

2 Datenerfassung (siehe Position 2 im Leistungsverzeichnis)

Der primäre Einsatzzweck des Fahrzeugs ist in Kapitel 1.2 beschrieben. Bestimmte Messaufgaben sind dabei sowohl autark im Ein-Mann-Betrieb (Fahrzeug nur mit Fahrer besetzt), als auch durch Mitfahrer möglich. Vom Grundsatz her muss es die Ausstattung im Arbeitsbereich ermöglichen, dass mehrere Nutzer mit unterschiedlichen Messaufgaben gleichzeitig im Fahrzeug arbeiten können.

Das Sensor- und Messtechnikkonzept ist als offenes System gestaltet, d.h. es ist nachträglich veränderbar und erweiterbar. Spätere Anpassungen der Konfiguration im Hinblick auf die Messtechnik und die Messsignale bzw. Messgrößen müssen durch den Nutzer, ggf. mit Unterstützung durch den Messtechnikhersteller, möglich sein.

Die Verfügbarkeit, Anzahl und Leistungsfähigkeit der vorhandenen Messkanäle sowie die Spannungsversorgung der Messtechnik sind so zu dimensionieren, dass sie auch für die spätere Erweiterung des Systems gerüstet sind und dessen Zukunftsfähigkeit sichergestellt ist. In diesem Zusammenhang müssen Komponenten einzeln austauschbar sein, um Anpassungen an den technischen Fortschritt zu ermöglichen.

Das Messtechnik-Konzept sowie dessen Ausführung bieten eine hohe Flexibilität, so dass die verwendeten Messtechnik-Komponenten bei Messfahrten aber auch im Umfeld des stehenden Messfahrzeuges verwendet werden können (abgesetzter Modus). Das Konzept und dessen Ausführung erlauben es auch, Messdaten anderer Fahrzeuge automatisiert zu erfassen und mit den Systemen des mobilen Messlabors offline zu verarbeiten.

2.1 Messgrößen

Im Folgenden sind Messgrößen zusammengestellt, die aus derzeitiger Sicht für die abzusehenden Messaufgaben unabdingbar erscheinen und zur messtechnischen Grundausstattung zählen.

Diese Werte können über entsprechende separate Sensoren gemessen werden, alternativ können auch fahrzeuginterne Daten genutzt werden (z.B. CCP/XCP, Onboard-Kommunikation der Steuergeräte, Offboard-Kommunikation (Diagnose)), sofern diese Quelle verlässliche Werte in der erforderlichen Genauigkeit liefert. Beim Abgriff von Daten aus fahrzeuginternen Datenbus-Systeme muss sichergestellt sein, dass diese Kanäle auch bei eventuellen späteren Updates fahrzeuginterner Hard- und Software seitens des Fahrzeugherstellers noch im ursprünglichen Funktionsumfang einsatzfähig sind.

Hinweise:

- Prioritätsstufen:
 - (1) Mindestanforderung
 - (2) optionale Anforderung (siehe Bewertungsmatrix).
- mit Stern (*) gekennzeichnete Größen sind abhängig von der Antriebsart / Ausstattung
- mit Doppelstern (**) gekennzeichnete Größen gelten ausschließlich für Fahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb (BEV)

2.1.1 Fahrzeugdaten

Wert	Einheit	Auflösung	Genauigkeit	Abtastrate	Priorität	Bemerkungen
Kilometerstand	km	1		1 s	1	
Ladezustand (SoC)*	%	0,1		1 s	1	
Status Türen		0/1		1 s	1	Fahrertür / Heckklappe bzw. -tür
Status Gangwahlschalter*				1 s	1	Gang bzw. Fahrstufe
Fahrmodus / Rekuperationsstufe*				1 s	1	bspw. Eco, Sport...
Status Feststellbremse		0/1		1 s	1	
Status Heizung / Klimatisierung				1 s	1	Lüfterstufe, AC, gewählte Temperatur*
Schaltzustände zusätzlicher Verbraucher				1 s	1	bspw. Klimatisierung Arbeitsraum
Primärleistung der Nebenverbraucher**	W	1		1 s	2	Summe
Status Licht		0/1		1 s	1	Stand-, Abblend-, Fernlicht, Blinker
Status Scheibenwischer				1 s	1	
Status Gurtschloss/ Sitzbelegung		0/1		1 s	1	Fahrer, Beifahrer
Kühlmitteltemperatur	°C	0,1		1 s	1	
Reifeninnendruck	bar	0,5		60 s	2	pro Rad, auch im Stillstand
Primär-Energiemenge*	kWh	0,01		1 s	1	geladene Energiemenge am Ladeanschluss
Spannung LV-Batterie	V	0,1		1 s	1	
Spannung HV-Batterie*	V	0,1		1 s	1	
Restreichweite*	km	1		1 s	1	
Status Laden*				1 s	1	
Umgebungstemperatur	°C	0,1	0,1		1	

