistungselektronik
- Drehstromausgang statischer Umformer
- Heizung/Klimatisierung
- Lenkhilfe
- Luftpresser
- On-Board-Stromerzeuger
- Energiezuführungssysteme
- H₂ Tanks
- Hochdrucksystem

7.5 Kasse, Fahrscheindrucker und ITCS(Musskriterium)

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

8 Klimatisierung/Heizung/Lüftung

8.1 Allgemein/Klimaanlage (Muss- und Sollkriterium)

Bei Brennstoffzellenbussen wird eine energieeffiziente und eine lokal abgasfreie elektrische Heizung und Klimatisierung gefordert. Die Ausführungen der VDV-Schrift 236 bzw. 236/1 (bei Teilklimatisierung) sind sinngemäß auf elektrisch angetriebene Fahrzeuge anzuwenden.

Die Heizungssysteme sind so auszulegen, dass alle sinnvoll nutzbaren Möglichkeiten der Abwärmenutzung integriert werden. (Musskriterium)

Während einer externen Energiezuführung (für das Nivellieren der Traktionsbatterie, Laden der 24 V Batterie und das Beheizen des BZ Systems) sollte es möglich sein, das Fahrzeuginnenraumklima entsprechend vorzukonditionieren (ggf. auch höher als in der Steuerung – VDV-Regelkurve gemäß VDV-Schrift 236 – vorgesehen). Das beinhaltet insbesondere die Vorkonditionierung des Fahrerarbeitsplatzes. Dies ist sowohl über das externe Energiezuführungssystem oder über standardisierte Stecker und Spannungsebenen je nach Vorgaben des Betreibers umzusetzen. Die Nachladung der Speicher darf dabei nicht unterbrochen oder erheblich reduziert werden. Optional kann auch eine externe Energiezufuhr zur Vorkonditionierung des Fahrzeuginnenraums/ Fahrerarbeitsplatz angeboten werden. Es sind der Energieverbrauch bzw. die benötigte Leistung der Vorkonditionierung und Heizung des Brennstoffzellensystems anzugeben.

Das Gesamtkonzept der Heizung/Klimatisierung muss vom Anbieter ausführlich beschrieben werden. Es ist zu empfehlen, die Kühlung der Energiespeicher separat auszuführen, um eine hinreichende Leistungsfähigkeit und Lebensdauer sicherzustellen.

Die Leistungsdaten der Klimaanlage, Heizung und Zusatzheizung sind anzugeben. Heizgebläse sind gegen mechanische Beschädigung zu schützen und eine Montage direkt unterhalb von Fahrgastsitzen ist zu vermeiden.

- Die Frischluft wird über einen Pollenfilter in den Innenraum eingeleitet
- Der Pollenfilter ist von außen leicht auswechselbar
- Es ist eine Umschaltung Frischluft/Umluft gegeben (jedoch ist hierbei die automatische Frischluftzufuhr nach der Umluftphase zu beachten)
- Fahrgäste sind den Luftströmen nicht direkt ausgesetzt
- Die Regelung der Temperatur im Fahrer- und Fahrgastraum erfolgt unabhängig voneinander über eine Heizelektronik

Die vorgenannte Ausstattung beinhaltet eine Eigendiagnose und Fehlermeldung.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

8.2 Fahrerplatz (Muskriterium)

Die Frischluftzufuhr erfolgt über die Systeme, die in der kalten Jahreszeit auch für die Warmluft benutzt werden. Zusätzlich sind Frischluftdüsen für den Kopfbereich vorzusehen (einstellbar). Die Regelung der Luftgeschwindigkeit muss der Fahrer stufenlos oder zumindest mehrstufig vornehmen können. Links neben dem Fahrer ist ein beheiztes Fahrerseitenfenster mit Seitenspiegeleinsicht anzuordnen (vorzugsweise elektrisch). Es sind Gebläse (Kalt- und Warmluft) vorzusehen, die für den Fahrer einen einwandfreien Durchblick durch die gesamte Frontscheibe, das Fahrerfenster und die Scheiben der Vordertür sicherstellen. Die Oberlichtscheibe ist getönt.

Die Luftverteilung ist so auszuführen, dass der ganze Fahrerraum gleichmäßig versorgt wird, und zwar nicht nur im Fußraum, sondern auch im Kniebereich. Die Heizgeräte sind so auszulegen, dass der Fahrer die Wahl hat, Frischluft/Umluft zu schalten (Frischluftansaugung siehe Lüftung).

Der Fahrerraum muss so beheizt werden, dass in jedem Betriebszustand links und rechts des Fahrersitzes in Kopfhöhe und im Fußraum eine vom Fahrer selbst zu regelnde gleichmäßige Kabinentemperatur von mindestens 20°C (regelbar bei -15°C Außentemperatur) gehalten werden kann.

8.3 Fahrgastraum (Muskriterium)

Die Luftausströmung hat zu erfolgen, dass eine Zugfreiheit gewährleistet ist.

Der gesamte Fahrgastraum muss eine vorkonditionierte Temperatur mit ausreichend Frischluft ohne Zugluft haben.

Die Auslegung der Anlage muss so gestaltet sein, dass die geforderte Temperatur im Linienbetrieb mit einem Haltestellenabstand von 350m gehalten wird.

Die gesamte Anlage ist wartungsarm und reparaturfreundlich zu gestalten. Maximaler Wartungsaufwand 30min/Filterwechsel/Bus.

Die Zugänglichkeit der Siebe muss ohne Ausbau von Komponenten, z. B. Sitzgestelle, möglich sein.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

8.4 Zusatzheizung mit externer Stromversorgung (Muskriterium)

Die standardmäßig eingebaute schadstoffarme, geräuschgedämpfte und motorunabhängige Zusatzheizung (Kühlwasservorwärmgerät) ist thermostatisch, elektronisch geregelt. Diese Regelung erfolgt in Abhängigkeit von der Kühlwassertemperatur, Fabr. Spheros. Funktion der Zusatzheizung nur über "Zündschlüssel" oder gleichwertiger Art.

