

Anlage 2 Zielstellung

Die neue High-Level-IT-Architektur des ÖPNV in Südtirol



Bozen, März 2020



STA - Südtiroler Transportstrukturen AG • Gerbergasse 60 • I-39100 Bozen
STA - Strutture Trasporto Alto Adige SpA • Via dei Conciapelli 60 • I-39100 Bolzano
Tel. +39 0471 312 888 • info@sta.bz.it • sta@pec.bz.it • www.sta.bz.it

Ges.Kapital - capitale soc.: Euro 14.860.000 • MwSt.-Nr. - p. IVA: 00586190217
Handelsregister Bozen - registro delle imprese Bolzano: BZ 87527 • Einpersonengesellschaft - Società unipersonale
Unterliegt der Leitung und Koordination gemäß Art. 2497 und folgende des Z.G.B. durch die Autonome Provinz Bozen - Südtirol
Società soggetta a direzione e coordinamento ai sensi dell'Art. 2497 del C.C. da parte della Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

File: I:\03 BINGO\IC Projekt\C22 Vergabe Ticketing\Unterlagen\Anlagen\200330 Anlage 2 High-Level-Architektur.docx



Inhaltsverzeichnis

1.	Glossar und Definitionen	5
1.1	Akteure des öffentlichen Nahverkehrs	5
1.2	Liniennetz	6
1.3	Verkehrsdienste	7
2.	Einleitung	8
2.1	Das Projekt BINGO	8
2.2	Ziel des Dokuments	8
2.3	Struktur des Dokuments	8
3.	Grobarchitektur IT-System im ÖPNV	9
3.1	Funktionale Architektur	10
3.2	Schnittstellen-Architektur	14
3.3	Fahrzeugarchitektur	19
4.	ZUSATZ 1: Einführung in die Europäischen Standards im ÖPNV	21
4.1	Richtlinie 2010/40/EU und Regelung 2017/1926	21
4.2	Der europäische Normenausschuss CEN TC278 WG3	22
4.2.1	Eine europäische Norm für das Datenmodell: Transmodel	23
4.2.2	NeTEx: das europäische Protokoll für den Austausch der Soll-Daten	24
4.2.3	SIRI: das europäische Protokoll für den Austausch der Echtzeitdaten	26
4.2.4	EN13149 und die Initiative ITxPT: hin zu einer Standardisierung der Fahrzeugarchitekturen	27
4.2.5	Hin zu interoperablen und grenzüberschreitenden Reiseplanungs-Diensten: der Standard Open Journey Planning (OJP)	28
4.3	Ein Blick auf die in Italien vorhandenen nationalen Standards und deutschsprachigen Ländern	29
4.3.1	Das piemonteser Protokoll BIPex – ein möglicher nationaler Standard im italienischem Kontext?	30
4.3.2	Referenzstandards im deutschsprachigen Ländern: die VDV Schriften	31
4.4	Ein Blick auf andere weit verbreitete "De-facto" -Standards	34
4.4.1	GTFS und GTFS-RT	34
	Bibliographie	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Funktionale Sicht der System-Architektur	10
Abbildung 2 System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und dem Datenaustausch.....	14
Abbildung 3 Fahrzeugarchitektur für Neufahrzeuge (Übergangszeit).	19
Abbildung 4 Struktur der Arbeitsgruppe WG3 des technischen Komitees TC278 des europäischen Normungsausschusses CEN (Quelle: 5T).	23
Abbildung 5 Unterteilung des abstrakten Datenmodells Transmodel im Bezug zu den Standards des Datenaustausches (Quelle: Transmodel).	24
Abbildung 6 Die Rolle der Organisation ITxPT im Prozess der Standardisierung der Onboard- Architektur	28
Abbildung 7 grafische Darstellung des Interaktionsprozesses zwischen nationalen und europäischen Spezifikationen.....	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionale Beschreibung der Komponenten der Architektur.	13
Tabelle 2: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur.	18
Tabelle 3: Funktionsbeschreibung der an Bord befindlichen Fahrzeugkomponenten.	20
Tabelle 4: Verzeichnis der im NeTEx-Standart definierten "Frames".	26
Tabelle 5: Liste der definierten Dienste in der Spezifikationen OJP.	29
Tabelle 6: Vergleich zwischen IBIS-IP und ITxPT-Dienste.	34

1. Glossar und Definitionen

Die technischen Begriffe, die in diesem Dokument und in den anderen Anhängen zum technologischen System (Anhang A.3.2, Anhang 4 und Anhang 5) verwendet werden, folgen den Definitionen, die in den wichtigsten europäischen Referenzstandards eingeführt wurden. Als Hauptnorm gilt insbesondere der Standard Transmodel [1], der das Referenzdatenmodell für den öffentlichen Verkehr definiert. Für jeden Begriff gibt es die entsprechende Übersetzung in Deutsch und Englisch. Die deutschen Begriffe stammen aus dem befindlichen Standard VDV-462 [2], der das europäische NeTEx-Protokoll in seinen Teilen 1-2 [3]- [4] auf deutschem Gebiet umsetzt. Weitere Informationen über internationale Normen für den Datenaustausch im öffentlichen Verkehr stehen in Zusatz 1 zur Verfügung.

1.1 Akteure des öffentlichen Nahverkehrs

Fahrgäste (*auf English: passengers; auf Italienisch: passengers*): repräsentieren die zufriedengestellte Nachfrage des Transportes.

Öffentliche Verwaltung (*auf English: public authorities; auf Italienisch: autorità pubbliche*): öffentliche Akteure, welche in verschiedenen Formen organisiert sein können (öffentliche Verwaltungen, In-House-Gesellschaften etc.) sind für die gesamte Organisation und Verwaltung des öffentlichen Verkehrssystems verantwortlich. In der Provinz Bozen sind die Kompetenzen zwischen den Behörden im Sinne des Landesgesetzes Nr. 15 vom 23.11.2015 verteilt. Die Autonome Provinz Bozen wird auch als **Auftraggeber** bezeichnet.

Verkehrsbetreib / Verkehrsunternehmen (*auf English: public transport operator; auf Italienisch: operatore di trasporto pubblico*): Verantwortlicher für die Erbringung eines ÖPNV-Dienstes gemäß einem mit einer öffentlichen Verwaltung abgeschlossenen Vertrages.

Systemlieferanten (*auf English: system suppliers; auf Italienisch: fornitori di sistema*): Akteure, die Hardware-Geräte, Software-Plattformen und/oder Anwendungen bereitstellen, um den Betrieb von ÖPNV-Diensten zu erleichtern.

1.2 Liniennetz

Liniennetz (auf English: *network*; auf Italienisch: *rete*): eine benannte Gruppierung von Linien, unter denen ein Transportnetzwerk bekannt ist.

Linie (auf English: *line*; auf Italienisch: *linea*): eine Gruppe von Linienfahrwegen, welche durch einen ähnlichen Namen oder ähnliche Nummer öffentlich bekannt ist.

Linienfahrweg (auf English: *route*; auf Italienisch: *percorso*) ist eine geordnete Liste von lokalisierten Punkten, die einen einzelnen Pfad durch das Straßen- (oder Schienen-) Netzwerk definieren. Eine Route kann denselben Punkt mehrmals passieren.

Teilstrecke (auf English: *link*; auf Italienisch: *arco/collegamento*): ein orientiertes räumliches Objekt der 1. Dimension das eine Verbindung zwischen zwei Punkten beschreibt.

Haltepunkt (auf English: *scheduled stop point*; auf Italienisch: *punto di fermata*): ein Punkt, an dem Passagiere an Fahrzeug ein- oder aussteigen können.

Haltestelle (auf English: *stop place*; auf Italienisch: *fermata*): ein Ort, der einen oder mehrere Plätze umfaßt, an denen Fahrzeuge anhalten können und wo Fahrgäste in Fahrzeuge ein- oder aussteigen. Eine Haltestelle hat normalerweise einen oder mehrere bekannte Namen.