2.1.2 Fahrtdaten

Wert	Einheit	Auflösung	Genauigkeit	Abtastrate	Priorität	Bemerkungen
Antriebsdrehmoment	Nm	1	1	0,01 s	2	gemessen oder berechnet, Ziel: Rückschluss auf Motordrehmoment
Motordrehzahl	U/min	1	1	0,01 s	1	
Kraftstoffverbrauch als Mittelwert eines definierten Intervalls*	ml/s	1	±1% vom Messbereich	≤ 10 s	1	gemessen oder berechnet, Ziel: Rückschluss auf Momentanverbrauch
Status Bremspedal		0/1		1 s	1	
Bremsdruck nach dem Bremskraftverstärker	bar	1		0,5 s	2	
Bremspedalstellung	%	1		0,5 s	2	
Fahrpedalstellung	%	0,1		0,5 s	1	
Strom im HV-Zwischenkreis*	A	0,1		0,5 s	1	
Spannung im HV-Zwischenkreis*	V	0,1		0,5 s	1	
Raddrehzahl	rad/s	0,1		0,1 s	1	pro Rad
Lenkwinkel	°	0,01		0,1 s	2	
Fahrgeschwindigkeit	km/h	0,1		0,1 s	1	
Fahrzustand				1 s	1	fährt vorwärts/rückwärts, steht,...
Status Wandlerüberbrückungskupplung*				0,5 s	1	

2.1.3 Fahrdynamik-Daten

Wert	Einheit	Auflösung	Genauigkeit	Abtastrate	Priorität	Bemerkungen
GNSS-Position mit SBAS-Signalkorrektur	°	1,8 mm	1,2 m	100 Hz	1	
GNSS-Geschwindigkeit	km/h	0,01	0,1	100 Hz	1	
GNSS-Distanz	m	0,01	0,05% vom Messwert	100 Hz	1	
Aufbau-Beschleunigung in x-, y- und z-Achse	m/s	0,15	0,1	500 Hz	1	Eingangsfrequenz: 0 – 100 Hz
Aufbau-Drehrate um x-, y- und z-Achse	°/s	0,01	0,5	100 Hz	1	Eingangsfrequenz: 0 – 10 Hz
Rad-Beschleunigung in z-Achse	m/s	0,1	0,1	500 Hz	1	Eingangsfrequenz: 0 – 100 Hz an zwei Rädern (1x Vorderachse, 1x Hinterachse, unterschiedliche Seiten)
Höhe	m	1	1	0,5 s	1	
Kurs	°	0,01°	0,1°	0,1 s	1	

2.1.4 Umgebungsdaten

Zur Erfassung der Umgebung des Fahrzeuges werden drei (3) Kameras geliefert, an die folgende Anforderungen gestellt werden:

- hochauflösende Erfassung von Bildern
- flexible Anbringungsmöglichkeiten mit entsprechenden Halterungen zur Nutzung im Fahrbetrieb
- zur Erfassung des Fahrerblickfeldes sowie der Verkehrsumgebung bei Tag und auch bei schwachem Umgebungslicht
- schnelle Blendenumstellung beim Wechsel von dunklen in helle Umgebungen bzw. umgekehrt (HDR-fähig)
- direkte Übertragung der Videosignale an den Mess-PC
- externe Stromversorgung und Akkubetrieb

Da die Kamera nicht bis ins kleinste Detail beschrieben werden kann, wird folgendes Leitprodukt genannt: GoPro Hero 13 Black

Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:

- Auflösung: mind. 4 K
- Bildformate: 16:9 und 4:3
- Wasserdichtigkeit
- mind. 60 fps
- Möglichkeit der nachträglichen Synchronisierung über Timecode

2.1.5 Prüfstandsdaten

Die Daten werden von dem im Labor vorhandenen Prüfstand über CAN-Highspeed (500 kBit/s) übermittelt. Das Datenerfassungssystem muss einen freien und durch den Nutzer konfigurierbaren Kanal für die Einspeisung dieser Signale bieten.