Gute Zugänglichkeit ist gewährleistet.

Nach gezogenem Zündschlüssel läuft die Umwälzpumpe einige Minuten nach.

Die eingebaute Zusatzheizung beinhaltet eine Eigendiagnose und Fehlermeldung.

Betriebsstunden können ausgelesen werden.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

9 Informationseinrichtungen (Musskriterium)

Um den Anforderungen der Fahrgäste gerecht zu werden, ist eine lückenlose Informationskette erforderlich, in die neben der Komponente „Haltestelle“ auch die Komponente „Fahrzeug“ einbezogen wird.

9.1 Fahrgastinformation/ -bedienung (Beistellung)

Es sind im und am Fahrzeug geeignete Einrichtungen vorzusehen, um die für die Fahrgäste erforderlichen Informationen zu präsentieren.

Die Inneninformationen im Fahrzeug sollten umfassen:

- Hinweise auf die jeweils nächste Haltestelle
- Hinweise auf Linienverlauf

Zudem ist durch geeignete Außeninformationen am Fahrzeug, d.h. durch Angabe von:

- Fahrtziel und
- Liniennummer

eine problemlose Identifikation des gewünschten Linienbusses zu gewährleisten.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

9.1.1 Außeninformation

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

9.1.2 Inneninformation / TFT Bildschirm

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

9.1.3 Fahrgastbedienung

Für die Fahrgastbedienung im Fahrzeug sind die Grundfunktionen Ausdruck und Entwertung von Fahrausweisen durch geeignete Einrichtungen zu gewährleisten.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

9.2 Betriebsleitsystem

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

10 Versorgungsanlage (Musskriterium)

Die wartungsrelevanten Füllstände von Versorgungsanlagen (z.B. Ölstand Kompressor, Wasserstand Kühlsysteme) müssen optisch schnell kontrollierbar sein. Nachfüllbehälter sind leicht zugänglich auszuführen.

Eine elektronische Sensierung des Kühlmittels muss für sämtliche Kühlkreisläufe vorhanden sein.

Die Auffüllbarkeit sämtlicher Kühlmittelkreise muss so gestaltet sein, dass keine Hilfsmittel (z. B. Leiter) zum Erreichen der Einfüllöffnung notwendig sind. Ist dies nicht möglich, so ist ein Hebesystem (z. B. Versorgungsbehälter mit einer elektrischen Wasserpumpe zur Befüllung des Kühlsystemausgleichsbehälters) vorzusehen. Die Hochpumlösung ist so auszuführen, dass eine Überfüllung des Ausgleichsbehälters verhindert wird.

10.1 Kraftstofftanks (Musskriterium)

Der Inhalt der Kraftstofftanks muss an den Betrieb des On-Board-Energie-Erzeugungssystems (Brennstoffzelle) und an die betrieblichen Einsatzanforderungen angepasst sein.

Eine Reichweite mit einer Tankfüllung von min. 300 km ist gefordert. Die Reichweite ist anzugeben. (Der H₂-Verbrauch ist gemäß den gültigen SORT-Zyklen in kg/km anzugeben.)

10.2 Druckluft (Musskriterium)

Der Luftpresser sollte mit einem Elektromotor angetrieben werden.. Bei Fahrzeugen mit externer Energiezuführung ist die Druckluftherzeugung in die Vorkonditionierung zu integrieren. Der Kompressor ist so auszuführen, dass alle wartungs- und instandhaltungsrelevanten Kriterien optisch kontrolliert oder elektrisch sensiert werden können (z. B. Ölstand). Es ist eine Fremdbefüllung mit Füllanschluss, unverlierbarer Verschlusskappe sowie Anlasssperr (über Druckschalter) vorzusehen.

Die erforderlichen Rückschlagventile der Druckluftversorgung müssen unmittelbar hinter den Füllanschlüssen eingebaut werden.

10.2.1 Anordnung (Muss-Sollkriterium)

Alle Teile der Anlage sind schmutz- und streusalzgeschützt anzuordnen. Durch eine einwandfreie Wasserabscheidung müssen Korrosions- und Frostschäden vermieden werden. Gute Zugänglichkeit zu allen Geräten ist sicherzustellen.(Muss)

Einbau eines zusätzlichen Druckluftfüllanschlusses, Fabr. Walther SP006, hinter einer Wartungsklappe hinter dem Vorderrad rechts, mit Näherungsschalter als Anlasssperr, oder auf der rechten Fahrzeugseite, ca. 5 Meter von vorn. (siehe Betriebsspezifika)

10.2.2 Luftpresser (Musskriterium)

Ausreichend dimensioniert (auch für Zwangskneeling). Eine schnelle Demontage muss möglich sein, wenn nötig durch eine Klappe im Fußboden. Es sind alle technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, um die Ölförderung des Luftpressers auf ein Minimum zu begrenzen.

10.2.3 Lufttrockner (Musskriterium)

Es ist an geeigneter Stelle (nicht im Fahrtwind) ein Lufttrockner (neueste Technik z.B. Wabco E-APU) beheizt mit Euro-Kartusche und Druckregler vorzusehen. Es ist anzugeben ob der Druckregler im Lufttrockner integriert ist. Die Kartusche muss ohne Platzprobleme gewechselt werden können. Eine ausreichende Abkühlung der komprimierten Luft vor Eintritt in den Lufttrockner ist sicherzustellen. Es ist anzugeben ob ein Einkammerlufttrockner oder ein Zweikammerlufttrockner verbaut ist.