Haltestellenbereich (auf English: *stop place component*; auf Italienisch: *area di fermata*): ist ein Teil der Haltestelle, der eingeführt wurde, um die verschiedenen Elemente einer Haltestelle zu modellieren und die Modellierung von Fußgängerverbindungen innerhalb einer Haltestelle zu ermöglichen. Es gibt verschiedene Haltestellen-Komponenten:

- **Steig** (auf English: *quay*; auf Italienisch: *banchina*): ein Ort wie eine Plattform, wo Fahrgäste Zugang zu ÖPNV-Verkehrsmitteln haben. Ein Steig kann mit mehreren geplanten Haltepunkten verbunden sein.
- **Eingang** (auf English: *entrance*; auf Italienisch: *entrata*): ein physischer Eingang oder Ausgang zu / von einer Haltestelle. Es kann eine Tür, eine Barriere, ein Tor oder ein anderer erkennbarer Zugangspunkt sein.
- **Eingangshalle** (auf English: *access space*; auf Italienisch: *spazio di accesso*): ein Passagierbereich innerhalb einer Haltestelle, wie etwa eine Bahnhofshalle oder eine Buchungshalle oder ein Sicherheitsbereich, der für Fahrgäste zugänglich ist, jedoch ohne direkten Zugang zu Fahrzeugen.
- **Parkplatz** (auf English: *parking*; auf Italienisch: *zona di parcheggio*): ausgewiesene Orte zum Verlassen von Fahrzeugen wie Autos, Motorräder und Fahrräder.

Tarifzone (auf English: *tariff zone*; auf Italienisch: *zona tariffaria*): eine Zone, die zum Definieren einer Tarif-Bereichsstruktur in einem Bereichszähl- oder Matrixsystem verwendet wird.

Abfahrts- / Ankunftsort (auf English: *sites*; auf Italienisch: *luogo di partenza / destinazione*): ein namhafter Ort, auf den sich die Passagiere beziehen können, um den Start oder das Ziel einer Reise anzugeben.

1.3 Verkehrsdienste

Fahrzeit-Referenzpunkt (*auf English: timing point; auf Italienisch: punto di riferimento per i tempi di passaggio*): ein Haltepunkt mit zugehörigen Laufzeiten für den öffentlichen Verkehr.

Fahrzeitart (*auf English: journey pattern; auf Italienisch: tipo di percorrenza*): mit Fahrzeitarten werden den Linienfahrwegen unterschiedliche Fahrzeiten und Haltezeiten zugeordnet, die die geplante Fahrzeit durch Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs beschreibt. Damit ist eine Berücksichtigung der im Tagesverlauf wechselnden Verkehrsverhältnisse möglich.

Fahrt (*auf English: journey; auf Italienisch: corsa*): ist die geplante Bewegung eines öffentlichen Transportfahrzeugs an einem Tages-Typ auf einem bestimmten Linienfahrweg.

Geplante Fahrzeit (*auf English: timetabled passing time; auf Italienisch: orario previsto di passaggio*): langfristige geplante Zeitdaten für öffentliche Verkehrsmittel, die einen bestimmten Haltepunkt einer bestimmten Fahrt für einen bestimmten Tages-Typ passieren.

Anschluss (*auf English: interchange; auf Italienisch: coincidenza*): ist die geplante Möglichkeit zur Beförderung von Fahrgästen zwischen zwei Fahrten an denselben oder an verschiedenen geplanten Haltepunkten.

Fahrplan (*auf English: timetable frame; auf Italienisch: orario programmato*): eine organisierte Menge von Fahrten, denen dieselben Gültigkeitsbedingungen zugewiesen wurden.

Fahrtumlauf (*auf English: block; auf Italienisch: piano di circolazione*): es ist die Arbeit eines Fahrzeugs von der Zeit, die es einen Parkplatz nach dem Parken bis zu seiner nächsten Rückkehr zum Parken an einem Parkplatz verläßt.

Tages-Typ (*auf English: day type; auf Italienisch: tipologia di giornata*): ist ein typischer Tag, der durch eine oder mehrere Eigenschaften gekennzeichnet ist, die bestimmen, wie der ÖPNV-Dienst ausgeführt wird. Beispiele: Wochentag oder Feiertag.

Gültigkeitsbedingungen (*auf English: validity conditions; auf Italienisch: condizioni di validità*): Reihe von Bedingungen, die eine bestimmte Version des geplanten Dienstes charakterisieren, definiert durch einen Parameter (z.B. ein Triggerereignis) und die Dauer der Anwendung.

2. Einleitung

2.1 Das Projekt BINGO

Die in diesem technischen Anhang enthaltenen Spezifikationen wurden im Rahmen des Projekts "Bingo" (Broad INformation Goes Online) definiert, das vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert wird. Das Projekt wird von der Südtiroler Transportstrukturen AG (STA) in enger Zusammenarbeit mit der Mobilitätsabteilung der Autonomen Provinz Bozen durchgeführt und hat sich zum Ziel gesetzt, eine neue IT-Architektur für die Verwaltung des ÖPNV zu konzipieren und umzusetzen.

2.2 Ziel des Dokuments

Ziel dieses Anhangs ist es, einerseits die High-Level IT-Architektur für den Südtiroler ÖPNV darzustellen. Sie umfasst auch die technischen und strategischen Entwicklungen der Architektur, die in den kommenden Jahren erwartet werden, sowohl im Hinblick auf neu einzuführende Systemkomponenten als auch im Hinblick auf die Einführung von Standard-Datenaustauschprotokollen. In diesem Sinne ist die Fassung dieses Anhangs als eine erste Fassung zu verstehen, die laufend aktualisiert und ergänzt wird.

2.3 Struktur des Dokuments

Dieser technische Anhang ist wie folgt organisiert: Kapitel 3 gibt einen ersten Überblick über die neue IT-Architektur für Südtirols ÖPNV. Das Dokument wird durch einen Zusatz vervollständigt, welcher eine grobe Übersicht aller Standard-Protokolle wiedergibt, die zum Datenaustausch in der vorgeschlagenen Architektur verwendet werden.

3. Grobarchitektur IT-System im ÖPNV

In diesem Kapitel wird die neue Grobarchitektur des IT-Systems in ÖPNV erläutert, auf welche Art und Weise die ÖPNV-Dienste in Südtirol aus informationstechnischer Sicht verwaltet werden sollen.

Diese Einführung gliedert sich in verschiedene "Ansichten", die die Architektur in verschiedenen Ebenen darstellen:

- **"funktionale" Ansicht**, welche die Architektur aus der Sicht der Daten-Typologie darstellt, welche zwischen den verschiedenen System-Akteuren und den von ihnen kontrollierten Komponenten ausgetauscht werden;
- **"Protokoll"-Ansicht**, verdeutlicht, welche Protokolle bei Funktionstüchtigkeit beim automatischen Daten-Austausch zwischen den verschiedenen Komponenten benützt werden.

Bei der "Protokoll"-Ansicht liegt eine zusätzliche Ansicht bei, welche die **zusätzlichen Protokolle** darstellt, die in der **ersten Phase der Implementierung** verwendet werden können. Diese Wahl wurde im Wesentlichen aus zwei Gründen getroffen:

- Dies ermöglicht die für die Implementierung der Systemarchitektur erforderliche Zeit zu minimieren, indem Produkte und Lösungen genutzt werden, die auf dem Markt weit verbreitet sind;
- Es wird darauf gewartet, daß die vorgeschlagenen Standards eine gewisse Reife erlangen, sowohl bis sie als *Release* von Seiten des Europäischen Normungsausschusses CEN freigegeben werden, als auch in Hinblick auf eine Marktdurchdringung auf nationaler und europäischer Ebene bis Komponenten und Dienste verfügbar sind.

Abschließend wird diese Einführung durch eine spezifische Sicht auf die **Fahrzeugarchitektur** ergänzt, die eine erste grobe Präsentation darüber bietet, wie die On-Board-Komponenten miteinander verbunden sind und interagieren müssen, um den erwarteten Betrieb zu gewährleisten. Auch in diesem Fall folgt die vorgeschlagene Architektur den modernsten Standards, entsprechend den Besonderheiten des integrierten Tarifsystems Südtirols.

Alle Ansichten zeichnen sich auch durch eine klare Aufgabenverteilung der verschiedenen Systemakteure aus, so daß die den Betreibern übertragenen Aufgaben sofort klar und nachvollziehbar sind.

3.1 Funktionale Architektur

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt die funktionale Sicht der vollständigen System-Architektur, die nach Komponenten aufgeteilt in Tabelle 1 detailliert beschrieben ist. Die Komponenten des Betreibers öffentlicher Verkehrsdienste sind blau markiert, während die von der STA im Auftrag der Abteilung Mobilität der Autonomen Provinz Bozen kontrollierten Komponenten gelb dargestellt sind. Die orangenen Komponenten beziehen sich auf das neue Ticketing/ITCS-System.

