

DIN EN IEC 61375-2-6

ICS 35.240.60

**Elektronische Betriebsmittel für Bahnen –
Zug-Kommunikations-Netzwerk (TCN) –
Teil 2-6: Kommunikation vom Zug zur Landseite
(IEC 61375-2-6:2018);
Englische Fassung EN IEC 61375-2-6:2018**

Electronic railway equipment –
Train communication network (TCN) –
Part 2-6: On-board to ground communication
(IEC 61375-2-6:2018);
English version EN IEC 61375-2-6:2018

Matériel électronique ferroviaire –
Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 2-6: Communication train-sol
(IEC 61375-2-6:2018);
Version anglaise EN IEC 61375-2-6:2018

Gesamtumfang 134 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2018-06-18 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2019-05-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61375-2-6:2016-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für die vorliegende Norm erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN IEC 61375-2-6 veröffentlicht. Zu deren Einleitung sowie Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt, und Abschnitt 3, der die Begriffe, Symbole, Abkürzungen und Konventionen festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für die meisten der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung^{N1}

Einleitung

Da die TCN-Reihe die IEC 61375-2-3 *Elektronische Betriebsmittel für Bahnen – Zug-Kommunikations-Netzwerk (TCN) – Teil 2-3: TCN-Kommunikationsprofil* mit einschließt, wird auf dieses Dokument hingewiesen, wenn erforderlich.

Dieses Dokument folgt dem ISO-OSI Modell.

Dieses Dokument schließt nicht die für die drahtlose Kommunikation zwischen dem Zug und der Landseite relevante Spezifikation der Funktechnologien und Protokolle ein.

Bei der Erstellung dieses Dokuments wurden die folgenden Hauptanwendungsfälle berücksichtigt, die die Kommunikation vom Zug zur Strecke betreffen:

- a) Anwendung bei der Inbetriebnahme
 - 1) Betriebliche Anwendung.
 - 2) Anwendung für Auftragsdaten.
 - 3) Anwendung für Fahrerassistenz.
 - 4) Anwendung für Energiemessung.
- b) Anwendung bei der Instandhaltung
 - 1) Anwendung für die Konfigurationsdaten.
 - 2) Überwachung des Zugstatus (z. B. Telemetrie).
 - 3) Anwendung für die Diagnosedaten.
 - 4) Anwendung für den Ereignisspeicher.
- c) Multimedia-Anwendung
 - 1) Anwendung für die Fahrgastinformation.
 - 2) Anwendung für das Fahrgast-Entertainment.
 - 3) Anwendung für das elektronische Ticketing.
 - 4) Videoüberwachungsanlage und Videoüberwachung.

^{N1} Nationale Fußnote: Die Nummerierung aus IEC 61375-2-6:2018-11 wurde beibehalten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61375 stellt die Spezifikation für die Kommunikation zwischen bordseitigen Subsystemen und langseitigen Subsystemen dar.

Das Kommunikationssystem, die Schnittstellen und die Protokolle werden als eine mobile Kommunikationsfunktion festgelegt, welche alle verfügbaren drahtlosen Technologien nutzt.

Dieses Dokument stellt Anforderungen zur Verfügung, um:

- a) das drahtlose Netzwerk auszuwählen, auf der Basis von durch die Anwendung geforderten QoS-Parametern;
- b) bordseitige und über das bordseitige Kommunikationsnetzwerk kommunizierende TCMS- und/oder OMTS-Anwendungen zu ermöglichen, damit ein Fernzugriff auf landseitige Anwendungen möglich ist;
- c) Anwendungen, die über landseitig installierte Einrichtungen betrieben werden, zu ermöglichen, damit ein Fernzugriff auf bordseitige TCMS- und/oder OMTS Anwendungen möglich ist.

Dieses Dokument legt weitere Anforderungen fest, die es fahrzeugseitigen und landseitigen Anwendungen ermöglichen, sich unter Anwendung des in IEC 61375-2-3 festgelegten virtuellen/funktionalen Adressierungsmechanismus zu verbinden, und die den Austausch von Anwendungsdatensätzen ermöglichen, die durch die bordseitigen Funktionen, welche in den an das TCN-Netzwerk angeschlossenen Geräten implementiert sind, erzeugt oder konsumiert werden.

Zudem behandelt dieses Dokument Anforderungen zur Informationssicherheit, um nur authentifizierten und autorisierten Anwendungen einen Zugang zu gewähren und um eine Verschlüsselung ausgetauschter Daten zuzulassen.

Die Kommunikation sicherheitsbezogener Daten zwischen fahrzeug- und landseitigen Anwendungen sowie der Internetzugang für Fahrgäste sind außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Internationalen Norm.

3 Begriffe, Symbole, Abkürzungen und Konventionen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO-Online-Browsing-Plattform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

Authentifizierung Autorisierung Abrechnung

(en: Authentication Authorization Accounting)

Zugangskontrolle, Richtlinienerzwingungs- und Überwachungsrahmen für Computersysteme

3.1.2

Authentifizierung Autorisierung Abrechnungsdienst

(en: Authentication Authorization Accounting service)

Sicherheitsarchitektur für verteilte Systeme, welche eine Kontrolle darüber ermöglicht, welche Nutzer auf welche Dienste zugreifen dürfen und wie viele der Ressourcen sie benutzt haben.

3.1.3**Anwendungsebene**

(en: application layer)

oberste Ebene im OSI-Modell, mit direkter Schnittstelle zur Anwendung

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-03]

3.1.4**Anwendungsprozess**

(en: application process)

Element in einem wirklichen offenen System, das die Informationsverarbeitung für eine bestimmte Anwendung ausführt

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-05]

3.1.5**Bitfehlerquote**

(en: Bit Error Rate)

Quote von Bitfehlern in einem Datenstrom, die hauptsächlich durch Rauschen (zufällige Bitfehler), aber auch durch Speicherdefekte in datenspeichernden Geräten (systematische Bitfehler) verursacht werden

3.1.6**Bridge**

(en: bridge)

Gerät, das Frames zwischenspeichert und auf der Grundlage der Link-Layer-Adressen von einem Netzwerk zum anderen weiterleitet

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-09]

3.1.7**Broadcast**

(en: broadcast)

nahezu zeitgleiche Übertragung derselben Information an mehrere Ziele

Anmerkung 1 zum Begriff: Broadcast wird im TCN als nicht zuverlässig angesehen, d. h. einige Ziele können die Informationen empfangen und andere nicht.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-10]

3.1.8**Bus**

(en: bus)

Funktionseinheit zur Datenübertragung zwischen mehreren Teilnehmern, die Funktionseinheiten zur Datenverarbeitung sind, über einen gemeinsamen Übertragungsweg, wobei die Teilnehmer nicht an der Weiterleitung von Daten mitwirken, die zwischen anderen Teilnehmern übertragen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die logisch funktionelle Begriffsbestimmung des Busses gilt unabhängig von der topologischen Anordnung und der physikalischen Verwirklichung. Zum Beispiel kann ein Bus in einer linienförmigen oder ringförmigen Anordnung betrieben werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: In manchen Fällen können die Rechte zum Senden der Daten von einem weiteren Teilnehmer vergeben werden, zum Beispiel von einem „Bus-Arbitrator“.

[QUELLE: IEC 60050-351:2013, 351-56-10]

3.1.9**unveränderlicher Zugverband**

(en: closed train)

aus einem oder mehreren Consists zusammengestellter Zug, wobei sich die Zusammenstellung während des Bahnbetriebs nicht ändert

BEISPIEL U-Bahn-Zug, Nahverkehrszug oder Hochgeschwindigkeitszug.