10.2.4 Druckluftbehälter (Musskriterium)

Die Druckluftbehälter sind korrosionsfest auszukleiden und mit der jeweiligen Zuordnung des Kreises gekennzeichnet, Die Befestigung und das Typenschild sind unterrostsicher zu gestalten. Die Druckbehälter müssen – soweit dies vorgeschrieben ist – über die Typprüfung verfügen, wobei die Prüfung den geltenden gesetzlichen Vorschriften entsprechen muss. Druckluftbehälter sind mit handbetätigten Entwässerungsmöglichkeiten zu versehen, deren Durchflussquerschnitte so zu bemessen sind, dass sie nicht durch Rost- und Schmutzteilchen verstopft werden können. Die Druckluftanlage ist automatisch zu entwässern. Auch bei Verwendung automatischer Absenkanlagen (Zwangskneeling) muss ein ausreichender Luftvorrat gewährleistet sein. Die Entwässerungsventile sind durch eine dauerhafte Beschriftung den jeweiligen Kreisen zuzuordnen.

10.2.5 Leitungen (Musskriterium)

Die Leitungen sind mit möglichst großem Querschnitt, insbesondere zwischen Luftpresser und Druckregler zu verlegen.

Die Leitungen sind mit ausreichender Verschellung scheuerfrei zu verlegen und an der Anschlussstelle dauerhaft, gut lesbar gekennzeichnet. Leitungen und Verbindungen 10 Jahre korrosionsfest. Kunststoffleitungen sind an den Anschlussstellen dauerhaft und gut lesbar entsprechend der Anschlussbezeichnung (ISO 6786 / 12.81) zu kennzeichnen.

10.2.6 Prüfanschlüsse (Musskriterium)

Zur Durchführung der nach §29StVZO (Anlage VIII) notwendigen Prüfungen ist eine ausreichende Zahl von Prüfanschlüssen vorzusehen und textlich zu kennzeichnen.

Die Prüfanschlüsse der Balgdrucksimulation ohne Rückschlagventil.

Zentrale Anordnung der Prüfanschlüsse gut zugänglich auf der linken Fahrzeugseite.

Ein Auffüllanschluss vorne links in Nähe der Prüfanschlüsse ist vorzusehen. EWO-Stecknippel 308.021 – 3/8". Die Prüfanschlüsse haben allseitig einen Abstand von mindestens 50 mm.

In Anlehnung an DIN 74 345 werden folgende Farbkennzeichnungen gewählt:

- | | | |
|-----------------------------------|----------|------------|
| • Vorratsleitungen | Rot | (RAL 3000) |
| • Leitungen Bremse | Gelb | (RAL 1012) |
| • Leitungen zu den Federspeichern | Rot/Gelb | |

10.3 Knickschutz (nur bei GOM)

Elektronisch geregeltes, hydraulisch wirkendes Dämpfungs- und Knickschutzsystem. Vorder- und Motorwagen durch Drehschemel verbunden.

10.4 Lenkhilfe (Musskriterium)

Die Lenkhilfepumpe ist elektrisch angetrieben, sie kann optional über einen Hilfsantrieb mit der Antriebsachse oder einem Fahrmotor verbunden sein. Die Lenkhilfe muss bereits im Stand und im Rangierbetrieb voll funktionstüchtig sein.

Die Lenkhilfepumpe ist so auszuführen, dass alle wartungs- und instandhaltungsrelevanten Kriterien optisch kontrolliert werden können (z. B. Ölstand). Ferner dürfen keine Geräusche von der Lenkhilfepumpe über die Leitungen auf den Fahrgastraum übertragen werden.

10.5 Scheibenwaschanlage (Musskriterium)

Mit Flüssigkeitsbehälter von mindestens 10 l Fassungsvermögen; (Das Fassungsvermögen ist anzugeben) Lage vorn rechts. Der Behälter muss von außen gut befüllbar sein. Bei Auslieferung der Fahrzeuge muss der Behälter gefüllt sein.

10.6 Schmierung (Musskriterium)

Die Grundausrüstung besteht aus einer Einzelschmierung mit Schmiernippel. Wahlweise ist der Einbau einer zentralen Schmierstelle vorzusehen. Alternativ sind die einzelnen Schmierstellen achsweise zu einem zentralen Abschmierpunkt zu führen. An den Rädern sind die Schmierstellen zentral zusammengeführt und gut zugänglich

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

10.7 Fremdversorgung (Musskriterium)

Es ist eine externe Versorgung der Fahrzeuge während der Abstellung (Hallen- oder Freiabstellung) für Druckluft und Strom mit einer entsprechenden Abdeckung, vorzusehen. Die Anordnung ist ggf. von betrieblichen Einrichtungen abhängig. Ein Wegfahren der Fahrzeuge darf bei angeschlossenen Systemen nicht möglich sein. Wahlweise ist eine Fahrzeugerkennung zur Stellplatzbelegung in Verbindung mit der Fremdversorgung zu realisieren.

Befüllanschluss (Schnellkupplung) Bug, innen rechts vorne, Stirnwand

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11 Elektrische Anlage

11.1 Elektrische Anlage (24V) (Musskriterium)

Das Bordnetz (heute 24 V, perspektivisch Spannungsanhebung auf 42 V) wird mit einem Bordnetz-wandler aus dem HV-Kreis versorgt. Der Wandler ist für den maximal erforderlichen Strombedarf des Bordnetzes (einschl. Ladung Bordnetz-batterien) auszulegen.

Das System ist optional redundant auszuführen (z. B. Auslegung von zwei Bordnetz-wandlern, zusätzli-che Bordnetzversorgung).

Eine 24V Steckdose ist auf der Hauptschalttafel, an Gerätetafel im Heck und im Bereich des Fahrer-arbeitsplatzes anzubringen.

Der Betrieb von Handys in Bussen muss möglich sein.

ETA Sicherungsautomaten müssen verwendet werden.

Zerstörung und Vandalismus freie USB Ladedosen sind anzubieten.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.1.1 Stromversorgung (Musskriterium)

Der Energiehaushalt muss unter allen Einsatzbedingungen sichergestellt sein. Bei nicht ausreichendem Spannungszustand muss der Fahrer einen Hinweis im Zentraldisplay erhalten.