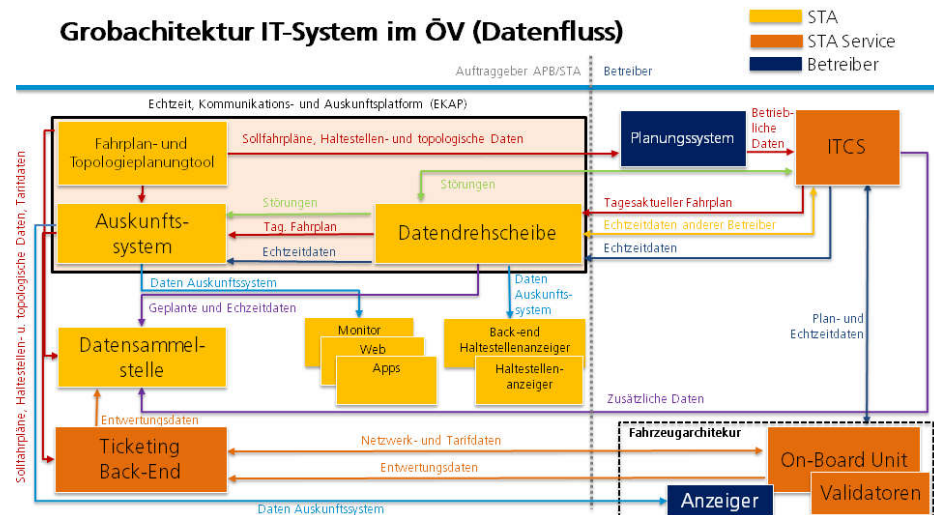


Abbildung 1 Funktionale Sicht der System-Architektur

Komponente	Beschreibung
Echtzeit, Kommunikations- und Auskunftsplattform (EKAP)	Es handelt sich um eine Makrokomponente, die die Aufgabe hat, den Auftraggeber bei der Planung des Dienstes und der Bereitstellung von Fahrgastinformationen zu unterstützen. Es besteht aus dem Fahrplan- und Topologieplanungstool, der Datendrehscheibe und dem Auskunftssystem.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle Plandaten des öffentlichen Nahverkehrs zu verwalten (insbesondere die Netzwerktopologie mit der Erstellung von Haltestellen und Teilstrecken und die Details des geplanten Dienstes mit Informationen über geplante Fahrten). Zurzeit wird diese Aufgabe durch eine Instanz des Tools DIVA der deutschen Firma Mentz ¹ gelöst. Der Datensatz, der mit diesem Tool verwaltet wird, ist als „Master“ für die gesamte Systemarchitektur zu verstehen: er ist als einzige Referenz für alle Systeme zu verstehen, insbesondere für die Systeme, die vom Betreiber verwaltet werden, mit denen ihre betrieblichen Planungsaktivitäten durchgeführt werden.
Betriebliches Planungssystem	Dank dieses Tools ist der Betreiber in der Lage, die ihm zugewiesenen Verkehrsleistungen betrieblich zu planen (Planung von Fahrzeugumläufen und Fahrerdisposition) und (ii)

¹ Weitere Informationen zum Tool finden Sie auf folgender Webseite <https://www.mentz.net/en/vehicle-and-duty-scheduling/diva/>

Komponente	Beschreibung
	in Echtzeit durch eine permanente Konnektivität die im Dienst befindlichen Fahrzeuge zu überwachen.
ITCS	Dank dieses Tools ist der Betreiber in der Lage, die ihm zugewiesenen Verkehrsleistungen durch eine kontinuierliche Konnektivität zum Fuhrpark in Echtzeit zu verwalten.
Datendrehscheibe	Die neue IT-Architektur für den öffentlichen Personennahverkehr in Südtirol beinhaltet eine neue Systemkomponente, die im Wesentlichen zwei unterschiedliche Aufgaben hat: (i) die Echtzeitdaten aller ÖPNV-Betreiber (auch von Eisenbahnen) über die derzeit angebotenen Dienste erfassen; (ii) diese Daten, entsprechend verarbeitet, an alle Akteure im System (einschließlich der Betreiber selbst) zu verteilen, um ausreichend Informationen für den Fahrgast bereitzustellen und eine Effizienzsteigerung des Dienstes zu erreichen, indem Anschlüsse verschiedener Fahrten verwaltet werden können. In diesem Zusammenhang haben die Betreiber im Wesentlichen drei Aufgaben: (i) Bereitstellung des Tagesfahrplans, der eine Aktualisierung durch das Planungstool für Fahrpläne und Netzwerktopologie erstellten und verwalteten Referenzfahrplanes darstellt, angereichert mit einigen Daten wie z.B. die Zuordnung einer Fahrzeugidentifikation zu einer bestimmten Fahrt; (ii) Bereitstellung von Echtzeitdaten der Position ihrer Fahrzeuge; (iii) Echtzeitdaten anderer Betreiber der im System erbrachten Dienste zu empfangen, um Anschlüsse verwalten zu können und die Fahrgäste an Bord ihrer Fahrzeuge zu informieren.
Auskunftssystem	Diese Komponente ist das Hauptsystem zum Einspeisen der verschiedenen Informationskanäle, mit denen die Fahrgäste des öffentlichen Nahverkehrs über die bereitgestellten Dienste und ihren aktuellen Status informiert werden können. Im Allgemeinen ist diese Komponente der einzige Punkt für die Informationsverteilung, mit der sich Anwendungen von Drittanbietern verbinden können (einschließlich derjenigen, die vom Auftragnehmer verwaltet werden), um diese den Fahrgästen mitzuteilen: Die einzige Ausnahme stellt das System der dynamischen Haltestellenanzeigen dar, welches durch Ad-hoc-Datenprotokolle aus der Datendrehscheibe versorgt wird. Neben der vereinfachten Bereitstellung dieser Informationen durch offene Lizenzen, welche noch definiert werden, bietet diese Komponente zusätzliche Funktionen, die die Planungsaufgaben einer Fahrt vereinfachen, wie z.B. die Funktion <i>routing / journey planning</i> für die Darstellung der Reiseoptionen, um zu jeder Tageszeit von einem Punkt zu einem anderen in Südtirol zu kommen. Eine weitere Funktionalität, die von dieser Komponente verwaltet wird, ist die Berechnung des Tarifes für eine bestimmte Strecke. Im Moment wird diese Aufgabe mit Hilfe des EFA-Tools

Komponente	Beschreibung
	(Elektronische Fahrplanauskunft) der Firma Mentz ² durchgeführt, welches auch mit einem ICS-Modul (<i>Incident Capturing System</i>) für das Management von Betriebsstörungen ausgestattet ist. Die Übermittlung dieser Störungsmeldungen an das System des Auftraggebers liegt in der Verantwortung des Auftragnehmers. In einer zukünftigen Entwicklung wird erwartet, dass es dank dieses Systems möglich sein wird, Informationen direkt an Bord der Fahrzeuge zu übermitteln; in einer Zwischenphase wird dies durch das ITCS geschehen.
Monitore, Web, Apps	Diese Komponenten zeigen einige der möglichen digitalen Kanäle, über die Benutzer die geplanten und die Echtzeitinformationen des öffentlichen Nahverkehrssystems einsehen können. In Zukunft werden neben den "offiziellen" Informationskanälen, die von STA im Auftrag der Autonomen Provinz Bozen verwaltet werden, auch Anwendungen von Drittanbietern nebeneinander existieren. Auf diese Weise wird es möglich sein, die verschiedenen Zielgruppen auf äußerst effektive Weise zu erreichen und die Sichtbarkeit dieser Informationen und im Allgemeinen des gesamten vorgeschlagenen öffentlichen Verkehrsangebots zu verstärken.
Backend und Haltestellenanzeiger	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle digitalen Informationen an den Haltestellen zu verwalten. Es besteht aus den Anzeigern an den Haltestellen und einem Backend-System, von dem sie in vereinfachter Form die anzuzeigenden Informationen erhalten. Insbesondere hat das Back-End-System die Aufgabe, die von der Datendrehscheibe empfangenen Daten in Echtzeit zu verarbeiten, um sie für die Anzeige an den Haltestellen aufzubereiten. Diese Komponenten werden vollständig von STA im Auftrag der Autonomen Provinz Bozen verwaltet; der Auftragnehmer ist nicht an der Verwaltung beteiligt.
On-Board-Unit (Bordrechner)	Diese Komponente befindet sich an Bord aller öffentlichen Verkehrsmittel des Betreibers und hat im Wesentlichen zwei Aufgaben: (i) die einwandfreie Funktion aller Komponenten an Bord des Fahrzeugs zu garantieren; (ii) in Echtzeit alle Daten, welche für die Datenaufbereitung notwendig sind, an das Ticketing- und ITCS-Backend zu übermitteln.
Ticketing-Backend	Diese Komponente hat die Aufgabe, alle Funktionen des heute in Südtirol gebräuchlichen Tariffsystems zentral zu verwalten. In der hier gezeigten Architekturansicht werden zwei wichtige Merkmale hervorgehoben: (i) die Sammlung der Entwertungen beim Ticketing-Bordrechner, die für die Berechnung des Fahrpreises für jede Fahrt eines jeden Fahrgastes erforderlich sind und die Erfassung der Nachfrage nach Fahrkarten; (ii) die Bereitstellung der errechneten Tarifdaten an die