Anmerkung 1 zum Begriff: Consists werden in Werkstätten gekuppelt, um unveränderliche Zugverbände für den Betrieb zu erhalten.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-17]

3.1.10

Kommunikationsgerät

(en: communication device)

mit dem Consist-Netzwerk oder dem Zug-Backbone verbundenes Gerät mit der Fähigkeit, Daten zu übertragen oder als Datenquelle oder Datensenke zu fungieren

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-18]

3.1.11

Kommunikationskanal

(en: communication channel)

logische Verbindung über ein Multiplex-Medium, z. B. einen Funkkanal, oder konzeptioneller Zustand, in dem ein MCG einem GCG seine Präsenz in einer Weise mitgeteilt hat, die es diesem ermöglicht, mit dem MCG zu interagieren

3.1.12

Funkstrecke

(en: radio link)

drahtlose Verbindung, die ein Gerät mit einem Netzwerk verbindet, wodurch sie über dieses Netzwerk andere Geräte erreichen kann

3.1.13

Komposition

Anzahl und Eigenschaften der Consists, die einen Zug bilden

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-19]

3.1.14

Netzwerk-Konfiguration

Definition der Topologie eines Netzwerks, der damit verbundenen Geräte, ihrer Fähigkeiten und des von ihnen verursachten Datenverkehrs; außerdem das Verfahren, Geräte mit Konfigurationsdaten zu laden, bevor sie in den regulären Betrieb gehen

3.1.15

Consist

einzelnes Fahrzeug oder Gruppe von Fahrzeugen, die im Bahnbetrieb nicht getrennt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Consist kann kein, ein oder mehrere Consist-Netzwerke enthalten.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-20]

3.1.16

Consist-Netzwerk

(en: Consist Network)

Betriebsmittel zur Verbindung von Netzwerken innerhalb eines Consists, zum Beispiel des MVB, das den Echtzeitprotokollen des TCN entspricht oder sich diesen anpasst

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-21]

3.1.17**Endgerät**

(en: end device)

mit einem Consist-Netzwerk verbundene oder aus Redundanzgründen mit einer Gruppe von Consist-Netzwerken verbundene Einheit

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-33]

3.1.18**Struktur**

(en: framework)

Reihe von Diensten und Protokollen zur Unterstützung der Kommunikation vom Fahrzeug zur Strecke

3.1.19**Funktion**

Anwendungsprozess, der Nachrichten mit einem anderen Anwendungsprozess austauscht

3.1.20**Gateway** <in einem Zug-Kommunikationsnetzwerk>

(en: gateway <in a train communication network>)

Verbindung zwischen unterschiedlichen Netzwerken in der Anwendungsebene, die eine anwendungsabhängige Datenanalyse und eine Protokollumwandlung erfordern

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-44]

3.1.21**Gruppenadresse**

(en: group address)

Adresse einer Multicast-Gruppe, zu der ein Gerät gehört

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-45]

3.1.22**Host**

mit dem Netzwerk verbundene adressierbare Einheit: Endgerät, Netzwerkgerät, usw.

3.1.23**Zugtaufe**

(en: inauguration)

Vorgang, der im Fall einer Kompositionsänderung ausgeführt wird und der allen Knoten des Zug-Backbones ihre Zug-Backbone-Adresse, ihre Orientierung und Informationen bezüglich aller getauften Knoten im selben Backbone zuweist

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-48]

3.1.24**Integrität**

(en: integrity)

Zustand, in dem die Information vollständig und unverändert ist

[QUELLE: IEC 60050-821:2017, 821-11-26]

3.1.25**Zugfahrt**

(en: train journey)

Fahrt eines Zuges entsprechend Fahrplan

3.1.26

Reisezug

(en: journey train)

Komposition auf einer solchen Zugfahrt

3.1.27

lokales Netzwerk

(en: Local Area Network)

durch einen gemeinsamen Mediumzugriff und einen gemeinsamen Adressraum gekennzeichnete Teil eines Netzwerkes

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-60]

3.1.28

Medienzugriffssteuerung

(en: Medium Access Control)

Unterschicht der Sicherungsschicht, die den Zugriff auf das Medium regelt (Arbitrierung, Busverwaltertransfer, Abfrage)

3.1.29

Medium

physischer Träger des Signals

Anmerkung 1 zum Begriff: Elektrische Drähte, Lichtwellenleiter, usw.

3.1.30

Nachricht <in Übertragungssystemen>

(en: message <in transmission systems>)

Information, die in einem oder mehreren Paketen von einem Sender zu einem oder mehreren Empfängern übertragen wird

[QUELLE: IEC 60050-821:2017, 821-11-29]

3.1.31

Multicast

Übertragung der gleichen Nachricht an eine Gruppe von Empfängern, die durch ihre Gruppenadresse identifiziert sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Multicast“ wird auch verwendet, wenn die Gruppe alle Empfänger umfasst.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-66]

3.1.32

Netzwerk

(en: network)

Gruppe möglicherweise unterschiedlicher Kommunikationssysteme, welche Informationen in einer gemeinsam vereinbarten Weise austauschen

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-68]

3.1.33

Netzwerkadresse

(en: network address)

Adresse zur Identifizierung eines Kommunikationsgerätes in der Vermittlungsschicht

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-69]

3.1.34**Netzwerkgerät**

(en: network device)

Komponenten zum Aufbau eines Consist-Netzwerks und eines Zugnetzwerks

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Komponenten können passive Komponenten wie Leitungen oder Verbinder, aktive, nicht gesteuerte Komponenten wie Repeater, Medienwandler oder (unmanaged) Switches oder gesteuerte aktive Komponenten wie Gateways, Router und (managed) Switches sein.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-70]

3.1.35**Vermittlungsschicht**

(en: network layer)

für die Datenvermittlung zwischen unterschiedlichen Netzwerken verantwortliche Schicht des OSI-Modells

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-72]

3.1.36**Netzwerk-Management**

(en: network management)

notwendige Vorgänge zur ferngesteuerten Konfiguration, Überwachung, Diagnose und Wartung des Netzwerks

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-73]

3.1.37**Knoten** <in einem Zug-Kommunikationsnetzwerk>

(en: node <in a train communication network>)

Gerät am Zug-Backbone, das auch als Gateway zwischen Zug-Backbone und Consist-Netzwerk fungieren kann

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-74]

3.1.38**Oktet****Byte**

Gruppe von acht Binärziffern oder acht Signalelementen, welche Binärziffern darstellen, die als Gesamtheit behandelt werden

[QUELLE: IEC 60050-704:1993, 704-16-21]

3.1.39**frei gebildeter Zug**

(en: open train)

aus einem oder mehreren Consists zusammengestellter Zug, wobei sich die Zusammenstellung während des Bahnbetriebs ändern kann

BEISPIEL Lokbespannte internationale UIC (Internationaler Eisenbahnverband)-Züge.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-79]

3.1.40**Bahnunternehmen**

(en: railway undertaking)

Unternehmen oder Organisation, welches/welche Züge betreibt

3.1.41

Paket

(en: packet)

Folge von digitalen Daten, die eine Nachricht oder den Teil einer Nachricht darstellen, sowie von Dienstbits, die eine Adresse enthalten. Diese Folge von Daten ist so zusammengestellt, dass sie für die Übertragung geeignet ist und als Ganzes übertragen werden kann

[QUELLE: IEC 60050-721:1991, 721-09-02]

3.1.42

Router

Funktionseinheit, die einen Pfad durch ein oder mehrere Rechnernetze herstellt und Pakete weiterleitet

Anmerkung 1 zum Begriff In Rechnernetzen, die dem OSI-Referenzmodell entsprechen, arbeitet der Router auf der Ebene der Vermittlungsschicht.

[QUELLE: IEC 60050-732:2010, 732-01-18]

3.1.43

sicherheitsrelevant

(en: safety related)

Verantwortung für die Sicherheit tragend

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein(e) Funktion, Komponente, Produkt, System oder Prozedur wird sicherheitsrelevant genannt, wenn mindestens eine ihrer/seiner Eigenschaften im Sicherheitsargument für das System verwendet wird, in dem sie angewendet wird. Diese Eigenschaften können von funktioneller oder nichtfunktionaler Natur sein. Die der Funktion zugewiesenen Anforderungen können systematische oder zufällige Integritätsanforderungen sein.

[QUELLE: IEC 60050-821:2017, 821-01-73, modifiziert: Anmerkung modifiziert]

3.1.44

Dienst <in einem Zug-Kommunikationsnetzwerk>

(en: service <in a train communication network>)

einem Anwender bereitgestellte Fähigkeiten und Eigenschaften eines Subsystems (zum Beispiel einer Kommunikationsschicht)

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-93]

3.1.45

Dienst <bei Eisenbahnen>

(en: service <in railways>)

Transportdienste in der Form von Beförderung von Fracht oder Fahrgästen

3.1.46

Job

(en: job)

Abfolge von Transaktionen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Korrektheit des Jobs kann durch das Festlegen der Korrektheit jeder ausgeführten Transaktion und der Korrektheit von Interaktionen zwischen den Transaktionen ermittelt werden.

3.1.47

Transaktion

(en: transaction)

Abfolge von Wechselwirkungen zwischen Systemkomponenten

3.1.48

Switch <in einem Zug-Kommunikationsnetzwerk>

(en: switch <in a train communication network>)

in IEEE 802.1D definierte MAC-Bridge

Anmerkung 1 zum Begriff MAC ist eine Abkürzung für den englischen Begriff „Medium Access Control“ und bedeutet Medienzugriffssteuerung, eine Unterschicht in der Sicherungsschicht, die regelt, welches Gerät auf dem Bus senden darf.