2.1.6 Telematik-Daten

Im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsarbeit beim AG werden unter anderem Systeme zur Objekterkennung entwickelt. Hierfür werden Sensordaten (Rohdaten) verwendet, die mit Hilfe eigener Algorithmen verarbeitet und ausgewertet werden. Die Telematik-Daten müssen daher mit solchen Systemen erfasst werden, die die Aufnahme von Sensor-Rohdaten erlauben.

Im Folgenden werden Leitprodukte für die jeweiligen Teilsysteme genannt, da die Systeme nicht bis ins kleinste Detail beschrieben werden können bzw. andere treffende Leistungsbeschreibungen nicht möglich sind. Um eine Offenheit für Alternativprodukte zu ermöglichen, sind die notwendigen vergleichbaren Parameter, die gleichartige Geräte erfüllen müssen, ebenfalls aufgeführt.

Infrarotkamera:

- Leitprodukt: Teledyne FLIR ADK
Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:
 - Auflösung: 640 x 512 Pixel
 - Schnittstelle: USB-C oder Ethernet
 - Öffnungswinkel horizontal (HFOV): 75°

Videokamera:

- Leitprodukt: NAVGEAR Full-HD Dashcam MDV-5500.dual
Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:
 - Auflösung: 1920 x 1080 Pixel (Full HD 1080p)
 - Sichtfeld: 360°
 - Schnittstelle: USB

Radar:

- siehe PDF-Datei „Basisfahrzeug (siehe Position 1 im Leistungsverzeichnis)“ Kapitel 1.14

Lidar:

- der Sensor VLP-16 des Herstellers Velodyne wird durch den AG beigestellt
- Stromversorgung über PoE

V2X-System:

- Leitprodukt: Keysight AV 1022A WaveBee Plus
Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:
 - hybride DSRC und C-V2X Kommunikation
 - GNSS-Receiver für GPS, GLONASS, und Galileo
 - Einsatz-Temperaturbereich: mind. -20°C bis +60°C

Die Produkte des V2X-Systems müssen untereinander vollständig kompatibel sein. Der zur Verarbeitung der Sensorsignale notwendige Telematik-PC ist in Abschnitt 2.5.2 näher spezifiziert.