² Weitere Informationen zum Tool finden Sie auf folgender Webseite
<https://www.mentz.net/verkehrs Auskunft/efa/>

Komponente	Beschreibung
	Datensammelstelle, damit sie für vielfältige Zwecke verwendet werden können. Der Abgleich von Angebot und Nachfrage des Systems zu ermöglichen und um das Verbesserungspotential des geplanten Angebots zu ermitteln.
Datensammelstelle	Die neue IT-Architektur für den öffentlichen Personennahverkehr in Südtirol sieht die Einführung einer neuen Systemkomponente vor, die eine entscheidende Aufgabe haben wird: die Historisierung aller relevanten Daten des öffentlichen Verkehrssystems, damit sie im ex-post für aufwändige Analysen genutzt werden können. Die wichtigste davon betrifft die Überwachung der vom Betreiber erbrachten Verkehrsleistungen auf der Grundlage der im Dienstleistungsvertrag festgelegten quantitativen Indikatoren. Diese Datensammelstelle wird von zahlreichen Systemkomponenten gespeist: dem Planungstool der Fahrpläne und der Netzwerktopologie, die die geplanten Referenzdaten zur Verfügung stellen; von der Datendrehscheibe und dem Auskunftssystem, um eine Historie der tatsächlich durchgeführten Dienste zu sammeln; und das Ticketing-Backend-System, um eine Übereinstimmung mit dem tatsächlich registrierten Nachfrage zu haben. Schließlich ist ein weiterer Datenfluß direkt vom ITCS-System vorgesehen, um anschließend zusätzliche für diese Zwecke nützliche Datensätze, wie die Erfassung der Fahrzeugumläufe oder zusätzliche Fahrzeugdaten, wie z.B. die Anzahl der an den Fahrzeugen anwesenden Fahrgäste zur Verfügung zu haben.

Tabelle 1: Funktionale Beschreibung der Komponenten der Architektur.

3.2 Schnittstellen-Architektur

Auf der Ebene der Datenschnittstellen basiert die Architektur auf einem massiven Einsatz modernster europäischer Standards auf dem neuesten Stand der Technik, die in Zukunft voraussichtlich in immer umfassenderer und umfangreicherer Weise eingeführt werden. Weitere Einzelheiten finden Sie im letzten Zusatz in diesem Anhang. Abbildung 2 zeigt die Systemarchitektur in Bezug auf Datenaustauschprotokolle.

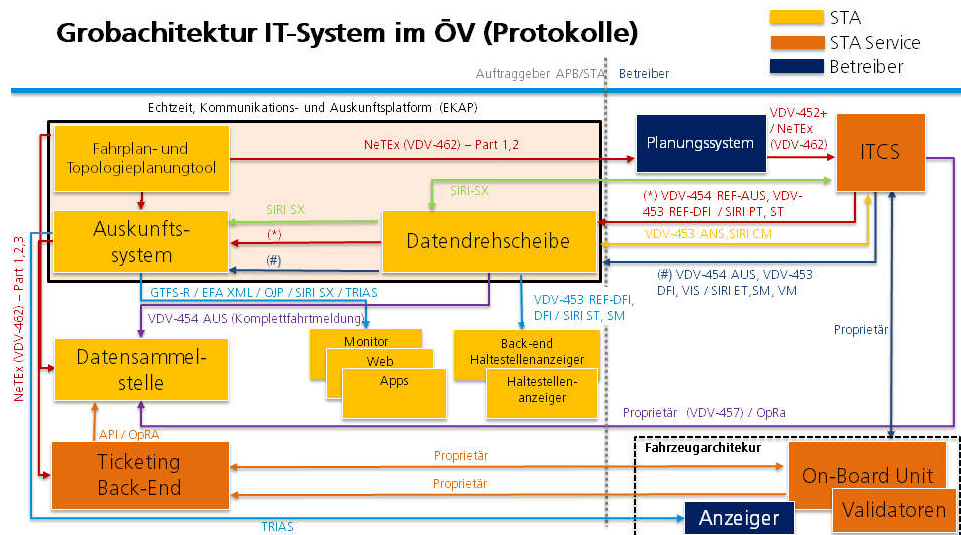


Abbildung 2 System-Architektur mit Sicht auf die Protokolle und dem Datenaustausch

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Betriebliches Planungssystem	Die topologischen Daten des öffentlichen Verkehrsnetzes und die Fahrpläne der geplanten Dienste werden über den Standards NeTEx Part 1-2, genauer gesagt über das deutsche Profil des Standards (VDV-462) in seiner Version "ITCS-L3" zur Verfügung gestellt. Der Datensatz enthält insbesondere die Detaildaten der Haltestellen (einschließlich der Haltestellenbereiche und -punkte), der Teilstrecken, der Linienfahrwege, der Linien, der Fahrzeiten der Linienfahrwege, der Kalenderdaten, der Fahrten und der Anschlüsse. Die Informationen sind, wo es der Standard vorsieht, in mehreren Sprachen verfügbar: Italienisch, Deutsch und Ladinisch. Die Übertragung, zunächst auf Basis von Exportdateien und später ggf. auch über Web-Services, ist mit einem ersten Export (neue Jahresfahrpläne) und periodischen Aktualisierungen strukturiert, die alle geplanten Änderungen dieses Referenzfahrplans umfassen.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Ticketing-Backend	Das Backend des Ticketingsystems wird nicht nur durch den topologischen Datensatz des öffentlichen Verkehrsnetzes und die Fahrpläne der Dienste über das Protokoll NeTEx Parts 1-2 (VDV-462) versorgt, sondern auch mit weiteren für die korrekte Übermittlung des Tarifsystems notwendigen Basisinformationen, wie zum Beispiel den Entfernungen zwischen zwei Tarifzonen. Diese zusätzlichen Daten werden über das Protokoll NeTEx Part 3 (<i>Fare Frame</i>) übertragen.
Fahrplan- und Topologie-Planungstool	Auskunftssystem	Das Informationssystem wird vom Fahrplan- und Topologie-Planungstool durch einen automatischen Prozess gespeist.
Betriebliches Planungssystem	ITCS	Die von einem betrieblichen Planungssystem aufbereiteten Daten werden zur Speisung des ITCS-System genutzt. Die für diesen Zweck verwendeten Datenaustauschprotokolle sind: VDV-452+ / VDV-462.
ITCS	Bordrechner	Das ITCS, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, überträgt die geplanten betrieblich angereicherten Daten an die auf seinen Fahrzeugen installierten Bordrechner.

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
		mit einem proprietären Protokoll. Wichtig ist die kontinuierliche Aktualisierung der Datenbank an Bord der Fahrzeuge mit mindestens der gleichen Häufigkeit, mit der die Plandaten durch das Fahrplan- und Topologie-Planungstool übertragen werden, um den ordnungsgemäßen Betrieb des Subsystem Ticketing zu gewährleisten und Inkonsistenzen in Bezug auf das Senden von Daten in Echtzeit zu vermeiden. Mit Blick auf die Zukunft wird die Möglichkeit geprüft, die Schnittstelle mit der Spezifikation S04 ITxPT kompatibel zu machen [5].
Bordrechner	Leitstelle Betreiber	Das ITCS, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, erhält von den auf seinen Fahrzeugen installierten Bordrechner die Echtzeitposition der Fahrzeuge mit einem proprietären Protokoll. Die Bordrechner müssen außerdem in Echtzeit oder am Ende einer Fahrt den zusätzlichen Datensatz übermitteln, der anschließend an die Datensammelstelle übermittelt wird, wie z. B. die Anzahl der Fahrgäste an Bord. Auch in diesem Fall wird die Möglichkeit geprüft, die Schnittstelle mit der Spezifikation S04 ITxPT kompatibel zu machen.
ITCS	Datendrehscheibe	Das ITCS, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, übermittelt der Datendrehscheibe (i) den geplanten Tagesfahrplan und (ii) in Echtzeit die Position der Fahrzeuge mitsamt der Verlauf im Vergleich zum geplanten Fahrplan mittels der Datenprotokolle VDV-453 und VDV-454 oder über über die Protokolle SIRI PT , SIRI ET und SIRI VM. Die SIRI-Protokolle erfüllen die Bedürfnisse der Provinz nach Mehrsprachigkeit vollständig und stellen die langfristige Lösung dar. Die Störungsinformationen werden mit dem Protokoll SIRI-SX übertragen.
Datendrehscheibe	Auskunftssystem	Die Datendrehscheibe leitet die vom ITCS empfangenen und aggregierten Informationen an das Auskunftssystem. In der Regel werden die dieselben Protokolle wie beim ITCS verwendet.