11.1.2 Batterien (Musskriterium)

Es sind ausreichend dimensionierte Batterien gefordert. Konventionelle Bleisäurebatterien sind vor-zugsweise nicht zu verwenden.

Der Batterieraum ist gegen Verschmutzung zu schützen

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.1.3 Fahrtrichtungs- und Warnblink-Anlage, Lichtanlage (Musskriterium)

Die gesamte Beleuchtung des Fahrzeugs sowie das automatische Tagfahrlicht sind in LED auszufüh-ren.

Vorzugsweise gilt dies ebenfalls für das Abblendlicht. Automatisches Tagfahrlicht in LED Ausführung. Der Bieter beschreibt seine Lösung.

Vorzugsweise Haltestellen-Warnblinkanlage mit separatem Tastschalter und automatischer Deaktivie-rung bei Betätigung Blinker links.¹⁶

Blinkerrückstellung mit Lichthupe und Hupe im Blinkerschalter an der Lenksäule links.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.1.4 Außenspiegel (Musskriterium)

Außenspiegel rechts/links elektrisch verstellbar und beheizt, Anfahrspiegel integriert.

- Schalter "Spiegelheizung" mit Kontrollleuchte
- Schalter "Scheibenheizung" mit Kontrollleuchte

11.2 Türen (Musskriterium)

¹⁶ Zusatzfunktion gemäß StVZO (Einschaltung der Warnblinkanlage an besonders gekennzeichneten Haltestel-len)

Die Einhaltung der Sicherheitsstandards entsprechend der VDV-Schriften 110 [10] und 111 [11] ist sicherzustellen.

Antrieb und Steuerung siehe Kapitel 5.3.2

11.3 Alarmanlage

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.4 Haltzeichen-Anlage (Musskriterium)

- Kippschalter "Haltestellenbremse" mit Anzeige im Display
- Anzeige für "Haltewunsch" im Display
- Haltewunschsymbol „H“ Farbe gelb.
- Kurztonsummer "Haltewunsch" unter Instrumententafel
- Taster "Haltewunsch" mit Beschriftung "STOP"
- Warnsummer für Türnotentriegelung

11.5 Rückfahrleuchten

2 Rückfahrleuchten

11.6 Signalhorn (Musskriterium)

Signalhorn Serienausführung, Betätigung über Lenkstockschalte oder über Taster im Lenkrad. Einbau einer zusätzlichen Fußgängerglocke (aufgrund fehlender Motorengeräusche Dieselmotor) mit Taster auf seitlichem Bedienfeld.

11.7 Funkanlage (Musskriterium)

Einbau einer Antenne (gemäß Besteller) mit Kabel montieren und auf Durchgang prüfen, Kabel knickfrei verlegen. Daneben Einbau einer GPS/WLAN Antenne (gemäß Besteller). Zusätzlicher Funktaster auf Instrumentenbedienteil links neben dem Fahrerplatz, mit Verkabelung zum Euro-Fach.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.8 Haltestellenanzeige (Beistellung)

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.9 Ausrufanlage (Musskriterium)

Einbau-Deckenlautsprecher mit Steckanschluss.
Schwanenhalsmikrofon hängend unter Notgerätefach anbringen, die Erreichbarkeit muss in jeder Sitzposition gewährleistet sein.
Einbau Außensprechanlage.

(Klärung im technischen Gespräch/ siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.10 Scheibenwisch- und Wasch-Anlage(Musskriterium)

Wischimpulsgeber
Pumpe "Scheibenwaschanlage"
Variierbarer Intervall der Wischermotor über Lenkstockschalte

11.11 Fahrtschreiber (Musskriterium)

Es ist ein Fahrtschreiber gem. den gesetzlichen Bestimmungen mit, 125 km/h-Messbereich einzubauen.

Digitaler EG-Tachograf 1381 VDO (DTCO)
B7+ B8 und C4 Kontakt mit Impulsverstärker und 3 km/h-Grenzwertgeber

11.12 Dachlüfter

Dachlüfter sind im Heckbereich zu montieren und nur auf "Entlüften" schaltbar
Dachlüfter schalten beim Verschließen selbsttätig ab.
Schalter "Dachlüfter" auf der Nebenbedientafel.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.13 IBIS-Verkabelung¹⁷(Musskriterium)

Hinweis: Verkabelungsplan wird im technischen Vorgespräch geliefert

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.14 Entwerter (Musskriterium)

Die Verkabelung für die Entwerter erfolgt nach IBIS, Verlegung der Kabel vom IBIS-Schnittpunkt bis in die Entwerterhalterungen im Dachkanal verlaufend.

Anschlüsse: siehe IBIS-Systemskizze im Anhang.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

11.15 Videoanlage/Fahrgastzählsystem (Musskriterium)

Kabelverlegung für Videokameras im Vorderwagen, Monitor über dem Fahrerarbeitsplatz sowie Kameras im Nachläufer (insgesamt 7 Kameras, bis zu 5 Kameras Solobusse), sowie Kabelverlegung über alle Einstiegstüren für Fahrgastzählsystem.

(Klärung im technischen Gespräch)

2 Taster auf seitlichem Bedienfeld (Kameraweiterschaltung, Aufnahme). Kabelverlegung ins Eurofach.
Einbau von allen Kameras nach VU Vorgabe.