2.2 Schnittstellen zur Signalerfassung

2.2.1 Darstellung der Signalverteilung fahrzeugbezogener Daten

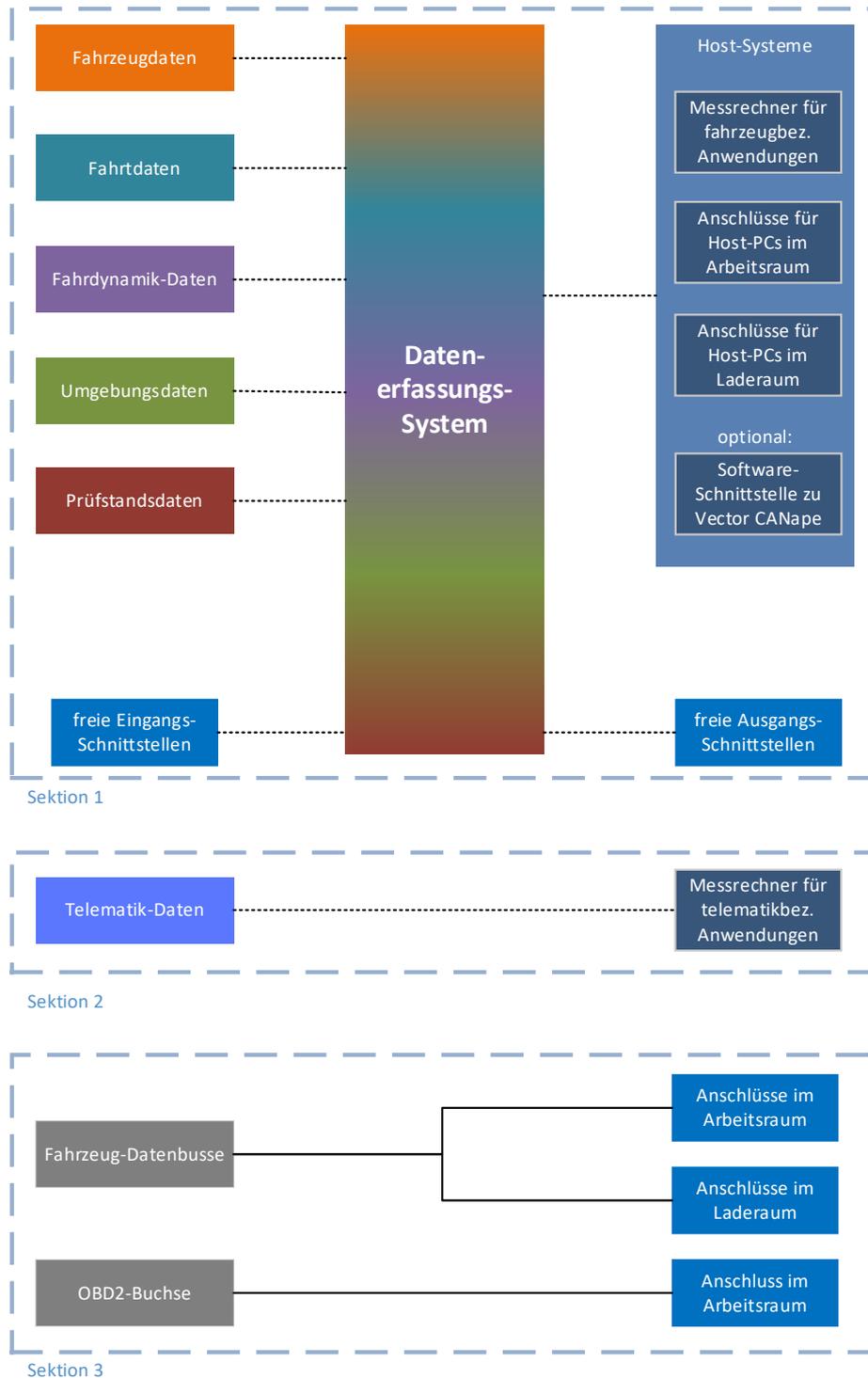


Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Signalverteilung

Hinweis zur Abbildung 2: Die dargestellten Datenverbindungen repräsentieren nicht die tatsächlich notwendige Anzahl Datenleitungen.

Die Aufteilung in Sektionen dient nur zur besseren Beschreibung in der folgenden Tabelle.

Sektion 1	Host-Systeme	<p>Es muss möglich sein, die in den Kapiteln 2.1.1 bis 2.1.5 genannten Signale an dem Messrechner für fahrzeugbezogene Anwendungen (siehe 2.5.1) zeitsynchron zu erfassen, zu speichern, zu verarbeiten und auszuwerten.</p> <p>Darüber hinaus sind die Signale des Datenerfassungssystems an freien Anschlüssen (Steckverbinder zum Schalttafeleinbau) im Arbeitsraum und Laderaum mit separater Rechnertechnik erfassbar.</p> <p>Optional können die Signale des Datenerfassungs-Systems von einem externen Rechner mit der Software „CANape“ des Herstellers Vector Informatik ausgelesen werden.</p>
	Prüfstandsdaten	<p>Zur Weiterleitung der CAN-Daten vom Prüfstand LPS 3000 zum Datenerfassungs-System (siehe Abschnitt 2.1.5), ist eine Steckverbindung mit druckwasserdichter Abdeckung an der Fahrzeugaußenhaut vorn links vorhanden. Von dieser Steckverbindung führt eine Datenleitung zum Datenerfassungs-System, um die Daten des Prüfstandes aufzeichnen zu können. Der Prüfstand überträgt seine Daten via CAN-Highspeed-Datenbus mit 500 kBit/s.</p>
	freie Eingangs- und Ausgangs-Schnittstellen	siehe Punkt 2.2.3
Sektion 2	Messrechner für telematikbezogene Anwendungen	<p>Im Laderaum ist ein Rechner installiert, der zur Erfassung der Telematik-Daten gemäß 2.1.6 dient und dessen technische Anforderungen im Abschnitt 2.5.2 beschrieben sind.</p>
Sektion 3	Fahrzeug-Datenbusse	<p>Die Datenbusse des Fahrzeugs für die Teilbereiche Antrieb, Komfort, Infotainment und Diagnose (oder ähnliche fahrzeugherstellerbezogene Aufteilung) sind jeweils im Arbeitsraum und im Laderaum an separaten Steckverbindungen gemäß den Vorgaben in Abschnitt 2.2.2 abgreifbar. Jede Steckverbindung ist entsprechend beschriftet und hat eine Verbindung zur Fahrzeugmasse.</p>
	OBID2-Buchse	<p>Im Arbeitsraum ist in der Nähe des Arbeitstisches eine <i>zusätzliche OBID2-Buchse</i> vorhanden. Diese wird abgezweigt von der serienmäßig vorhandenen OBID2-Buchse des Fahrzeuges und muss deren Belegung aufweisen. Die Original-OBID2-Buchse muss in unveränderter Form und ohne dauerhaft eingesteckten Stecker erhalten bleiben.</p>