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
Datendrehscheibe	Backend und Haltestellenanzeiger	Die Datendrehscheibe versorgt das Backend der Haltestellenanzeiger, indem es die von den Leitstellen der Betreiber übertragenen Datensätze, entsprechend konvertiert, über die Protokolle SIRI ST und SM (VDV-453 DFI / REF-DFI) sendet. Konkret werden diese Protokolle verwendet, um geplante und aktuelle Abfahrten an den Haltestellen der einzelnen Fahrten zu senden. Das Backend bearbeitet diese Daten und sendet sie über eine proprietäre Schnittstelle an die Haltestellenanzeiger.
Auskunftssystem	Monitore, Web, Apps	Das Auskunftssystem stellt Dritten Plan- und Echtzeit-Informationen über die erbrachten Verkehrsleistungen zur Verfügung. Diese Informationen werden über mehrere Datenschnittstellen angezeigt, zunächst EFA-XML (proprietäres Protokoll der Firma Mentz) und GTFS. Künftig werden Standardschnittstellen wie OJP, TRIAS und SIRI SX (für Störungen) hinzugefügt. Insbesondere das TRIAS-Protokoll wird es ermöglichen, Fahrgastinformationen an Bord von Fahrzeugen direkt zu steuern. Widgets werden auch Dritten zur Verfügung gestellt, um die Integration in bestehende Webanwendungen zu erleichtern.
Datendrehscheibe	ITCS	Das ITCS, welches die Fahrzeugflotte in Echtzeit verwaltet, sendet nicht nur Daten in Echtzeit an die Datendrehscheibe. Das ITCS kann auch Daten von anderen Betreibern anfordern. Insbesondere ist die Verwaltung der Anschlüsse vorgesehen. In diesem Fall werden Anfragen nach garantierten Anschlüssen von anderen Betreibern über die Datendrehscheibe bereitgestellt. Der Betreiber kann die nachgeschaltete Verbindung in Absprache mit dem Fahrer des an der Anfrage beteiligten Fahrzeugs bestätigen oder nicht garantieren. Die Interaktionen zwischen der Datendrehscheibe und der Leitstelle des Betreibers erfolgen zunächst über die ANS-Protokolle VDV-453 und in Zukunft über die Protokolle SIRI CT und SIRI CM. Das ITCS empfängt darüber hinaus über das

Komponente A	Komponente B	Beschreibung
		Protokoll SIRS-SX die Störungsmeldungen die an die Fahrzeuge gesendet werden.
Datendrehscheibe	Datensammelstelle	Die Datendrehscheibe liefert der Datensammelstelle den kompletten Datensatz für die geplanten und durchgeführten Tagesfahrten nach der Norm VDV-454 ("Komplettfahrtmeldung").
Fahrplan-und Topologie-Planungstool	Datensammelstelle	Das Fahrplan-und Topologie-Planungstool überträgt die vollständigen Plandaten inklusive der Tarifdaten an die Datensammelstelle. Die Übertragung erfolgt mit dem Protokoll NeTEx Parts 1-2 (VDV-462) für die Topologie und Jahresfahrpläne und NeTEx Part 3 (<i>Fare Frame</i>) für die Daten des Tarifsystems. Dieser Datensatz wird hauptsächlich zu Vergleichszwecken mit den erfassten Daten der Datendrehscheibe und des Backends des Tarifsystems verwendet.
Bordrechner	Ticketing-Backend	Die an Bord der Fahrzeuge aufgezeichneten Entwertungen werden gesammelt und vom Bordrechner bei Abschluss jeder Fahrt an das Backend übermittelt.
Ticketing-Backend	Datensammelstelle	Das Backend des Ticketingsystems sendet regelmäßig anonymisierte Daten des Ticketing-System an die Datensammelstelle. Diese Daten werden über eine proprietäre API übertragen. Zukünftig wird diese Übertragung mit dem Standard OpRa realisiert.
ITCS	Datensammelstelle	Dieser Datenfluss verwaltet die periodische Übertragung von zusätzlichen Datensätzen die für die nachträgliche Charakterisierung und Bewertung der Verkehrsdienste nützlich sind, auch um die Einhaltung der Qualitätsindikatoren zu überprüfen. Dieser Datenfluss wird im laufenden Betrieb über das OpRa-Protokoll realisiert; in einer Übergangsphase werden ad-hoc-Protokolle bzw. existierende Protokolle wie VDV-457 (Fahrgastzählsysteme) verwendet.

Tabelle 2: Beschreibung der verwendeten Schnittstellen in der System-Architektur.

3.3 Fahrzeugarchitektur

Die Ansicht der Fahrzeugarchitektur wird **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**3 dargestellt.

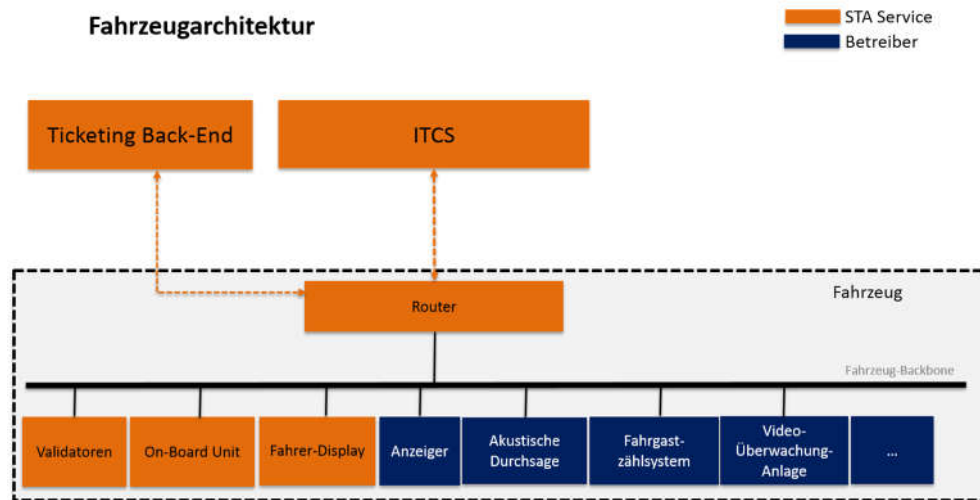


Abbildung 3 Fahrzeugarchitektur für Neufahrzeuge (Übergangszeit).

Alle neuen Busse, die in Betrieb genommen werden sollen, müssen mit dieser Architektur voll kompatibel sein, mit Ausnahme von Fahrzeugen der Klasse A mit maximal 9 Sitzen, für die eine "light"-Variante mit einer wesentlich reduzierten Grundausstattung der Fahrzeugausrüstung des Betreibers und der Verwendung kompakterer Komponenten mit minimaler Funktionalität eingesetzt wird. Die Anwendung dieser Architektur auf die Bestandsfahrzeuge unterscheidet sich insofern wenig, als dass in einigen Fällen die Anbindung an die Bordsysteme des Fahrers (z.B. Displays) über integrierte Schnittstellengeräte erfolgen muss. Das Hauptmerkmal ist die Wahl eines IP-Netzwerks an Bord, entsprechend den ITxPT-Spezifikationen und Richtlinien IBIS-IP [8]- [9]- [10]. Tabelle 3 fasst die erwarteten Funktionalitäten der einzelnen Komponenten zusammen.