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

¹⁷ Siehe VDV-Schrift 300+301 (IBIS) und CiA WD. 407 [22]

12 Lackierung (Musskriterium)

Nach Vorgaben Besteller

(siehe betriebsspezifische Ausstattung)

13 Hochvoltanlage

13.1 Sicherheitstechnik (Musskriterium)

Beim Einsatz von elektrischen Komponenten mit hoher Betriebsspannung (z.B. Elektromotoren) müssen folgende erweiterte Sicherheitsanforderungen erfüllt werden:

- Das Sicherheitskonzept muss so ausgelegt sein, dass Werkstattmitarbeiter die Fahrzeuge warten und instand halten können.¹⁸
- Sämtliche Hochvoltkabel (Spannung > 60 V) sind in der Kabelfarbe orange auszuführen und müssen an ihren Enden zur Unterscheidung voneinander eindeutig gekennzeichnet sein.
- Die Verlegung von Hochvoltkabeln in unfallgefährdeten Bereichen ist zu vermeiden (z.B. Fahrzeugecken). Bei der Verlegung der HV-Kabel ist auf hinreichende Verlegeradien und auf Schutz vor Scheuerstellen zu achten.
- Das HV-Energiespeichersystem muss mittels gesicherter optischer und mechanischer Trennstelle (Stecker/Buchse) mit dem Fahrzeug verbunden sein. Im Falle unabsichtlicher Trennung des Steckers der Energiespeicher (z. B. Hochvoltbatterie) muss eine Sicherheitsabschaltung des Hochvoltsystems vorgesehen sein.
- Alle Stecker und Buchsen der Fahrzeug-Hochvoltanlage müssen jeweils in berührungssicherer Ausführung gemäß ECE-R 100 geliefert werden. Diese Anforderung besteht ausdrücklich, wenn der Stecker von der Buchse getrennt ist.
- Am Fahrerarbeitsplatz muss ein Not-Ausschalter mit Sicherungsring (Sicherung des HV-Systems gegen unbefugtes Wiedereinschalten mittels Vorhängeschloss) vorhanden sein.
- Auf der rechten Fahrzeugseite, vorzugsweise im Batteriefach der Bordnetzatterie oder einer anderen gut zugänglichen Klappe, muss ein zweiter Not-Ausschalter für das HV-System für Rettungskräfte vorhanden sein. Der externe Not-Ausschalter ist auf der Klappe zu kennzeichnen.
- Beide Not-Aus-Schalter sind zu überwachen und müssen unabhängig voneinander das Abschalten der HV-Anlage bewirken. Die Betätigung eines Not-Aus-Schalters ist bei angeschalteter Zündung im Fahrerdisplay anzuzeigen.
- An zentraler Stelle müssen Messbuchsen zur Feststellung der Spannungsfreiheit des HV-Systems angeordnet sein. Diese sollten ohne den Einsatz von Leitern erreichbar sein. Sie müssen mittels Deckel vor Zugänglichkeit geschützt sein, jedoch ohne weitere Demontearbeiten von darunterliegenden Schutzabdeckungen zugänglich sein. Die Messbuchsen sind berührungssicher auszuführen und für Standard-Messspitzen auszulegen, farblich zu kennzeichnen und zu bezeichnen.
- HV-Komponenten, die hinter dem Trennschutz des Energiespeichers liegen, müssen nach dem Abschalten selbstständig Spannungen > 60 V abbauen.
- Eine Beschreibung der Entladevorgänge und Zeiten (inklusive der Brennstoffzelle) ist abzugeben
- Im Batteriefach der Bordnetzatterie muss in schmutz- und witterungsbeständiger Form ein Notfallplan für Rettungskräfte mit mindestens folgenden Informationen auf einem Blatt (z.B. DIN A4) vorhanden sein:

¹⁸ Für Deutschland: Ausbildungsstand gemäß BGI 8686

- Hinweis auf Spannungslagen
- Übersicht über Anordnung der HV-Komponenten
- Übersicht über Anordnung der Hochdruck-Komponenten
- Gefahrenanalyse des Energiespeichersystems
- Kurzanleitung zum Spannungsfreischalten
- Position und Art der Sicherheitseinrichtungen
- Angabe der Netzform (Sicherheitsstandard und Erdungspunkte)
- Informationen über die Dauer des Spannungsabbaus

14 Antrieb (Musskriterium)

Der Antrieb des Busses erfolgt vollständig elektrisch. Sowohl Antriebs- als auch Bremsmomente müssen ruckfrei und kontinuierlich erfolgen. Der Antriebsstrang muss den topographischen und den betrieblich geforderten Verhältnissen des Betreibers angepasst sein und darf die Anforderungen der VDV-Schrift 230 (Dieselbusse) nicht unterschreiten.

Die Fahrleistung des elektrischen Antriebs muss so ausgelegt sein, dass zur Anpassung an jeweilige Last- und Beladungszustände genügend Reserven vorhanden sind.

Die Fahrsteuerung ist so auszulegen, dass eine Rückwärtsfahrt nur in Schrittgeschwindigkeit erfolgen kann.

Die elektrischen Fahrmotoren müssen wartungsfreundlich, gut zugänglich montiert und LCC-optimiert konzipiert sein.

Die Kühlung der Motoren muss wartungsarm, vorzugsweise wasser- oder luftgekühlt sein. Bei luftgekühlten Fahrmotoren ist die Luft möglichst am Dach oder oberhalb der Fenster anzusaugen. Bei hochsommerlichen Temperaturen und bei langen Berg- und Gefällestrecken muss eine effiziente Beschleunigung und Rekuperation sichergestellt werden. Die Kühlsysteme der Fahrmotoren sollten in das Heizungskonzept des Fahrgastraums eingebunden sein.

14.1 Traktionsausrüstung (Musskriterium)

Der Antrieb des Busses muss durch effiziente und geräuscharme Elektromotoren erfolgen. Die Traktionsleistung soll mittels elektrischer Zentralmotoren, radnaher Motoren oder integrierter Radnabenmotoren zur Verfügung gestellt werden. Diese sind so zu dimensionieren, dass eine hinreichende und gleichmäßige Beschleunigung des Busses erreicht wird.

Zur Gewährleistung einer möglichst großen Reichweite des Fahrzeugs wird ein hoher Wirkungsgrad zwischen Energiespeicher und Rad erwartet. Das Antriebskonzept ist zu beschreiben. Auf Verlangen des Betreibers sind Informationen zum Wirkungsgrad und Kennlinien des Antriebsstranges, der Motoren sowie der dazugehörigen Leistungselektronik anzugeben.