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-101]

3.1.49

Topologie

(en: topology)

mögliche Leitungsverbindungen und Geräteanzahl in einem gegebenen Netzwerk

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-106]

3.1.50

Zug

(en: train)

Komposition aus einem oder mehreren Consists, die als eigenständige Einheit betrieben werden kann, z. B. weil sie Antriebe und mindestens einen Führerstand enthält

Anmerkung 1 zum Begriff Züge können in frei gebildete Züge (siehe 3.1.39) und unveränderliche Zugverbände (siehe 3.1.9) klassifiziert werden.

3.1.51

Zug-Kommunikations-Netzwerk

(en: Train Communication Network)

Daten-Kommunikationsnetzwerk zur Verbindung programmierbarer elektronischer Betriebsmittel an Bord von Schienenfahrzeugen

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-108]

3.1.52

Zug-Backbone

(en: train backbone)

Bus zur Verbindung der Consists eines Zugs, insbesondere des Wire Train Busses, unter Einhaltung der TCN-Protokolle

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-107]

3.1.53

Transportschicht

(en: transport layer)

für die Steuerung des Ende-zu-Ende-Flusses und für die Behandlung von Fehlern zuständige Schicht des OSI-Modells

[QUELLE: IEC 60050-811:2017, 811-37-113]

3.1.54

vertikale Übergabe

(en: vertical handover)

bezieht sich auf einen Netzknoten, der die Art der Konnektivität ändert, die für den Zugriff auf eine unterstützende Infrastruktur verwendet wird, normalerweise zur Unterstützung der Knotenmobilität

3.2 Symbole und Abkürzungen

AAA Authentifizierung Autorisierung Abrechnung (en: Authentication Authorization Accounting)

ALG Application Layer Gateway

ARP Address Resolution Protocol

ASCII	Amerikanischer Standard-Code für den Informationsaustausch (en: American Standard Code for Information Interchange)
BER	Bitfehlerquote (en: Bit Error Rate)
CCTV	Videoüberwachungsanlage (en: Closed Circuit Television)
ComID	Kommunikationsbezeichner (en: Communication Identifier)
CRC	zyklische Redundanzprüfung, eine Datenintegritätsprüfung basierend auf Polynomdivision (en: Cyclic Redundancy Check)
DDNS	dynamischer Domainnamen-Server (en: Dynamic Domain Name Server)
DHCP	dynamisches Host-Konfigurationsprotokoll (en: Dynamic Host Configuration Protocol)
DIN	Deutsches Institut für Normung, das deutsche Normungsinstitut
DNS	Domainnamen-Server (en: Domain Name Server)
DoS	Dienstverweigerung (en: Denial of Service)
ECM	für die Instandhaltung verantwortliche Stelle (en: Entity in Charge of Maintenance)
ECN	Ethernet-Consist-Netzwerk
ED	Endgerät (en: End Device)
EDGE	Erhöhung der Datenübertragungsrate in GSM-Mobilfunknetzen (en: Enhanced Data Rates for GSM Evolution)
ERA	Europäische Eisenbahnagentur; 2017 wurde die „Agentur der Europäischen Union für Eisenbahnen“ gegründet, die die Europäische Eisenbahnagentur (ERA) ersetzt (en: European Railways Agency)
EMS	Energiemesssystem (en: Energy Metering System)
ETB	Ethernet-Zug-Backbone (en: Ethernet Train Backbone)
ETSI	Europäisches Institut für Telekommunikationsnormen (en: European Telecommunications Standards Institute)
EVN	Europäische Fahrzeugnummer (en: European Vehicle Number)
FBS	funktionale Untergliederungsstruktur (en: Function Breakdown Structure)
FCS	Frame-Prüffolge (en: Frame Check Sequence)
FQDN	vollständig angegebener Domainname (en: Fully Qualified Domain Name)
FTP	Dateiübertragungsprotokoll (en: File Transfer Protocol)
G2T	Strecke an Zug (en: Ground to Train)
GCG	landseitiges Kommunikationsgateway (en: Ground Communication Gateway)
GNSS	globales Satellitennavigationssystem (en: Global Navigation Satellite System)
GSM	globales System für mobile Kommunikation (en: Global System for Mobile Communications)
GSM-R	globales System für mobile Kommunikation – Eisenbahn (en: Global System for Mobile Communications – Railway)
GPRS	allgemeiner paketorientierter Funkdienst (en: General Packet Radio Service)
HSCSD	schnelle leitungsvermittelte Datenübertragung (en: High Speed Circuit Switched Data)

HSPA	schneller vermittelter Paketzugriff (en: High Speed Packet Access)
HTTP	Hypertext-Übertragungsprotokoll (en: HyperText Transfer Protocol)
HTTPS	sicheres Hypertext-Übertragungsprotokoll (en: HyperText Transfer Protocol Secure)
ICMP	Internetprotokoll zum Austausch von Informations- und Fehlermeldungen (en: Internet Control Message Protocol)
ID	Bezeichner (en: Identifier)
IDS	Angriffserkennungssystem (en: Intrusion Detection System)
IEEE	Institut für Elektrotechnik- und Elektronik-Ingenieure, New York (en: Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York)
IETF	Arbeitsgruppe für Internettechnik (en: Internet Engineering Task Force)
IP	Internetprotokoll (en: Internet Protocol)
JSON	JavaScript Object Notation
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medienzugriffssteuerung, eine Unterschicht der Sicherungsschicht, die regelt, welches Gerät am Bus senden darf (en: Medium Access Control)
MAR	mobiler Zugangs-Router (en: Mobile Access Router)
MCG	mobiles Kommunikationsgateway (en: Mobile Communication Gateway)
MD	Nachrichtendaten (en: Message Data)
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
MVB	Multifunktions-Fahrzeugbus (en: Multifunction Vehicle Bus)
N/A	nicht anwendbar (en: Not Applicable)
NSS	Netzwerkauswahldienst (en: Network Selection Service)
OMTS	fahrzeugseitige Multimedia- und Telematikdienste (en: On-Board Multimedia and Telematic Services)
OSI	offenes Kommunikationssystem (en: Open System Interconnection) [QUELLE: IEC 60050-716:1995, 716-01-20]
OTIF	Zwischenstaatliche Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr (en: Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail)
PAM	steckbare Authentifizierungsmodul (en: Pluggable Authentication Module)
PCG	Partner-Kommunikationsgateway (en: Partner Communication Gateway)
PNAT	Port-Netzwerkadressübersetzung (en: Port Network Address Translation)
QoS	Dienstqualität (en: Quality of Service)
RFC	Bitte um Kommentare, von der Internet Engineering Task Force (IETF) veröffentlichte Internet-Norm (en: Request for Comments)
RTP	Echtzeit-Übertragungsprotokoll (en: Real-Time Transport Protocol)
RTCP	Echtzeit-Steuerungsprotokoll (en: Real Time Control Protocol)
RU	Bahnunternehmen (en: Railway Undertaking)

SBS	System-Untergliederungsstruktur (en: System Breakdown Structure)
SCP	Secure Copy
SDT	sichere Datenübertragung (en: Safe Data Transmission)
SFTP	SSH-Datenübertragungsprotokoll (en: SSH File Transfer Protocol)
SSH	Secure Shell
T2G	Zug an Strecke (en: Train to Ground)
TBN	Zug-Backbone-Knoten, der generische Name eines mit dem Zug-Backbone verbundenen Knotens unabhängig von der verwendeten Technologie (en: Train Backbone Node)
TCMS	Zugsteuerungs- und Überwachungssystem (en: Train Control and Monitoring System)
TCN	Zug-Kommunikations-Netzwerk; eine Reihe von kommunizierenden Fahrzeug- und Zug-Backbones (en: Train Communication Network)
TCP	Übertragungssteuerungsprotokoll (en: Transmission Control Protocol)
TIS	Zug-Informationsdienst (en: Train Information Service)
TLOS	Zug-Ortungsdienst (en: Train Location Service)
TLS	Transportschichtssicherheit (en: Transport Layer Security)
TRDP	Zug-Echtzeit-Datenprotokoll (en: Train Real Time Data Protocol)
TTDB	Zug-Topologie-Datenbank (en: Train Topology DataBase)
TWS	Zug-Weckdienst (en: Train Wake-up Service)
TTS	Zug-Telemetrie-Dienst (en: Train Telemetry Service)
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UIC	Internationaler Eisenbahnverband, der internationale Eisenbahnbetreiberverband (en: International Union of Railways)
UID	eindeutige Bezeichner (en: Unique IDentifier)
URI	einheitlicher Bezeichner für Ressourcen (en: Uniform Resource Identifier)
UML	vereinheitlichte Modellierungssprache (en: Unified Modelling Language)
VPN	virtuelles privates Netzwerk (en: Virtual Private Network)
XML	erweiterbare Auszeichnungssprache (en: eXtensible Markup Language)
WiFi	kabellose Wiedergabetreue (en: Wireless Fidelity)
WLAN	drahtloses lokales Netzwerk (en: Wireless Local Area Network)
WTB	drahtgebundener Zugbus (en: Wire Train Bus)

3.3 Konventionen Zustandsdiagramm

Zustandsdiagramme werden nach der Notation von UML-Zustandsmaschinen definiert.