2.2.2 Vorgaben für die Schnittstellen zu den Fahrzeug-Datenbussen

Je nach verfügbaren Datenbussen muss die Belegung jeweils folgendermaßen gestaltet sein:

CAN **Ausführung:** D-Sub 9 (DE-9) Einbaubuchse (Female) mit mechanischer Verriegelung (Innengewinde M3)

Pinbelegung:	Funktion	Pin
	CAN Low	2
	CAN High	7
	GND	3
	Shield	5

FlexRay **Ausführung:** D-Sub 9 (DE-9) Einbaubuchse (Female) mit mechanischer Verriegelung (Innengewinde M3)

Pinbelegung:	Funktion	Pin
	Bus Minus (BM) Kanal A	2
	Bus Plus (BP) Kanal A	7
	Bus Minus (BM) Kanal B*	4
	Bus Plus (BP) Kanal B*	8
	GND	3
	Shield	5

* falls erforderlich

Die Steckanschlüsse für weitere ggf. vorhandene Bussysteme sind wahlfrei im Rahmen üblicher und standardisierter Steckanschlüsse für den Schalttafeleinbau.

Falls erforderlich, müssen jeweils Abschlusswiderstände in die Zuleitungen zu den Steckanschlüssen integriert werden.

Da die Zuleitungen zu den Anschlussplätzen dauerhaft bestehen werden, müssen die Datenleitungen zum Einsatz im KFZ-Bereich geeignet und insbesondere hinsichtlich ihrer Temperaturtoleranz und mechanischen Beanspruchung robust sein.

2.2.3 Mindestanzahl freier Schnittstellen

Über das sich nach Punkt 2.1 ergebende Maß an Schnittstellen hinaus, wird von Nutzerseite aus, eine Mindestzahl freier Schnittstellen am Datenerfassungs-System für künftig erwartete Messaufgaben gefordert:

CAN	Eingänge / Ausgänge:	3x Highspeed (vom Anwender konfigurierbar ob Ein- oder Ausgang), auch geeignet für CAN-FD
analog	Eingänge:	8x
	Ausgänge:	4x
digital	Eingänge:	4x
	Ausgänge:	4x
Ethernet		2x
Zähler		2x

2.3 Anforderungen an die Mess- und Konfigurationssoftware

An alle in 2.3.1 bis 2.3.3 genannte Software werden die Anforderungen gestellt, dass die softwaretechnische Unterstützung der Hardware für mindestens 5 Jahre ab Auslieferung des mobilen Messlabors gegeben ist und Updates der Software und deutschsprachiger Support für mindestens 5 Jahre ab Auslieferung des mobilen Messlabors verfügbar sind.

2.3.1 Messsoftware

Die mitgelieferte Messsoftware fungiert als zentrales User-Interface, das alle Messkanäle beinhaltet, die zur Erfassung der in den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.4 genannten Messgrößen notwendig sind. Sie muss auf dem Messrechner für fahrzeugbezogene Anwendungen installiert und einsatzfähig sein. An sie werden folgende Anforderungen gestellt:

- grafische Benutzeroberfläche
- freie Zusammenstellung der aufzuzeichnenden Messsignale aus den in Abschnitt 2.1 genannten Messgrößen
- Reproduzierbarkeit einer abgeschlossenen Messung anhand frei zusammenstellbarer aufgezeichneter Messkanäle
- zeitsynchrone Erfassung, Aufzeichnung, Darstellung und Auswertung der Messsignale
- mathematische Verknüpfung und Weiterbearbeitung der Signale (z.B. FFT, Filter...) zur Laufzeit oder auch offline
- Möglichkeit von statistischen Auswertungen
- skriptbasierte Datenauswertung (inkl. Funktionsbibliothek)
- Visualisierung nutzerdefinierter Signale in Echtzeit und Offline (nach Aufzeichnung)
- synchrone Darstellung von Videobildern, Messsignalen sowie der Position auf einer Landkarte
- Möglichkeit der Nutzung lokal gespeicherten OpenStreetMap-Kartenmaterials (Offline-Karten)
- synchronisierte Messcursor
- Aufzeichnung bzw. Exportfunktion mindestens in die Dateiformate:
 - MDF4 (ASAM Standard)
 - ASCII
 - Excel
 - CSV
- Unterstützung von einschlägigen Protokollen und Beschreibungsdateien für Datenbus-Kommunikation (z.B. DBC) zur Integration externer Messtechnik mit CAN-Bus Schnittstelle an freie CAN-Kanäle.

2.3.2 Konfigurationssoftware

Als Konfigurationssoftware werden in diesem Zusammenhang die Softwareprodukte verstanden, die dazu dienen, die Signalerfassung anzupassen. Sie können, müssen aber nicht notwendigerweise mit der Messsoftware kombiniert sein. Auch sie muss auf dem Messrechner

für fahrzeugbezogene Anwendungen installiert und einsatzfähig sein. Es werden folgende Anforderungen an sie gestellt:

- grafische Benutzeroberfläche
- Konfiguration der Kanäle hinsichtlich Abtastrate, Sensorspeisung, Skalierung...
- Kalibrierung der entsprechenden Kanäle
- Auswahl der Kanäle

2.3.3 Telematik-Software

Im Bereich Telematik sollen Anwendungen in vielen Fällen im Rahmen von Forschungsprojekten eigenständig entwickelt werden. Als Telematik-Software werden hier die Softwareprodukte verstanden, die zur Konfiguration und Erfassung von Messsignalen gemäß Abschnitt 2.1.6 dienen. An sie werden folgende Anforderungen gestellt:

- Möglichkeit des Zugriffs auf die Sensor-Rohdaten (Software muss beschaffte Sensorik unterstützen)
- Software muss kompatibel zum Messrechner für telematikbezogene Anwendungen (vgl. Abschnitt 2.5.2) sein

V2X-Softwarepaket

Das folgende Leitprodukt wird genannt, da das System nicht bis ins kleinste Detail beschrieben werden kann bzw. andere treffende Leistungsbeschreibungen nicht möglich sind.

- Leitprodukt: Keysight WaveBEE CarKit Software inkl. Software Development Kit oder vergleichbares Produkt

Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:

- offenes Framework zur Visualisierung von V2X Use Cases
- Testmöglichkeiten für voreingestellte Standard Use Cases (EU basic functions)
- Testmöglichkeit für eigene benutzerdefinierte Use Cases
- C-ROADS C-IST EU-spezifische Plugins
- Kommunikationstechnologien:
 - DSRC (IEEE 802.11p)
 - C-V2X (PC-5 sidelink)
- vollständige Kompatibilität zur Telematik-Hardware gemäß 2.1.6

2.4 Anforderungen an die Messtechnik

Das mobile Messlabor inkl. seiner Messtechnik muss im Temperaturbereich von mindestens -20°C bis +50°C einsatzfähig sein. Komponenten und Kabel im Außenbereich müssen gegen Umwelteinflüsse dauerhaft geschützt sein. Die Messtechnik muss so ausgelegt sein, dass sie den Belastungen im normalen Fahrbetrieb im Straßenverkehr auf Dauer gewachsen ist. Ist dies technisch nicht möglich, so muss die jeweilige Systemkomponente mit geringem Aufwand

innerhalb von 30 Minuten ohne spezielle Fertigkeiten oder Technik de- bzw. montierbar sein (ggf. Spezialwerkzeug ist als Zubehör zu liefern).

Darüber hinaus werden folgende spezielle Anforderungen an die Messtechnik gestellt:

- Der Datentransfer gespeicherter Werte zu einem Server o.ä. ist drahtlos bei Verbindung zu einem WiFi-Netzwerk möglich.
- Zum Start/Stop von Messungen, zur Ereignismarkierung sowie als Triggerschalter und Anzeigeinstrument während Messungen ist eine geeignete handgeführte Fernbedienung am Arbeitsplatz verfügbar.
- Der Status der Messungen (Stopp, Aufzeichnung läuft, Fehler...) sowie die Auslastung des Datenspeichers sind während des Messbetriebs ersichtlich (bspw. über die vorgenannte Fernbedienung).
- Das Messsystem bietet die Möglichkeit der späteren Einbindung zusätzlicher weiterer Module für weitere Messkanäle.
- Die Gesamtheit der Messmodule muss eine einheitliche zeitsynchrone Datenerfassung ermöglichen.