Der Einbauort der Fahrmotoren muss so gewählt sein, dass der Wärme- und Lärmeintrag in den Fahrgastraum gering ist. Antriebsvibrationen müssen zuverlässig vom Fahrgastraum entkoppelt sein, die gesetzlichen Achslasten müssen eingehalten werden.

Das Kühlsystem des Antriebs muss automatisch geregelt werden. Wird eine Luftansaugung für die Kühlung benutzt, muss diese hoch über der Fahrbahn erfolgen und außerhalb des Bereiches von größeren Staub-, Schmutz- und Wassereinwirkungen angeordnet sein. Hierbei wird für den Luftfilter vor dem Wärmetauscher eine Wartungsfreiheit von mindestens einem Jahr gefordert. Ansaugeräusche müssen minimiert werden. Motorlager mit gleichzeitiger Isolationsfunktion müssen so ausgeführt sein, dass der Isolationsgrad bei üblicher gebrauchsbeförderter Verschmutzung (u. a. Streusalzeinsatz) sichergestellt ist.

14.2 Energiespeichersysteme

Zur Speicherung der extern zugeführten, im Fahrzeug erzeugten oder rekuperierten Elektroenergie ist in dem Fahrzeugkonzept ein geeignetes Energiespeichersystem vorzusehen. Der Anbieter hat auf Basis der vom Betreiber vorgegebenen Kriterien (Ladeinfrastruktur, Traktionsanforderung, Linieneinsatzcharakteristik, Einsatzbedingungen etc.) die Eignung seines angebotenen Energiespeichers nachzuweisen.

Das elektrische Speichersystem muss Strombedarfsspitzen im elektrischen Zwischenkreis aussteuern können.

Im Einsatz muss sichergestellt werden, dass Fehlerzustände und Störungen, die einen gefährlichen Zustand erzeugen können, erkannt werden und das Fahrzeug in einen sicheren Zustand (Abschalten der Energiespeicher) überführt wird. Unregelmäßigkeiten müssen im zentralen Störmeldedisplay mit Klartextfehlermeldung/Fehlernummer angezeigt werden.

Zustandsdaten des Energiespeichers müssen für Wartung und Instandhaltung über das Diagnosesystem auslesbar sein.

Folgende Unterlagen für das Energiespeichersystem sind zu übergeben:

- Nennspannung, nutzbares Spannungsintervall, Energieinhalt, maximale Leistungsabgabe und -aufnahme, maximale Stromabgabe und Stromaufnahme
- voraussichtliche Nutzungszeit bzw. Nutzungsumfang des Energiespeichersystems (Zykluszahl (Vollzyklen), empfohlenes SoC-Band/nutzbare Energie, Batterieaussonderungskriterien – minimale Kapazität, maximaler Innenwiderstand)
- besondere Transport- und Lagerbedingungen für das Energiespeichersystem, auch für defekte Energiespeicher
- Bedingungen für die Rücknahme bzw. das Recycling des Energiespeichersystems
- Fingersicherheit nach ECE-R 100 für das Energiespeichersystem (Nachweis, dass keine elektrisch leitenden Komponenten berührt werden können, mit der Ausnahme der vor Zugänglichkeit in entsprechenden Anschlusskästen geschützten Anschlusskontakte)
- Spezifizierung des Klimatisierungs- und Heizungssystems für das thermische Management des Energiespeichersystems
- Beschreibung des Batteriemanagementsystems (Regel- und Diagnoseebene, Lademanagement, Balancing etc.)
- Gesamtmasse des Energiespeichersystems
- Gefahrenanalyse des Energiespeichersystems und Integration im Notfallplan
- Wartungs- und Instandsetzungsanweisungen, Informationen zur Diagnose und Zustandsanalyse

14.3 Batteriespeicher

Für den Einsatzzweck ist vom Anbieter die optimale Auswahl der Batteriezellen im Hinblick auf die Fahrzeugsicherheit, Spannungsebene, Ladestrom und Spitzenstromabgabe, Batteriekapazität, Gewicht des Batteriesystems und LCC vorzunehmen. Die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit des Batteriesystems müssen sowohl im Betrieb wie auch in der Lagerung (Aufbewahrung beim Betreiber) den klimatischen Bedingungen des Betreibers entsprechen. Bei Defekt sollte modularer Austausch einzelner Komponenten / Zellen möglich sein. Für die Überwachung der Zellspannungen, -ströme und -temperaturen zur Ladezustandsbestimmung (SoC) und zur Diagnose (Fehlererkennung) muss ein BMS vorhanden sein.

Das ganze Batteriesystem muss so aufgebaut werden, dass im Falle eines Kurzschlusses der Versorgungsleitungen, unabhängig vom Widerstand des Kurzschlusses, die Batteriezellen keinen Schaden erleiden.

Im Fall einer potentiellen Überladung oder Tiefenentladung muss sich die Batterie selbst vom angeschlossenen Verbraucher trennen (nach EN DIN 13849). Dies soll über ein integriertes Leistungsschutz geschehen. Das Schütz liegt im positiven Leistungsweig (Mindestanforderung) bzw. schaltet allpolig (optimal) und wird vom BMS kontrolliert.

Das Batteriesystem kann mit einem redundanten Isolationswächter ausgelegt sein. Dabei ist sicherzustellen, dass sich die Isolationswächter des Fahrzeugs und der Batterie und ggf. des Ladesystems nicht gegenseitig beeinträchtigen.

Weiterhin muss neben dem Leistungsschutz ein allpoliges Schütz (möglichst mit Schützüberwachung mit zwangsgeführten Hilfskontakten) integriert sein, das im Fehlerfall die Batterie sicher vom HV-Netz trennt. Die Lebensdauer des Schützes sollte 100.000 lastfreie Schaltzyklen übersteigen. Ein integriertes Indikationssystem sollte Aufschluss darüber geben, wann die zugelassene Anzahl an Schaltzyklen erreicht ist.