English Version

**Electronic railway equipment – Train communication network
(TCN) - Part 2-6: On-board to ground communication
(IEC 61375-2-6:2018)**

Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de
train (TCN) - Partie 2-6: Communication train-sol
(IEC 61375-2-6:2018)

Elektronische Betriebsmittel für Bahnen – Zug-
Kommunikations-Netzwerk (TCN) - Teil 2-6: Kommunikation
vom Zug zur Landseite
(IEC 61375-2-6:2018)

This European Standard was approved by CENELEC on 2018-06-18. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.



European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

European foreword

The text of document 9/2374/FDIS, future edition 1 of IEC 61375-2-6, prepared by IEC/TC 9 "Electrical equipment and systems for railways" was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and approved by CENELEC as EN IEC 61375-2-6:2018.

The following dates are fixed:

- latest date by which the document has to be implemented at national level by (dop) 2019-05-16
publication of an identical national standard or by endorsement
- latest date by which the national standards conflicting with the (dow) 2021-11-16
document have to be withdrawn

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document has been prepared under a mandate given to CENELEC by the European Commission and the European Free Trade Association, and supports essential requirements of EU Directive(s).

For the relationship with EU Directive(s) see informative Annex ZZ, which is an integral part of this document.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61375-2-6:2018 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE 1 Where an International Publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

NOTE 2 Up-to-date information on the latest versions of the European Standards listed in this annex is available here: www.cenelec.eu.

Publication	Year	Title	EN/HD	Year
IEC 61375-1	2012	Electronic railway equipment - Train communication network (TCN) - Part 1: General architecture	EN 61375-1	2012
IEC 61375-2-3	2015	Electronic railway equipment - Train communication network (TCN) - Part 2-3: TCN communication profile	EN 61375-2-3	2015
-	-		+ A11	2017
IEC 61375-3-4	-	Electronic railway equipment - Train communication network (TCN) - Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)	EN 61375-3-4	2014
			+ A11	2017
IEC 62280	2014*	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related communication in transmission systems	-	-
IEC 62443	series	Industrial communication networks - Network and system security - Part 2-1: Establishing an industrial automation and control system security program	EN 62443	series
IEC 62443-3-3	2013*	Industrial communication networks - Network and system security - Part 3-3: System security requirements and security levels	-	-
IEC 62580-1	-	Electronic railway equipment - On-board multimedia and telematic subsystems for railways - Part 1: General architecture	EN 62580-1	2016
			+ A11	2017
ISO/IEC 20922	2016	Information technology - Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) v3.1.1	-	-

* Dated as no equivalent European Standard exists

IEEE 802.3	2015*	IEEE Standard for Information technology - Specific requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications	-	-
IEEE 802.11	2016	IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications	-	-
IEEE 802.1X	2010	IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Port-Based Network Access Control	-	-
RFC 2136	1997*	Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)	-	-
RFC 2616	1999*	Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1	-	-
RFC 2818	2000*	HTTP Over TLS	-	-
RFC 3986	2005*	Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax	-	-
RFC 4627	2006*	The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)	-	-
RFC 7159	2014*	The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format	-	-

* Dated as no equivalent European Standard exists

Annex ZZ (informative)

Relationship between this European standard and the essential requirements of EU Directive 2016/797/EU [2016 OJ L138] aimed to be covered

This European Standard has been prepared under a Commission's standardization request relating to harmonized standards in the field of the Interoperability of the rail system within the European Union, M/483, to provide one voluntary means of conforming to essential requirements of Directive 2016/797/EU of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the harmonization of the laws of the Member States relating to the interoperability of the rail system within the European Union [2016 OJ L138/44].

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that Directive, compliance with the normative clauses of this standard given in Table ZZ.1 for "Locomotives and Passenger Rolling Stock", Table ZZ.2 for "Energy", Table ZZ.3 for "Telematics Applications for Passenger Services", confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding essential requirements of that Directive, and associated EFTA regulations.

Table ZZ.1 - Correspondence between this European Standard, the TSI "Locomotives and Passenger Rolling Stock" (REGULATION (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014) and Directive 2016/797/EU [2016 OJ L138]

Essential Requirements of Directive 2016/797/EU	Chapter / § / points / of LOC & PAS TSI	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks / Notes
1.5 Technical compatibility 2. Requirements specific to each subsystem 2.4. Rolling Stock 2.4.2. Reliability and availability 2.4.3. Technical compatibility	4.2.8.2.8 On-board energy measurement system 4.2.12.2 General documentation: - description of computerised on board systems Appendix D - On-board energy measurement system	Clause 4 Clause 5 Clause 6 Annex A Annex B	The TSI does not impose any technical solution regarding physical interfaces between units. This standard offers a general multi-purpose solution for the digital communication between on-board networked applications and ground applications, so it is relevant to equipment and train interoperability. This standard closes an Open Point in the TSI

Table ZZ.2 - Correspondence between this European Standard, the TSI “Energy” (REGULATION (EU) No 1301/2014 of 18 November 2014) and Directive 2016/797/EU [2016 OJ L138]

Essential Requirements of Directive 2016/797/EU	Chapter / § / points / of ENE TSI	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks / Notes
1.5 Technical compatibility	4.2.17. On-ground energy data collecting system	Clause 4 Clause 5 Clause 7 Annex A Annex B	This standard closes an Open Point in the TSI

Table ZZ.3 - Correspondence between this European Standard, the TSI “Telematics Applications for Passenger Services” (published in the Official Journal L 123 on 12 May 2011, p. 11) and Directive 2016/797/EU [2016 OJ L138]

Essential Requirements of Directive 2016/797/EU	Chapter / § / points / of ENE TSI	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks / Notes
1.2 Reliability and availability 2. Requirements specific to each subsystem 2.7. Telematics applications for freight and passengers 2.7.1. Technical compatibility 2.7.2. Reliability and availability	4.2.21. Networking and communication 4.2.21.1. General architecture	Clause 4 Clause 5 Clause 6 Clause 7 Annex A	The solution specified in this standard can be part of the general Information Exchange Architecture

WARNING 1 — Presumption of conformity stays valid only as long as a reference to this European standard is maintained in the list published in the Official Journal of the European Union. Users of this standard should consult frequently the latest list published in the Official Journal of the European Union.

WARNING 2 — Other Union legislation may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

CONTENTS

European foreword	2
Annex ZA (normative) Normative references to international publications with their corresponding European publications	3
Annex ZZ (informative) Relationship between this European standard and the essential requirements of EU Directive 2016/797/EU [2016 OJ L138] aimed to be covered	5
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
2 Normative references	14
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	15
3.1 Terms and definitions	15
3.2 Symbols and abbreviated terms	22
3.3 State diagram conventions	24
4 Board to Ground Communication system architecture.....	24
4.1 General.....	24
4.2 Requirements.....	25
4.3 Mobile communication network architecture	26
4.3.1 General	26
4.3.2 On-board network interface	26
4.4 System breakdown structure	27
4.4.1 General	27
4.4.2 System breakdown structure at board-to-ground system level	28
4.4.3 System breakdown structure at MCG sub-system level	28
4.4.4 System breakdown structure at GCG sub-system level.....	28
4.5 Functional breakdown structure	29
4.6 Mobile Communication Gateway	30
4.6.1 Architecture	30
4.6.2 Mobile communication gateway	31
4.7 Mobile communication redundancy	33
4.7.1 General	33
4.7.2 Full performance redundancy	34
4.7.3 Reduced performance redundancy	34
4.8 Train composition changes	34
4.9 Security	35
4.9.1 Security zones	35
4.9.2 Security measures	37
4.9.3 Authentication authorization accounting model	39
4.9.4 Network and MCG classification	41
5 Communication framework.....	43
5.1 General.....	43
5.2 MCG broker service architecture	43
5.3 Addressing concept.....	44
5.3.1 Use cases.....	44
5.3.2 Consist and train Identification	45
5.3.3 T2G Network Borders.....	45
5.3.4 T2G basic minimum network	45