Komponente	Beschreibung
On-board Router	Der On-Board-Router hat die Aufgabe, die gesamte Datenkommunikation landseitig zu steuern.
Fahrer-Display	Das Fahrer-Display ist als Mensch-Maschine-Schnittstelle gedacht, die es dem Fahrer ermöglicht, mit dem Bord-Rechner zu interagieren.
Bordrechner	Der Bordrechner ist die zentrale Einheit der Fahrzeugarchitektur, die für den Informationsaustausch mit (i) über den Onboard-Router mit den Hintergrundsystemen an Land; (ii) den anderen über das Fahrzeug-IP-Netzwerk verbundenen Systemkomponenten. Es kann physikalisch in das Fahrerdisplay integriert werden. Der Bordrechner steuert auch die Ticketing-Funktionen und verwaltet, wo vorgesehen, die Ausgabe von Fahrscheinen.
Entwerter	Die Entwerter werden vom Bordrechner gesteuert werden und haben die Aufgabe, die verschiedenen im

Komponente	Beschreibung
	Tarifsystem Südtirols vorgesehenen Fahrkarten zu validieren.
Seiten- und Frontanzeige	Die Seiten- und Frontanzeiger dienen dazu, die vom Fahrzeug bediente Linie für einen außerhalb des Fahrzeuges befindlichen Person, sichtbar zu machen.
Innenanzeiger	Die Innenanzeiger haben die Funktion, den Fahrgästen relevante Reiseinformationen (z.B. Informationen zur Fahrt, Vorhandensein von Anschlüssen) und andere digitale Informationsinhalte für Informations- und Werbezwecke zu präsentieren.
Akustische Anlage	Im Fahrzeug befindet sich auch ein Sprachansagesystem, das den Fahrgästen relevante Reiseinformationen (z.B. nächste Haltestelle) im Audiomodus zur Verfügung stellt.
Fahrgastzählsystem	An Bord sind auch Fahrgastzählsysteme zur Zählung der Fahrgäste an Bord vorgesehen.
Videoüberwachungssystem	An Bord kann optional ein Videoüberwachungssystem bereitgestellt werden, das im Offline-Modus betrieben werden kann oder eine Kommunikation mit einem Backend-System über den On-board-Router ermöglicht.

Tabelle 3: Funktionsbeschreibung der an Bord befindlichen Fahrzeugkomponenten.

4. ZUSATZ 1: Einführung in die Europäischen Standards im ÖPNV

Die Entscheidung, europäische Standards für den Austausch von Daten im öffentlichen Verkehr zu verwenden, erfolgte aus verschiedenen Gründen. Erstens decken diese Standards vollständig und umfassend alle verschiedenen Betriebsszenarien ab, bei denen ein Datenaustausch zwischen zwei verschiedenen Akteuren im System erforderlich ist. Diese Standards werden von hochspezialisierten technischen Komitees kontinuierlich weiterentwickelt und durch Normen und technische Spezifikationen vollständig und detailliert dokumentiert. Die Verwendung dieser Standards in Europa in einer zunehmenden Verbreitung und dies garantiert einerseits eine Community von Benutzern, mit denen ein kontinuierlicher Austausch möglich ist, um zu verstehen, wie man die Standards im Kontext der spezifischen Anwendungen am besten verwenden kann und andererseits eine wachsende Präsenz auf dem Markt von technologischen Lösungen, die mit diesen Standards kompatibel sind und die vollständige Interoperabilität zwischen den verschiedenen verwendeten Systemen gewährleisten.

4.1 Richtlinie 2010/40/EU und Regelung 2017/1926

Ein starker Impuls für die Anwendung dieser europäischen Standards wurde von der Europäischen Union durch die Richtlinie 2010/40/EU [9] und vor allem durch die neueste Regelung 2017/1926 [12]. Mit dieser Regelung wird den Mitgliedsstaaten die Einrichtung von „nationalen Zugangspunkten“ aufgezwungen, durch die die Daten der Transportbehörden, Infrastrukturbetreibern oder Transportdienstleistern Dritten zur Verfügung gestellt werden, um den Austausch und die Wiederverwendung solcher Daten für die Erbringung von Informationsdienstleistungen der globalen Mobilität zu erleichtern. Diese Verordnung deckt alle Formen der Mobilität ab, einschließlich des öffentlichen Verkehrs.

Die Soll-Daten sind für die Information und Planung während der Vorbereitungsphase der Reise unerlässlich und werden daher von allen Mitgliedstaaten benötigt. Die Umsetzung muss einem vorab festgelegten Zeitplan folgen, der die vollständige Abdeckung des globalen TEN-T-Netzes bis 2021 und andere Teile des Verkehrsnetzes der Union bis 2023 gewährleistet, wobei den Daten und Diensten des Verkehrsnetzes zunächst Priorität einzuräumen ist und bis zu den Details über Tarife und Zahlungsmethoden dieser Dienstleistungen gehen muß.

Was hingegen die Ist-Daten betrifft, die es den Endbenutzern ermöglicht, fundierte Entscheidungen zu treffen und Zeit zu sparen, gelten aufgrund des technologischen Aufwands, der für diesen Zweck erforderlich sein kann, als "optional".

Um die Interoperabilität nationaler Zugangspunkte zu erleichtern, verlangt die Kommission die Verwendung von Standardformaten und -protokollen. Insbesondere muss der Austausch von Plan-Daten über den Linienverkehr (öffentlicher Verkehr, Fernbusse, Seeverkehr einschließlich Fähren) über den CEN / TS-NeTEx-Standard 16614 [3] - [4] - [13], erfolgen, während der Austausch der dynamischen Daten des öffentlichen Verkehrs mit dem Standard CEN / TS SIRI 15531 [14] - [15] - [16] - [17] - [18] durchgeführt werden müssen. Die Informationsdienste zur multimodalen Mobilität müssen für den Bereich der dezentralen Planung auf der Grundlage der europäischen technischen Spezifikation *«Intelligent Transport Systems — Public Transport — Open API for distributed journey planning 00278420»* entwickelt werden, um eine transparente Verbindung zwischen den

bereits existierenden Informationssystemen in den verschiedenen Gebieten der Europäischen Union zu ermöglichen.

Jeder Mitgliedstaat hat das Recht, den nationalen Zugangspunkt so gleichrangig wie möglich zu gestalten, wobei auch die Ausgangssituation zu berücksichtigen ist. Viele Mitgliedstaaten, einschließlich Italien, gehen in die Richtung, einen einzigen zentralen Punkt zu schaffen, der auf Daten der verschiedenen lokalen / regionalen Behörden basiert. Um eine sofortige Kompatibilität mit den von der Europäischen Kommission angegebenen Standards zu fördern, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Datenerhebung von Anfang an durch die in den oben genannten NeTeX und SIRI erwähnten Protokolle erfolgt und somit auf die einzelnen Verkehrsbehörden delegiert wird, die, mit ihrer beschränkten Verantwortlichkeit die Aufgabe haben, ihre Daten nach diesen Formaten zur Verfügung zu stellen.

Die Entscheidung, in der neuen Architektur für den öffentlichen Personennahverkehr in Südtirol die modernsten europäischen Standards zu verwenden, ist daher nicht nur von Innovationschancen geprägt, sondern erfüllt auch klar und genau die Anliegen nationaler und europäischer Behörden. Darüber hinaus sollte nicht vergessen werden, dass Südtirol ein Grenzgebiet ist: Dank der Verwendung europäischer Standards wird der Dialog mit benachbarten Gebieten erleichtert und die Schaffung von zunehmend wirksamen grenzübergreifenden Informationsdiensten gefördert.

Es wird eine kurze und grobe Einführung zu den verschiedenen europäischen und nationalen Standards, die in der neuen lokalen Systemarchitektur berücksichtigt werden. Weitere Informationen finden Sie in der umfangreichen Bibliografie im entsprechenden Abschnitt.

4.2 Der europäische Normenausschuss CEN TC278 WG3

Die Standards für Telematikanwendungen im öffentlichen Verkehr werden von der Arbeitsgruppe ("*Working Group*") WG3 des technischen Komitees ("*Technical Committee*") TC278 des Europäischen Normungsausschusses CEN ("*Comité européen de normalisation*") entwickelt. Dieser Ausschuss deckt die verschiedenen Arbeitsgruppen ab, in denen alle Anträge im Bereich des Straßenverkehrs organisiert sind. Die WG3 ist wiederum in 10 Unterarbeitsgruppen strukturiert, wie in Abbildung 4 dargestellt. Jede Unterarbeitsgruppe befasst sich mit bestimmten Bereichen des öffentlichen Nahverkehrs. Die relevantesten Aktivitäten für die Architektur, die für den öffentlichen Verkehr in Südtirol definiert wurde, sind nachfolgend hervorgehoben.