Der Anbieter hat anzugeben, ob das Balancing während des Betriebes erfolgt bzw. in welchem Umfang zusätzliche Maßnahmen notwendig sind. Das Konzept ist schriftlich zu beschreiben. Die Wartungstätigkeit und -intervalle sind durch den Hersteller festzulegen und anzugeben.

14.4 Kondensatorspeicher

Im Falle dafür, dass für den Einsatzzweck die Notwendigkeit eines Kondensatorspeichers gegeben ist, ist vom Anbieter die optimale Auswahl der Kondensatoren im Hinblick auf die Fahrzeugsicherheit, Spannungsebene, Ladestrom und Spitzenstromabgabe, Kapazität, Gewicht des Systems und LCC vorzunehmen.

Die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit der Kondensatorspeicher müssen sowohl im Betrieb als auch in der Lagerung den klimatischen Bedingungen des Betreibers entsprechen. Mithilfe eines Kondensatorspeichers muss ermöglicht werden, beim Bremsen zurückgewonnene Energie zwischen zu speichern und entsprechend dem Energiemanagement bei erhöhtem Energiebedarf wieder abzugeben.

Die technische Einbindung des Kondensatorspeichers in das Fahrzeug muss mit den gleichen Standards wie der Batteriespeicher erfolgen. Die Angaben zum Kondensatorspeicher sind gleich den Forderungen zum Batteriespeicher auszuführen.

14.5 Externe Energiezuführung

Sollte eine Externe Energiezuführung für die Beheizung des BZ-Systems sowie eines möglichen Batteriebalancing von Nöten sein, so sind standardisierte Ladeschnittstellen in 220 Volt/16 Amper zu verwenden.

Das Fahrzeug oder das externe Ladegerät muss Schwankungen des speisenden Stromnetzes gemäß EN 50163 ausgleichen. Der Anbieter hat die Spannungsregelgrenzen zu benennen.

Generell muss bei allen externen Energiezuführungssystemen sichergestellt werden, dass die Ladung des Energiespeichers auch bei abgezogenem Zündschlüssel (Sicherung gegen unberechtigte Benutzung) und ohne personelle Überwachung erfolgen kann.

14.6 On-Board-Energieerzeugung

14.6.1 Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle wird zur Energieerzeugung mittels elektrochemischen Prozesses eingesetzt. Das Brennstoffzellensystem muss in Kombination mit einem elektrischen Speicher für die notwendige Leistung des Fahrzeugs einschließlich Nebenaggregaten sowie Heizung/Klimatisierung ausgelegt sein. Als Betriebsmittel wird hochverdichteter, gasförmiger Wasserstoff verwendet. Das Brennstoffzellensystem einschließlich Wasserstofftankanlage ist auf das Druckniveau des Betreibers auszulegen bzw. abzustimmen.

Die länderspezifischen Richtlinien zur Wasserstoffsicherheit in Werkstätten sind einzuhalten.¹⁹

Folgende technischen Angaben zum Brennstoffzellensystem müssen im Angebot benannt werden und sind mit Datenblättern zu unterlegen:

¹⁹ Für Deutschland: BGI 5108 „Wasserstoffsicherheit in Werkstätten“

- Hersteller
- Leistung (Dauer-/Spitzenleistung)
- Nennspannung
- Fahrleistung auf Basis SORT-Zyklen (Geschwindigkeit-Zeit-Schemen)
- Lebensdauer
- Einbauort im Fahrzeug, Zugänglichkeit
- Kühlsystem
- Angaben zur Modulbauweise, kleinsten zu tauschenden Einheit
- Angaben zu Diagnose- und Steuerungssignalen sowie Diagnoseschnittstellen
- Freigegebene Betriebsstoffe

Eine Schnellstartfähigkeit (maximal 10 Minuten) des Fahrzeugs und seines Brennstoffzellensystems muss bis zu einer Außentemperatur von -25 °C bis $+42\text{ °C}$ bei Außenabstellung über 24 Stunden sichergestellt sein. Notwendige technische Systeme zum Erhalt der Einsatzfähigkeit sind detailliert zu beschreiben.

Ist zur Sicherung der Einsatzfähigkeit eine Beheizung notwendig, so muss ein standardisiertes CEE-Steckersystem gemäß DIN EN 60309 (3-polig/230 V) eingesetzt werden. Alternativ kann auch die Vorkonditionierung über Combo-2-Stecker versorgt werden. Beim Anschluss des Steckers muss eine Information an den Fahrzeugführer über das Zentraldisplay und/oder Warnleuchte gegeben werden und das Fahrzeug gegen Bewegungen gesichert sein. Bei Ausfall der Beheizung des Brennstoffzellensystems ist ein Alarmsignal zu senden.

Der Stromanschluss sollte gemäß Kapitel 8.1 zur Vorkonditionierung des Bordspannungsnetzes und der Fahrgastraumtemperatur genutzt werden können.

Auch sollte keine Beheizung der Brennstoffzelle benötigt werden, so ist ein Stromanschluss zur Vorkonditionierung des Bordspannungsnetzes und der Fahrgastraumtemperatur anzubieten.

Wird die Brennstoffzelle mittels Wasser gekühlt, so muss bei einem Höhenniveau des Ausgleichsbehälters (Einfüllstutzen) von über 1,8 m über Fußboden ein Kühlwassernachfüll- und -hebesystem vorgesehen sein (vorzugsweise mit automatischer Niveausteuerng, Überlaufschutz und Abschaltung sowie Notabschaltung bei Sensierung eines Wassermangels im unteren Vorratsbehälter). Die Ansteuerung des Kühlwassernachfüll- und -hebesystems ist im Angebot zu beschreiben.

Für das BZ-System ist ein leicht zugänglicher und ablesbarer Betriebsstundenzähler vorzusehen.

Die Wartungstätigkeit und –intervalle sind durch den Hersteller festzulegen und anzugeben.