5.3.5	T2G addressing	46
5.3.6	HTTP-URI.....	48
5.4	Data classes for T2G communication.....	49
5.4.1	General	49
5.4.2	Communication channel establishment.....	49
5.4.3	Message data	50
5.4.4	Process data	50
5.4.5	Stream Data	51
5.4.6	Best effort data	51
5.5	Communication protocol.....	52
5.5.1	General	52
5.5.2	HTTP(S).....	52
5.5.3	MQTT (Option).....	54
5.6	Communication services	55
5.6.1	General	55
5.6.2	Message data communication service	55
5.6.3	File transfer communication service	59
6	Services and interfaces (MCG)	80
6.1	Overview	80
6.1.1	MCG system service architecture	80
6.1.2	MCG / GCG system service interfaces.....	82
6.1.3	MCG / GCG communication relationship.....	82
6.2	Service provisioning.....	83
6.3	MCG / GCG system service description	83
6.3.1	Communication Services.....	83
6.3.2	Train Location Service (Option).....	86
6.3.3	Train Information Service	92
6.3.4	MCG Network Selector Service	96
6.3.5	Train telemetry service (Option)	98
6.3.6	MCG Train Wake-up Service (Option).....	108
7	Services and interfaces (GCG)	109
7.1	GCG Overview.....	109
7.2	GCG Addressing	111
7.2.1	Wireless MCG Interface	111
7.2.2	Ground GCG Interface	111
7.3	GCG Implementation.....	112
7.3.1	General (informative)	112
7.3.2	GCG Availability	112
7.3.3	GCG Workload	112
7.3.4	GCG Security	112
7.4	GCG services	112
7.4.1	GCG services protocol	112
7.4.2	GCG Fleet Database.....	112
7.4.3	MCG-GCG services	113
7.4.4	File transfer communication service	113
7.4.5	Local Ground GCG Interface	113
7.4.6	Home GCG – Foreign GCG services	114
7.4.7	Public Ground GCG services.....	114

Annex A (normative) Message presentation.....	115
A.1 General.....	115
A.2 Transmission rules.....	115
A.3 Generic message	115
Annex B (normative) Telemetry data coding and ordering	116
B.1 General.....	116
B.2 MQTT payload coding	116
B.3 Variables grouping and ordering criterion.....	117
Bibliography	120
Figure 1 – Train on-board communication system (example).....	26
Figure 2 – Ground communication system (example).....	27
Figure 3 – Option 1: End device board to ground communication via MCG	30
Figure 4 – Option 2: End Device board to ground communication via dedicated interface	31
Figure 5 – MCG abstract model block diagram	32
Figure 6 – MCG configured as ALG	33
Figure 7 – Architectural example of redundant Board to Ground communication	33
Figure 8 – Security zones (simplified).....	36
Figure 9 – Authentication, authorization and accounting model	40
Figure 10 – MCG connecting open and closed transmission systems	42
Figure 11 – MCG broker service architecture.....	44
Figure 12 – Minimum Train to Ground Network Setup	45
Figure 13 – A train consisting of four vehicles.....	46
Figure 14 – Communication stacks.....	53
Figure 15 – HTTP(S) MD communication pattern	53
Figure 16 – HTTP(S) request/event.....	54
Figure 17 – HTTP(S) response.....	54
Figure 18 – Message Data exchange (example)	56
Figure 19 – Message Data telegram structure.....	57
Figure 20 – File upload example	60
Figure 21 – Error case: No ComID 203 received	65
Figure 22 – Error case: no ComID 206 received, no file uploaded to the wayside	66
Figure 23 – Error Case: No ComID 206 received, file uploaded to the wayside	67
Figure 24 – Error Case: No ComID 207 received	68
Figure 25 – File download example	69
Figure 26 – Error case: no ComID 209 received	75
Figure 27 – Error case: no ComID 211 received	76
Figure 28 – Error case: no ComID 210 received	77
Figure 29 – Service architecture.....	81
Figure 30 – Service interfaces.....	82
Figure 31 – Procedure to establish the radio link from MCG.....	84
Figure 32 – Procedure to establish the radio link from GCG	84
Figure 33 – Procedure to update the ground DNS server	85

Figure 34 – Example architecture to provide the train location	87
Figure 35 – Example procedure to notify about current train location	88
Figure 36 – Example architecture to notify about train information	92
Figure 37 – Example procedure to notify about train information	93
Figure 38 – Illustration of network selector	97
Figure 39 – Architecture to provide telemetry data	98
Figure 40 – Procedure to notify about current train location	99
Figure 41 – Example Procedure to wake up the train	108
Figure 42 – Train to Ground interfaces	110
Figure B.1 – MQTT notification payload format	116
Figure B.2 – Example of ordering criteria	118
Figure B.3 – Example of values grouping	118
Table 1 – Board to ground requirements	25
Table 2 – Board-to-ground system breakdown	28
Table 3 – MCG sub-system breakdown	28
Table 4 – GCG sub-system breakdown	29
Table 5 – An example of the MCG function breakdown	29
Table 6 – An example of the GCG function breakdown	29
Table 7 – Device – status of implementation of the TIS	35
Table 8 – Composition – status of implementation of the TIS	35
Table 9 – Security measures	38
Table 10 – MCG categories	41
Table 11 – Security requirements	42
Table 12 – TCN-URI global DNS zone	48
Table 13 – Recommended service parameters for message data	50
Table 14 – Recommended service parameters for process data	51
Table 15 – Recommended service parameters for stream data	51
Table 16 – Recommended service parameters for best effort data	52
Table 17 – HTTP(S) parameters request/response pattern	54
Table 18 – General MD Header	57
Table 19 – General MD Body	58
Table 20 – MD Checksum	58
Table 21 – Message types	58
Table 22 – Message representation	59
Table 23 – File transfer terminology	59
Table 24 – ComID 202: MD header telegram values	61
Table 25 – ComID 202: MD body telegram values	61
Table 26 – ComID 202: MD body: mdPayload object	62
Table 27 – ComID 203: MD header telegram values	62
Table 28 – ComID 203: MD body telegram values	62
Table 29 – ComID 203: MD body: mdPayload object	63

Table 30 – ComID 206: MD header telegram values	63
Table 31 – ComID 206: MD body telegram values.....	63
Table 32 – ComID 206: MD body: mdPayload object.....	64
Table 33 – ComID 207: MD header telegram values	64
Table 34 – ComID 207: MD body telegram values.....	64
Table 35 – ComID 207: MD body: mdPayload object.....	65
Table 36 – ComID 208: MD header telegram values	70
Table 37 – ComID 208: MD Body telegram values	70
Table 38 – ComID 208: MD Body: mdPayload object	71
Table 39 – ComID 209: MD header telegram values	71
Table 40 – ComID 209: MD Body telegram values	72
Table 41 – ComID 209: MD Body: mdPayload object	72
Table 42 – ComID 210: MD header telegram values	72
Table 43 – ComID 210: MD Body telegram values	73
Table 44 – ComID 210: MD Body: mdPayload object	73
Table 45 – ComID 211: MD header telegram values	73
Table 46 – ComID 211: MD Body telegram values	73
Table 47 – ComID 211: MD Body: mdPayload object	74
Table 48 – Main parts of dITarget URI.....	78
Table 49 – Main parts of host element.....	78
Table 50 – Valid “device” label values	79
Table 51 – Valid “vehicle” label values	79
Table 52 – Valid “consist” label values	79
Table 53 – Valid “closed train” label values	80
Table 54 – Valid “train” label values	80
Table 55 – Exemplary dITarget values.....	80
Table 56 – ComID 240: Capability message	85
Table 57 – ComID 240: MD event body telegram values	86
Table 58 – ComID 240: MD event body: mdPayload object	86
Table 59 – ComID 230: MD request header telegram values	89
Table 60 – ComID 230: MD request body telegram values	89
Table 61 – ComID 230: MD request body: mdPayload object	89
Table 62 – ComID 230: MD reply header telegram values.....	90
Table 63 – ComID 230: MD reply body telegram values	90
Table 64 – ComID 230/232: MD reply/notification body: mdPayload object.....	90
Table 65 – Example of latitude/longitude with proposed fixed point notation.....	91
Table 66 – ComID 232: MD header telegram values	91
Table 67 – ComID 232: MD Body telegram values	91
Table 68 – ComID 234: MD request header telegram values.....	94
Table 69 – ComID 234: MD request body telegram values	94
Table 70 – ComID 234: MD request body: mdPayload object	94
Table 71 – ComID 234: MD reply header telegram values.....	94