2.5 Anforderungen an die Rechnertechnik

Die im Folgenden näher spezifizierte Rechnertechnik (vgl. 2.5.1 bis 2.5.3) muss zum Einsatz in einer Fahrumgebung geeignet sein. Insbesondere ist sie im Hinblick auf größere Temperaturschwankungen und höhere Luftfeuchtigkeit mit ggf. Taubildung auszulegen. Alle Steckverbindungen müssen so ausgeführt sein, dass ein unbeabsichtigtes Lösen durch Erschütterungen beim Fahrbetrieb verhindert wird.

Hohes Augenmerk ist auf die Flexibilität bei Integration missionsspezifischer, messtechnischer Gerätekonfigurationen in das vorhandene Datenerfassungs- und Verarbeitungssystem zu legen, z.B. durch genormte Einschübe für Industrie-PC / Server-Rack, freie Schnittstellen, Synchronisierung usw.

Die Bedienung der verbauten Rechnertechnik erfolgt von einem Platz am Arbeitstisch aus. An diesem sind Tastatur, Maus und Bildschirm (mind. 17 Zoll), vorhanden. Der Wechsel der Bedien- und Anzeigegeräte zwischen den beiden Rechnern (vgl. 2.5.1 und 2.5.2) erfolgt über einen sog. KVM-Switch.

Im Fahrzeug muss ein kabelgebundenes Netzwerk (LAN) vorhanden sein, dass alle Rechner und ggf. weitere Technik (z.B. Lidar-Sensor, vgl. 2.1.6), miteinander verbindet. Es muss folgende Funktionalitäten bieten:

- Remotedesktopverbindung zur Benutzeroberfläche der Rechner und weiterer geeigneter Geräte zur Bedienung der Software auf den jeweiligen Rechnern vom Arbeitsplatz im Arbeitsraum aus (LAN-Anschlussdosen am Arbeitsplatz)
- Stromversorgung für die relevanten Peripherie-Geräte über Power over Ethernet (PoE) gemäß des Standards IEEE 802.3

2.5.1 Messrechner für fahrzeugbezogene Anwendungen

An diesen Messrechner werden weitere Anforderungen wie folgt gestellt:

- Datenspeicher mit einer Größe von mindestens 2 Terabyte
- Einzelmessungen mit einer Dauer von mindestens 3 h müssen problemlos möglich sein
- modulares und erweiterbares System
- ausreichend Schnittstellen zur Anbindung an das Datenerfassungs-System (siehe 2.2.1)
- mindestens jeweils zwei freie USB-A und USB-C Schnittstellen
- mindestens eine freie LAN-Schnittstelle (RJ-45-Buchse)

2.5.2 Messrechner für telematikbezogene Anwendungen

An diesen Messrechner werden weitere Anforderungen wie folgt gestellt. Da das System nicht bis ins kleinste Detail beschrieben werden kann bzw. andere treffende Leistungsbeschreibungen nicht möglich sind, wird ein Leitprodukt genannt.

- Leitprodukt: NVIDIA Jetson AGX Orin Dev. Kit
Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:
 - 12-Kern CPU
 - 64 GB 256-Bit LPDDR5
 - PCIe x16-Anschluss
 - mind. 64 GB eMMC-Speicher
 - kompakte Größe
 - 275 TOPS KI-Leistung

2.5.3 Tablet-Computer

An diesen Messrechner werden weitere Anforderungen wie folgt gestellt. Da das System nicht bis ins kleinste Detail beschrieben werden kann bzw. andere treffende Leistungsbeschreibungen nicht möglich sind, wird ein Leitprodukt genannt.

- Leitprodukt: Microsoft Surface Pro 11
Ein vergleichbares Produkt ist möglich. Es gelten folgende vergleichbare Parameter:
 - Bildschirmdiagonale: mind. 13 Zoll
 - Kompatibilität zur Keysight Wavebee CarKit Software
 - Arbeitsspeicher: mind. 16 GB
 - Datenspeicher (SSD): mind. 512 GB