14.6.2 H2-Tankanlage des Fahrzeuges

Die Wasserstofftanks sollen mit einem Betriebsdruck von 350 bar betrieben werden. In der Wasserstoff-Betankungsklappe muss ein Manometer vorhanden sein, das den aktuellen Füllstand des Wasserstoffsystems (während des Betankungsvorganges) angibt.

Überdruck- und andere Sicherheitsventile mit Wasserstoff-Ablassfunktionen sind so zu positionieren, dass austretendes Gas nicht in Richtung Fahrgastausstieg und Haltestellen ausgeblasen wird. Ziel ist es, den Potentialausgleich zwischen Fahrzeug und Tankstelle beim Betanken über den Bodenbelag – ohne anzusteckende Kabel – sicherzustellen. Der Anbieter hat dies entsprechend fahrzeugseitig sicherzustellen. Darüber hinaus ist ein kabelgebundener Potentialausgleich vorzusehen. Dieser ist möglichst nah an der Wasserstoff-Betankungsklappe anzuordnen. Die Systemvoraussetzungen des Betreibers sind einzuhalten.

14.7 Schutzwiderstand (Bremswiderstand) (Musskriterium)

Zur Sicherung der elektrischen Hochspannungsanlage ist ein Schutzwiderstand zu verwenden. Dieser soll als Anlagenschutz das System gegen Überströme sichern.

Dies gilt, wenn der Brennstoffzellen-Hybridbus nach der Richtlinie 70/156/EWG der Fahrzeugkategorie M3, Klasse I (Fahrzeuge mit Stehplätzen, die die Beförderung von Fahrgästen auf Strecken mit zahlreichen Haltestellen ermöglichen) zugelassen werden soll.

15 Vertragsstrafen

15.1 Fehlende Verfügbarkeit

Vom Unternehmen festzulegen

15.2 Nicht eingehaltene Lieferzeiten

Vom Unternehmen festzulegen

16 Datenerfassung

Bezüglich der Allgemeingültigen Datenerfassung siehe „Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe –JIVE-, FC Bus Data Specification im Anhang.

17 Beistellungen

Alle Beistellteile müssen Betriebsfähig nach Angaben des Auftraggebers montiert werden.

Aufzählung der Beistellungen ist durch das jeweilige Verkehrsunternehmen anzugeben.

18 Stichwortverzeichnis

A

Ablagefach 33
Ablageschalen 32
Abmessungen 17, 33
Abnahme 8, 9
Abschränkungen 29, 30
Absenkanlage 27
Antenne 42
Antrieb 13, 18, 27, 42, 45
Ausrufanlage 42
Außenspiegel 41

B

Batterien 41
Beistellungen 49
Bestuhlung 28
Bodenrahmen 23
Böschungswinkel 17
Brandschutz 12, 30
Breite 17
Bremsprüfungen 21
Bremswiderstand 48

D

Dachkanäle 31
Dachlüfter 43
Dachluken. 24
Dachvouten 31
Dauerbremsanlage 20
Decke 30
Druckluft 10
Druckluftbehälter 39
Durchgangswerte 17

E

Einstiegshilfen 27
Einstiegshöhe 17
Elektrische Anlage 41
Energiespeichersystem 44, 46

F

Fahrerarbeitsplatz 33
Fahrerassistenzsysteme 34
Fahrerplatz
 Lüftung 36

Fahrersitz
 Kleiderbügel 33
 Sonnenrollo 33
Fahrgaststühle
 Anzahl 17
Fahrräder 31
Fahrscheindrucker 33, 35
Fahrtsschreiber 43
Fahrzeugaufbau 23
Federung 21
Fenster 24
Feuerlöscher 32
Funkanlage 42
Fußboden 30
Fußgängerglocke 42

G

Geldwechsler 33
Gerippe 23
Gewichte 17

H

Haltestangen 29
Haltestellenanzeige 42
Haltestellenbremse 42
Haltewunschsymbol 42
Haltewunschtaster 29
Handleuchte 32
Hochvoltanlage 44
Höhen 17

I

Informationseinrichtungen 37
Innenverkleidung 30
Instrumententafel 33, 34
ISO 9000ff 12

K

Kabinentür 33
Kamera 43
Karosserie 23
Kasse 35
Klappfenster 8, 24, 25
Klapprampe 28
Klimaanlage 17, 35
Kneeling 27

Kneelingvorwahl 27
Knickschutz 39
Kontroll- und Informationselemente 34
Kraftstoffbehälter 38
Kraftstoffverbrauch 12

L

Lackierung 44
Länge 17
Lenkhilfe 35, 39
Lenkhilfepumpe 12, 39
Lenkung 22
Luftpresser 35, 38, 39

M

Massen 17
Motor
 Bauart 18

N

Nato-Fremdstartsteckdose 43
Notausstiege 25
Nothämmer 32
Notschalter HV 34

P

Piktogramme 31
Prellschutz 29
Prüfanschlüsse 22, 23, 39

R

Räder 21
Rampe 28
Reifen 21
Reiseleitemikrofon 32
Rekuperation 12, 20, 34, 45
Rekuperationsrate 19
Rollatoren 31
Rückenlehnen 28

S

Scheiben 24
Scheibenwaschanlage 40, 43
Schiebefenster 36
Schwanenhalsmikrofon 32
Schwerbehindertensitze 29
Schwingungsdämpfer 22
Seitenfenster 36
Seitenwände 30
Signalhorn 42
Sitzausführung 28
Sitzheizung 33
Sitzplatzanzahl 28
Sitzteiler 17
Sondernutzungsfläche 31
Spiegel 25
Stoßfänger 25

T

Traktionsausrüstung 34, 45
Trennwände 29
Türen 25, 41

U

Umweltanforderungen 16

V

Verbandkästen 32
Video 43

W

Warndreieck 32
Wendekreis 17

Z

Zahltisch 33
Zentraldisplay 11, 21, 34, 41, 48
Zusatzheizung 36
Zwillingsreifen 21

19 Anhang – Betriebsspezifische Ausführungen

Siehe beigefügte Excel-Tabelle