Table 72 – ComID 234: MD reply body telegram values	95
Table 73 – ComID 234: MD reply body: mdPayload object	95
Table 74 – ComID 236: MD header telegram values	96
Table 75 – ComID 236: MD Body telegram values	96
Table 76 – ComID 240: MD request header telegram values	100
Table 77 – ComID 240: MD request Body telegram values	100
Table 78 – ComID 240: MD reply header telegram values	101
Table 79 – ComID 240: MD reply body telegram values	101
Table 80 – ComID 240: MD reply body: mdPayload object	101
Table 81 – ComID 242: MD request header telegram values	102
Table 82 – ComID 242: MD request Body telegram values	102
Table 83 – ComID 242: MD request body: mdPayload object	103
Table 84 – ComID 242: MD reply header telegram values	103
Table 85 – ComID 242: MD reply body telegram values	104
Table 86 – ComID 242: MD reply body: mdPayload object	104
Table 87 – ComID 243: MD request header telegram values	105
Table 88 – ComID 243: MD request Body telegram values	105
Table 89 – ComID 243: MD request body: mdPayload object	105
Table 90 – ComID 244: MD request header telegram values	106
Table 91 – ComID 244: MD request Body telegram values	106
Table 92 – ComID 244: MD request body: mdPayload object	106
Table 93 – ComID 244: MD reply header telegram values	106
Table 94 – ComID 244: MD reply body telegram values	106
Table 95 – ComID 244: MD reply body: mdPayload object	107
Table 96 – ComID 245: MD request header telegram values	107
Table 97 – ComID 245: MD request Body telegram values	107
Table 98 – ComID 245: MD request body: mdPayload object	107
Table 99 – ComID 238: twsWakeUp MD event header	108
Table 100 – ComID 238: twsWakeUp MD event body	109
Table 101 – ComID 238: twsWakeUp MD event body: mdPayload object	109
Table B.1 – Example of values decoding	119

INTRODUCTION

Considering that the TCN series includes IEC 61375-2-3: *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 2-3: TCN communication profile*, references to this document are given when the case applies.

This document follows the ISO-OSI model.

This document does not cover the specification of the radio technologies and protocols relevant to the wireless communication between train and ground.

In the preparation of this document, the following main use cases, which the train to ground communication applies to, were considered:

- a) Commissioning application
 - 1) Operational Application.
 - 2) Mission data application.
 - 3) Driver Assistance Application.
 - 4) Energy Meter Application.
- b) Maintenance application
 - 1) Configuration data application.
 - 2) Monitoring train status (e.g. telemetry).
 - 3) Diagnostic data application.
 - 4) Event Recorder Application.
- c) Multimedia application
 - 1) Passenger information application.
 - 2) Passenger entertainment application.
 - 3) Electronic ticketing application.
 - 4) CCTV and video-surveillance.

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 2-6: On-board to ground communication

1 Scope

This part of IEC 61375 establishes the specification for the communication between the on-board subsystems and the ground subsystems.

The communication system, interfaces and protocols are specified as a mobile communication function, using any available wireless technology.

This document provides requirements in order to:

- a) select the wireless network on the basis of QoS parameters requested by the application;
- b) allow TCMS and/or OMTS applications, installed on-board and communicating on the on-board communication network, to have a remote access to applications running on ground installations;
- c) allow applications running on ground installations to have a remote access to the TCMS and/or OMTS applications installed on-board.

This document specifies further requirements which allow the applications running on-board and the applications running on ground to connect each other applying the virtual/functional addressing mechanism specified by IEC 61375-2-3 and exchanging application data sets produced or consumed by the on-board functions implemented in the devices attached to the TCN network.

Furthermore, this document covers the security requirements in order to grant the access only to authenticated and authorised applications and to allow encryption of exchanged data.

The communication of safety related data between on-board applications and ground applications are out of the scope of this International Standard as well as Internet connectivity service for passengers.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61375-1:2012, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 1: General architecture*

IEC 61375-2-3:2015, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 2-3: TCN communication profile*

IEC 61375-3-4, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)*

IEC 62280, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related communication in transmission systems*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC 62443-3-3, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 3-3: System security requirements and security levels*

IEC 62580-1, *Electronic railway equipment – On-board multimedia and telematic subsystems for railways – Part 1: General architecture*

ISO/IEC 20922:2016, *Information technology – Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) v3.1.1*

IEEE 802.3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access*

IEEE 802.11:2016, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*

IEEE 802.1X:2010, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Port-Based Network Access Control*

RFC 2136, *Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)*

RFC 2616, *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*

RFC 2818, *HTTP Over TLS*

RFC 3986, *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*

RFC 4627, *The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)*

RFC 7159, *The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format*

3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

Authentication Authorization Accounting

access control, policy enforcement and auditing framework for computing systems

3.1.2

Authentication Authorization Accounting service

security architecture for distributed systems, which enables control over which users are allowed access to which services, and how much of the resources they have used

3.1.3

Application Layer

upper layer in the OSI model, interfacing directly to the Application

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-03]

3.1.4

application process

element within a real open system which performs the information processing for a particular application

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-05]

3.1.5

Bit Error Rate

rate of bit errors in a data stream, mainly caused by noise (random bit errors), but also caused by memory defects in data storing devices (systematic bit errors)

3.1.6

bridge

device which stores and forwards frames from one bus to another on the base of their Link Layer addresses

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-09]

3.1.7

broadcast

nearly simultaneous transmission of the same information to several destinations

Note 1 to entry: Broadcast in the TCN is not considered reliable, i.e. some destinations can receive the information and others not.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-10]

3.1.8

bus

functional unit for the transfer of data between several participants, these being functional units for data processing, via a common transmission path, wherein participants are not involved in the transfer of data between other participants

Note 1 to entry: The logic and functional definition of a bus applies independently of the topological configuration and physical implementation of the bus. A bus may have a line or a ring configuration.

Note 2 to entry: In some cases, transmission rights are distributed by another participant, for example by a bus arbitrator.

[SOURCE: IEC 60050-351:2013, 351-56-10]

3.1.9

closed train

train composed of one or a set of consists, where the composition does not change during normal operation

EXAMPLE: Metro, suburban train, or high speed train unit.

Note 1 to entry: Consists are coupled in a workshop to establish a closed train for operation.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-17]

3.1.10

communication device

device connected to the consist network or train backbone with the ability to transport, source or sink data

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-18]

3.1.11

communication channel

logical connection over a multiplexed medium such as a radio channel, or conceptual state in which a MCG has announced its presence to the GCG in a way that allows this latter to interact with the MCG

3.1.12

radio link

wireless link, that connects a device with a network, allowing the former to reach other devices through that network

3.1.13

composition

number and characteristics of the consists forming a train

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-19]

3.1.14

network configuration

definition of the topology of a network, the devices connected to it, their capabilities and the traffic they produce; by extension, the operation of loading the devices with the configuration information before going to regular operation

3.1.15

Consist

single vehicle or a group of vehicles which are not separated during normal operation

Note 1 to entry: A consist can contain no, one or several consist networks.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-20]

3.1.16

Consist Network

bus connecting equipment within a consist, e.g. the MVB, and which conforms or adapts to the TCN real-time protocols

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-21]

3.1.17

end device

unit connected to one Consist Network or to one set of Consist Networks prepared for redundancy reasons

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-33]

3.1.18

framework

set of services and protocols to support board-to-ground communication

3.1.19

function

application process which exchanges messages with another application process

3.1.20

gateway, <in a train communication network>

connection between different busses at the application layer requiring application-dependent data analysis and protocol conversion

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-44]

3.1.21

group address

address of a multicast group to which a device belongs

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-45]

3.1.22

host

any addressable unit connected to the network: End Devices, Network Devices, etc.