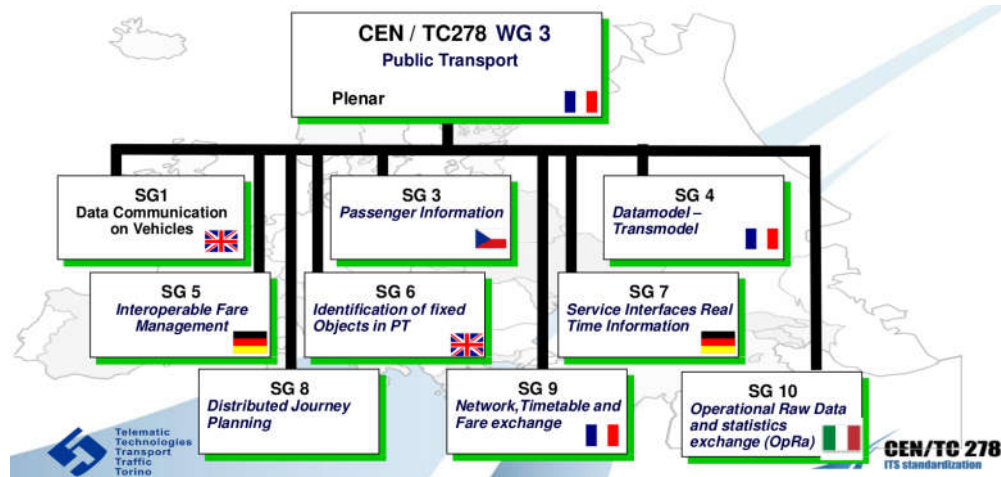


Abbildung 4 Struktur der Arbeitsgruppe WG3 des technischen Komitees TC278 des europäischen Normungsausschusses CEN (Quelle: 5T).

4.2.1 Eine europäische Norm für das Datenmodell: Transmodel

Als Grundlage aller Standards des Datenaustausches wurde ein abstraktes Datenmodell entwickelt, das die verschiedenen Bereiche des öffentlichen Verkehrs vollständig beschreibt. Dieses Modell ist vollständig in der europäischen Norm ("European Norm") EN12896 beschrieben. Die erste Version dieses Standards (versione 5.1) reicht ins Jahr 2006 zurück (EN12896:2006) und hat die Definition der ersten Standards des Datenaustausches genehmigt. Dieser Prozess hat die Notwendigkeit einer Überprüfung von Transmodel aufgezeigt, freigegeben in Jahre 2016 in der Version 6 [19] - [20] - [21]. Die neue Norm ist in drei verschiedene Teile gegliedert:

- **Part 1 - Common Concepts:** Definition der Basis-Konzepte (z.B. Akteure des Systems).
- **Part 2 – Public Transport Network Topology:** Beschreibung der Netztopologie des öffentlichen Verkehrs.
- **Part 3 – Timing Information and Vehicle Scheduling:** Charakterisierung geplanter öffentlicher Verkehrsdienste.

Die Aktivitäten der Arbeitsgruppe sind noch am Laufen. Insbesondere ist vorgesehen, daß der technische Standard um fünf weitere Teile ergänzt wird, wie in Abbildung 5 dargestellt, um alle Phasen abzudecken, die für die Planung, Durchführung und Überwachung eines öffentlichen Verkehrsdienstes charakteristisch sind. Weitere Informationen zu Transmodel finden Sie auf der Webseite <http://www.transmodel-cen.eu/> und im Detail in der Norm EN12896:2016.

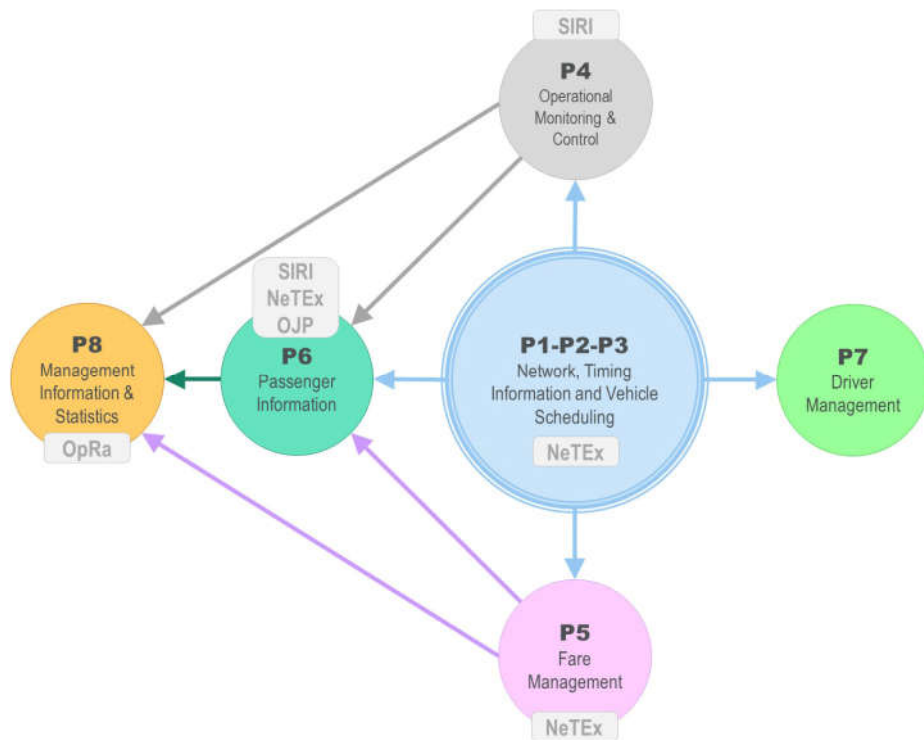


Abbildung 5 Unterteilung des abstrakten Datenmodells Transmodel im Bezug zu den Stadnards des Datenaustausches (Quelle: Transmodel).

4.2.2 NeTEx: das europäische Protokoll für den Austausch der Soll-Daten

Der NeTEx-Standard (*Network Timetable Exchange*) ist das europäische Referenzprotokoll für die gemeinsame Nutzung von Soll-Daten. Das Protokoll ist ausführlich in der technischen Spezifikation CEN / TS 16614 beschrieben, die 2014 fertiggestellt und in drei Teile gegliedert wurde:

- **Part 1** (CEN /TS 16614-1): umfasst das Teilen von Daten über die Netztopologie eines öffentlichen Verkehrssystems (z.B. Haltestellen, Teilstrecken usw.)
- **Part 2** (CEN /TS 16614-2): umfasst die gemeinsame Nutzung von Plan-Daten im Zusammenhang mit Linienverkehr (z.B. Fahrpläne, Linien usw.)
- **Part 3** (CEN /TS 16614-3): umfasst die gemeinsame Nutzung von Daten im Zusammenhang mit dem Tariffsystem.

Während die ersten beiden Teile der Norm auf der Grundlage verschiedener früherer nationaler Erfahrungen definiert wurden, ist der dritte Teil der Norm in diesem Bereich eine absolute Neuheit. Das Protokoll wurde speziell für den Austausch von Daten zwischen den von einem Verkehrsunternehmen genutzten Systemen und einem regionalen Back-End-System entwickelt, das die Aufgabe hat, alle Daten des öffentlichen Verkehrs auf territorialer Ebene zusammenzuführen (sei es Zug wie Bus). Der Standard definiert insbesondere ein XML-Schema (*eXtensible Markup Language*), das sofort von Softwareprogrammen verwendet werden kann. Die gemeinsame Nutzung von Daten kann sowohl als Export und anschließender Import von Daten in den verschiedenen Programmen als auch durch modernere *Web-Services* erfolgen.

In Wirklichkeit ist NeTEx ein eher allgemeiner Standard, und seine Verwendung muss entsprechend den spezifischen betrieblichen Erfordernissen einer bestimmten Implementierung konfiguriert werden. Insbesondere arbeitet jeder Mitgliedstaat an der

Definition eines nationalen "Profils" des NeTeX, um auf die oben genannten Erfordernisse zur Einrichtung eines nationalen Zugangspunkts zu reagieren. Unter diesem Gesichtspunkt sind die Mitgliedstaaten, die sich schneller in diese Richtung bewegen, Frankreich, Niederlande, Norwegen, Italien und Deutschland (nähere Einzelheiten zu den nationalen Entwicklungen in den beiden letztgenannten Staaten sind nachstehend aufgeführt).

Die Definition eines Profils basiert hauptsächlich auf der Wahl von "Frames", die für eine bestimmte Implementierung des Datenaustauschs enthalten sein sollen. Eine allgemeine Übersicht aller *Frames*, die von allen drei Teilen der Spezifikation bereitgestellt werden, ist in Tabelle 4 angegeben.