3.1.23

inauguration

operation executed in case of composition change, which gives all Nodes of the Train Backbone their Train Backbone address, their orientation and information about all named Nodes on the same backbone

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-48]

3.1.24

integrity

state in which information is complete and not altered

[SOURCE: IEC 60050-821:2017, 821-11-26]

3.1.25

train journey

scheduled railroad journey

3.1.26

journey train

composition travelling on a scheduled train journey

3.1.27

Local Area Network

part of a network characterized by a common medium access and address space

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-60]

3.1.28

Medium Access Control

sublayer of the Link Layer, which controls the access to the medium (arbitration, mastership transfer, polling)

3.1.29

medium

physical carrier of the signal

Note 1 to entry: Electrical wires, optical fibers, etc.

3.1.30

message, <in transmission systems>

information which is transmitted in one or several packets from a sender to one or more receivers

[SOURCE: IEC 60050-821:2017, 821-11-29]

3.1.31

multicast

transmission of the same message to a group of receivers, identified by their Group Address

Note 1 to entry: The term "multicast" is used even if the group includes all receivers.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-66]

3.1.32

network

set of possibly different communication systems which interchange information in a commonly agreed way

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-68]

3.1.33

network address

address which identifies a communication device on network layer

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-69]

3.1.34

network device

components used to set up Consist Networks and Train Networks

Note 1 to entry: These components can be passive like cables or connectors, active unmanaged like repeaters, media converters or (unmanaged) switches, or managed active like gateways, routers and (managed) switches.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-70]

3.1.35

network layer

layer in the OSI model responsible for routing between different busses

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-72]

3.1.36

network management

operations necessary to remotely configure, monitor, diagnose and maintain the network

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-73]

3.1.37

node, <in a train communication network>

device on the train backbone, which can act as a gateway between the train backbone and the consist network

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-74]

3.1.38

octet

byte

group of eight binary digits, or eight signal elements representing binary digits, operated on as an entity

[SOURCE: IEC 60050-704:1993, 704-16-21]

3.1.39

open train

train composed of one or a set of consists, where the configuration can change during operation

EXAMPLE: Locomotive-hauled international UIC (International Union of Railways, the international railways operators association) trains.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-79]

3.1.40

railway undertaking

enterprise or organization which is operating trains

3.1.41

packet

sequence of digital data representing a message or part of a message together with service digits including an address, organized to suit the transmission process and transmitted as a whole

[SOURCE: IEC 60050-721:1991, 721-09-02]

3.1.42

router

functional unit that establishes a path through one or more computer networks and forwards packets

Note 1 to entry: In OSI conforming computer networks, a router operates at the network layer.

[SOURCE: IEC 60050-732:2010, 732-01-18]

3.1.43

safety related

carries responsibility for safety

Note 1 to entry: A function, component, product, system or procedure is called safety-related if at least one of its properties is used in the safety argument for the system in which it is applied. These properties may be of functional or non-functional nature. The requirements attributed to the function may be systematic or random integrity requirements.

[SOURCE: IEC 60050-821:2017, 821-01-73, modified: note modified]

3.1.44

service <in a train communication network>

capabilities and features of a subsystem (e.g. a communication layer) provided to a user

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-93]

3.1.45

service <in railways>

service performs transportation of freight or passengers

3.1.46

job

sequences of transactions

Note 1 to entry: The correctness of the job can be established by determining the correctness of each transaction it performs and the correctness of interactions between transactions.

3.1.47

transaction

sequences of interactions between system components

3.1.48

switch <in a train communication network>

MAC bridge as defined in IEEE 802.1D

Note 1 to entry: MAC means "Medium Access Control", a sublayer within the Link Layer ruling which device is entitled to send on the bus.

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-101]

3.1.49

topology

possible cable interconnection and number of devices in a given network

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-106]

3.1.50

Train

composition of one or a set of consists, which can be operated as an autonomous unit, e.g. containing drives and at least one driver's cab

Note 1 to entry: Trains can be categorized into open trains (see 3.1.39), closed trains (see 3.1.9).

3.1.51

Train Communication Network

data communication network for connecting programmable electronic equipment on-board rail vehicles

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-108]

3.1.52

Train Backbone

bus connecting the consists of a train, in particular the wire train bus, and which conforms to the TCN protocols

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-107]

3.1.53

Transport Layer

layer of the OSI model responsible for end-to-end flow control and error recovery

[SOURCE: IEC 60050-811:2017, 811-37-113]

3.1.54

vertical handover

refers to a network node changing the type of connectivity it uses to access a supporting infrastructure, usually to support node mobility

3.2 Symbols and abbreviated terms

AAA	Authentication Authorization Accounting
ALG	Application Layer Gateway
ARP	Address Resolution Protocol
ASCII	American Standard Code For Information Interchange
BER	Bit Error Rate
CCTV	Closed Circuit Television
ComID	Communication Identifier
CRC	Cyclic Redundancy Check, a data integrity check based on polynomial division
DDNS	Dynamic Domain Name Server
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIN	Deutsches Institut für Normung, the German national standardization body
DNS	Domain Name Server
DoS	Denial of Service
ECM	Entity in Charge of Maintenance
ECN	Ethernet Consist Network
ED	End Device
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
ERA	European Railways Agency, in 2017 became European Union Agency for Railways which replaces and succeeds the European Railway Agency (ERA)
EMS	Energy Metering System
ETB	Ethernet Train Backbone
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EVN	European Vehicle Number
FBS	Function Breakdown Structure
FCS	Frame Check Sequence
FQDN	Fully Qualified Domain Name
FTP	File Transfer Protocol
G2T	Ground to Train
GCG	Ground Communication Gateway
GNSS	Global Navigation Satellite System
GSM	Global System for Mobile Communications
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
GPRS	General Packet Radio Service

HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSPA	High Speed Packet Access
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure
ICMP	Internet Control Message Protocol
ID	Identifier
IDS	Intrusion Detection System
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
JSON	Java Script Object Notation
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medium Access Control, a sub-layer within the Link Layer ruling which device is entitled to send on the bus
MAR	Mobile Access Router
MCG	Mobile Communication Gateway
MD	Message Data
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
MVB	Multifunction Vehicle Bus
N/A	Not Applicable
NSS	Network Selection Service
OMTS	On-board Multimedia and Telematic Services
OSI	Open System Interconnection [SOURCE: IEC 60050-716:1995, 716-01-20]
OTIF	Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail
PAM	Pluggable Authentication Module
PCG	Partner Communication Gateway
PNAT	Port Network Address Translation
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comments, Internet Standard published by the Internet Task Force (IETF)
RTP	Real-Time Transport Protocol
RTCP	RealTime Control Protocol
RU	Railway Undertaking
SBS	System Breakdown Structure
SCP	Secure Copy
SDT	Safe Data Transmission
SFTP	SSH File Transfer Protocol
SSH	Secure Shell
T2G	Train to Ground
TBN	Train Backbone Node, generic name of a node connect to the train backbone independently of technology used.
TCMS	Train Control and Monitoring System
TCN	Train Communication Network, a set of communicating vehicle and Train Backbones
TCP	Transmission Control Protocol

TIS	Train Information Service
TLOS	Train Location Service
TLS	Transport Layer Security
TRDP	Train Real Time Data Protocol
TTDB	Train Topology DataBase
TWS	Train Wake-up Service
TTS	Train Telemetry Service
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UIC	International Union of Railways, the international railways operators association
UID	Unique IDentifier
URI	Uniform Resource Identifier
UML	Unified Modelling Language
VPN	Virtual Private Network
XML	eXtensible Markup Language
WiFi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
WTB	Wire Train Bus

3.3 State diagram conventions

State diagrams are defined following the notation of UML state machines.

4 Board to Ground Communication system architecture

4.1 General

This document addresses the train to ground communication of the related data which is produced and/or consumer by users. Examples of such users include:

- a) Railway undertaking.
- b) Infrastructure Manager.
- c) Fleet Control Centre Operator.
- d) Traffic Manager.
- e) ECM (Entity in Charge of Maintenance).
- f) Fleet owner.
- g) Train manufacturer.
- h) Train subsystem supplier.
- i) Authorised Third Parties (e.g. multimedia contents providers, energy data user)

for the transferring of the related data.

NOTE Some of the users listed above can be part of the same organization.

4.2 Requirements

The requirements for Board to Ground communication are set out in Table 1.

To aid understanding of these requirements, an example of Board and Ground architecture is illustrated in Figure 1 and in Figure 2.

Table 1 – Board to ground requirements

Requirement number	Requirement	Additional information
1	The interoperable board-to-ground communication system shall fulfil the user needs related to non-safety related applications	Safety related communication is not in the scope of this document.
2	The communication system shall include a communication part on-board (MCG) and a part on ground (GCG)	MCG = Mobile Communication Gateway GCG = Ground Communication Gateway
3	The board-to-ground communication system shall use any available wireless IP link (bearer)	The wireless IP link connects the MCG and the GCG. The switching and selection of wireless links to be used is application dependent. A private radio link can also be used, e.g. GSM-R
4	The MCG shall be connected to internet directly or connected to internet via a GCG	Only Authorised Users can reach the train using an Internet connection
5	It shall be possible to have multiple MCGs in the same consist	Multiple MCGs can be used either for redundancy management or for load balancing.
6	In order to provide redundancy of the board to ground communication function, the system shall allow the use of a MCG located in another consist of the same train.	
7	It shall be possible to have multiple GCGs on ground serving the same train. The default GCG shall be unique, as requested by the registration process. It is allowed to have a unique GCG for each fleet.	
8	The MCG shall be able to act as an application gateway or as a router. The router can be part of the MCG. The IP addresses on-board shall be consistent with the IP addresses on ground in case that MCG is a router.	
9	Train composition changes resulting from consist coupling and uncoupling shall be managed.	
10	A consist shall be identified by a unique symbolic name	e.g. EVN + n where n is the identification of the MCG within the consist. EVN may be OTIF at international level
11	A consist shall announce itself to the GCG. The DDNS shall match the consist symbolic name to the IP address (see Requirement 6)	
12	An application can request a job. A job can be started both by on-board applications and by ground applications	
13	A job can result in a number of transactions	

Requirement number	Requirement	Additional information
14	A transaction shall be initiated either by the MCG or by the GCG. A transaction shall be initiated either by on-board applications or by ground applications.	
15	There shall be different connectivity modes: 1: communication strictly limited between the MCG and only one GCG 2: communication where the MCG can connect to more than one GCG	In mode1 the MCG and GCG have a private link with private IP addresses. Any ground application needs to reach the MCG only through its specific GCG In mode 2 the MCG has a public dynamic IP address which can be used by multiple GCG
16	End devices on ground are reachable by unique symbolic name/IP and are addressable by a unique symbolic name /IP address.	
17	MCGs on trains shall be reachable from ground by the unique symbolic name/IP and are addressable by a unique symbolic name/IP address. This address can be statically defined or dynamically assigned, e.g. by a DHCP server at ground	See also Requirement 10
18	The ground network infrastructure takes care of the mobility of the MCG IP address	
19	The ground network infrastructure takes care about the security measures necessary on ground to protect against cyber-attacks.	
20	The ground network infrastructure provides a DNS server for resolving TCN-URI addresses to IP addresses.	
21	The MCG shall not accept the request to establish a communication channel from the GCG	Communication at application level can be initiated either by on-board applications or by ground applications

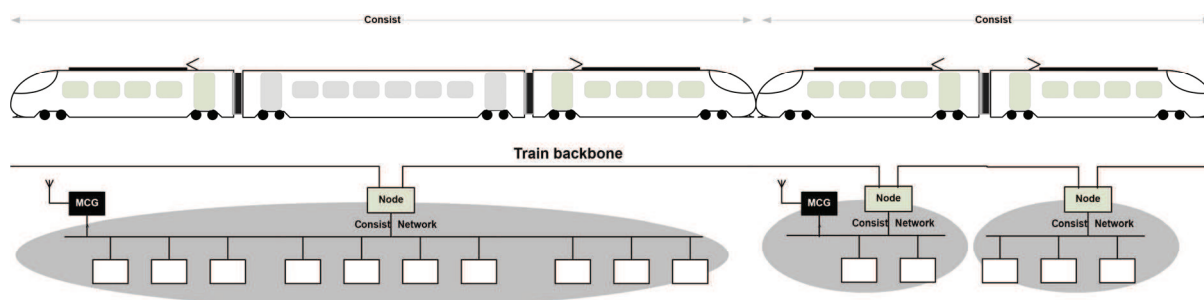
4.3 Mobile communication network architecture

4.3.1 General

The overall communication infrastructure can be separated into the train on-board communication network and the off-board (ground) communication system.

The train on-board communication network is defined in IEC 61375-1 as a hierarchical structure with a train backbone for the communication along the train and subordinated consist networks for inner-consist communication (see Figure 1).

4.3.2 On-board network interface

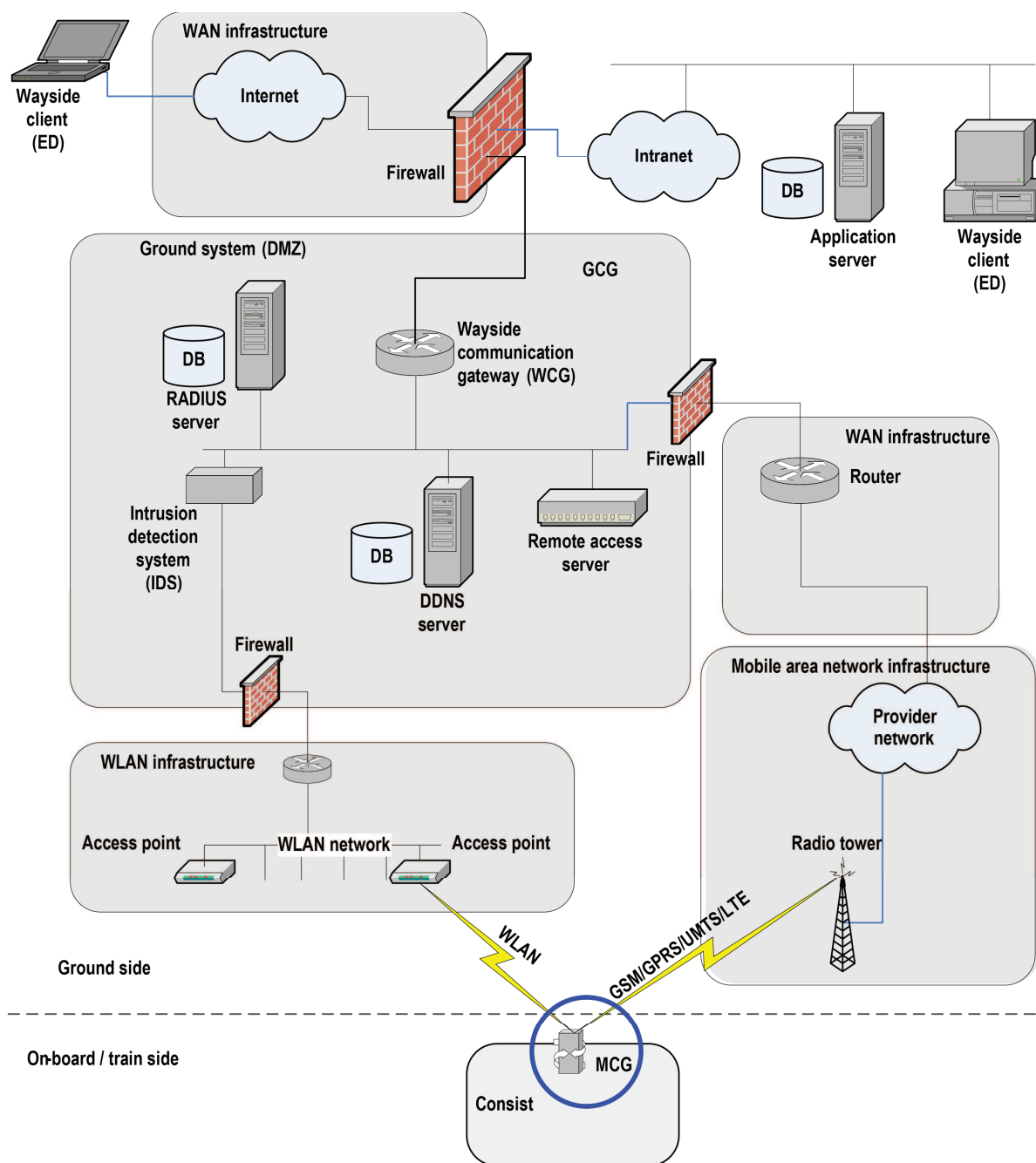


IEC

Figure 1 – Train on-board communication system (example)

The MCG connects the on-board communication network to the ground communication system, the Figure 2 illustrates an example of the architecture.

For the specification of the on-board to ground communication, the architecture of the ground communication system is irrelevant as long as the requirements of 4.2 are fulfilled.



IEC

Figure 2 – Ground communication system (example)

4.4 System breakdown structure

4.4.1 General

According to the essential requirements specified by Table 1, the System Breakdown Structure and the Functional Breakdown Structure are specified by the following subclauses.