Die aktuelle Version des Standards ist die Version 1.08, freigegeben zu Beginn des Jahres 2018, und ist von einem freien Repository herunterladbar (<https://github.com/NeTeX-CEN/NeTeX>). Weitere Informationen zu NeTeX finden Sie unter <http://netex-cen.eu> und im Detail zur technischen Spezifikation CEN/TS 16614.

Part	Nome Frame	Beschreibung
Part 1	<i>Resource Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch generischer Daten wie die Kenndaten der Betreiber, die verschiedenen betrachteten Transportmittel, die Art der Dienst-Tage, die Kalender, die Kenndaten der Transportmittel und der Ausrüstung an Bord usw.
	<i>General Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch zusätzlicher generischer Daten, die für eine bestimmte Implementierung spezifisch sind (als eine beliebige Erweiterung des <i>Resource Frame</i> zu betrachten).
	<i>Composite Frame</i>	Es ist mit der Wahl verbunden, wie alle Daten anstatt in den verschiedenen einzelnen <i>Frames</i> in einem einzigen zusammengesetzten <i>Frame</i> übertragen werden.
	<i>Infrastructure Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch von Details zu den Elementen des Straßen- und Schienennetzes, wie z.B. Beschränkungen im Zusammenhang mit der Durchfahrt bestimmter Fahrzeuge an bestimmten Teilstrecken des Netzes.
	<i>Service Frame</i>	Es ist einer der wichtigsten und am häufigsten verwendeten <i>Frames</i> , da es die gemeinsame Nutzung aller Daten eines öffentlichen Verkehrsnetzes ermöglicht (Haltestellen, Teilstrecken, Linienfahrwege einschließlich des Zeitpunkts, zu dem sie befahren werden müssen).
	<i>Site Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch von Details wie etwa Zugangsbeschränkungen und Anweisungen für die Indoor-Navigation in Verbindung mit komplexen Haltestellen (z. B. Bahnhöfen) und anderen Interessens-Punkten wie Parkplätze von park & ride.
Part 2	<i>Timetable Frame</i>	Es ist ein weiteres „fundamentales“ <i>Frame</i> , welches den automatischen Austausch von Daten über die Organisation von Dienstleistungen (Fahrpläne, Verbindungen usw.) ermöglicht.

Part	Nome Frame	Beschreibung
Part 3	<i>Fare Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch von Details zu den gültigen Reisedokumenten und deren Eigenschaften (z.B. Restriktionen, Verkauf, Preise).
	<i>Sales Transaction Frame</i>	Es ermöglicht den Austausch von Informationen in Bezug auf die persönlichen Daten der Nutzer und deren Ticketkauf.

Tabelle 4: Verzeichnis der im NeTeX-Standart definierten "Frames".

4.2.3 SIRI: das europäische Protokoll für den Austausch der Echtzeitdaten

Der SIRI-Standard (*Service Interface for Real-Time Information*) ist das europäische Referenzprotokoll für den Echtzeit-Datenaustausch. Das Protokoll ist ausführlich in der technischen Spezifikation CEN/TS 15531 beschrieben, die 2016 in allen Teilen fertiggestellt wurde. In diesem Fall ist die Spezifikation in fünf Teile gegliedert:

- **Part 1 – Context and framework** (CEN / TS 15531-1): definiert den allgemeinen Referenzzusammenhang durch Veranschaulichung verschiedener möglicher Anwendungsfälle.
- **Part 2 – Communications infrastructure** (CEN / TS 15531-2): definiert die Kommunikationsmechanismen für den Datenaustausch.
- **Part 3 – Functional service interfaces** (CEN / TS 15531-3): definiert das Datenschema und den Betrieb des ersten Satzes der SIRI-Dienste:
 - **PT** (*Production Timetable*): Austausch des geplanten Fahrplans, bezogen auf den aktuellen Tages-Fahrplan.
 - **ET** (*Estimated Timetable*): Austausch von Informationen, mit denen Sie den Status der Service-Lieferung innerhalb des aktuellen Tages aktualisieren können, mit der Möglichkeit, in Echtzeit Umleitungen, Stornierungen, zusätzliche Reisen usw. zu verwalten.
 - **ST** (*Stop Timetable*) und **SM** (*Stop Monitoring*): ermöglichen die Übertragung aktueller Daten über Ankünfte und Abfahrten an Haltestellen oder anderen Überwachungspunkten.
 - **VM** (*Vehicle Monitoring*): Es erlaubt, die aktuellen Positionen der Transportmittel zu teilen, hauptsächlich um sie auf Informationsdisplays anzuzeigen.
 - **CT** (*Connection Timetable*) und **CM** (*Connection Monitoring*): erlauben Daten in Bezug auf Anschlüsse zu teilen, die in Echtzeit verwaltet werden können. Der Dienst stellt auch einen Rückkanal zur Verfügung, durch den ein Fahrzeug kommunizieren kann, ob der Anschluss garantiert ist oder nicht, so dass diese Information sofort dem Reisenden übergeben werden kann.
 - **GM** (*General Messaging*): Service, der es den verschiedenen System-Akteuren ermöglicht, beliebige Nachrichten untereinander zu übertragen.
- **Part 4 – Functional service interfaces: Facility Monitoring** (CEN / TS 15531-4): definiert das Datenschema und den Betrieb eines zusätzlichen SIRI-Dienstes FM (*Facility Monitoring*), der den automatischen Austausch von Daten in Bezug auf die Verfügbarkeit von Ressourcen für die Bereitstellung von Diensten (Fahrtreppen, Ticketaussteller usw.) ermöglicht.
- **Part 5 – Functional service interfaces – Situation Exchange** (CEN / TS 15531-5): definiert das Datenschema und den Betrieb eines zusätzlichen SIRI-Dienstes SX

(Situations Exchange), der den strukturierten Austausch von Serviceinformationen ermöglicht, der zur Information der Benutzer dient.

Die aktuelle Version des Standards ist die Version 2.0, konsolidiert im Jahr 2015 und auch frei herunterladbar (<https://github.com/VDVde/SIRI>). Weitere Informationen zu SIRI finden Sie in der technischen Spezifikation CEN TS 15531.

4.2.4 EN13149 und die Initiative ITxPT: hin zu einer Standardisierung der Fahrzeugarchitekturen

In Bezug auf die Aspekte der Datenkommunikation an Bord von Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs, die speziell auf die Verwaltung des Verkehrsdienstes ausgerichtet sind, ist die spezifische technische Referenz CEN/TS 13149]. In diesem Fall ist die Norm in diesem Fall ist die Spezifikation in neun Teile gegliedert. Die ersten sechs Teile sind jedoch ein wenig veraltet und stammen aus der Zeit von 2005-2007. Sie beschreiben eine mögliche Onboard-Architektur basierend auf der WorldFIP-Architektur [22] - [23] - [24], (Teile 1-2-3) und CANopen [25] - [26] - [27] (Teile 4-5-6). Die Einschränkungen dieser Architekturen bestehen darin, dass sie nicht mit IP-Netzwerken konsistent sind, was es unmöglich macht, Geräte und andere Netzwerke von Geräten der nächsten Generation zu integrieren, die auf diesem Ansatz basieren. Die Teile 7, 8 und 9 des Standards wurden daher vorbereitet, um ein Fahrzeugnetzwerk so anzupassen, dass es mit einem modernen lokalen Netzwerk verglichen werden kann (*Local Area Network* – LAN). Die Teile 7 und 8 sind zwischen 2013 und 2015 eingeführt worden, während der Teil 9 zurzeit in Ausarbeitung befindet. Im Spezifischen:

- **Part 7 – Network and System Architecture** (CEN / TS 13149-7): beschreiben die Netzwerkarchitektur aus funktionaler Sicht mit Details zur Netzwerktopologie, elementaren Netzwerkdiensten, usw.
- **Part 8 – Physical Layer for IP-communication** (CEN / TS 13149-8): beschreibt die physikalischen Spezifikationen des IP-Netzwerks, das im öffentlichen Verkehr installiert werden soll, mit Details zu Kabeln, Anschlüssen und anderen Netzwerkgeräten.
- **Part 9 – Services Specifications** (CEN / TS 13149-9): beschreibt die Profile von Anwendungsdiensten, unterschieden zwischen "grundlegenden", "generischen" und "spezifischen" Diensten. Die Standardisierungsdienste umfassen den Ortungsdienst und den Dienst "FMS to IP", der Echtzeitdaten anzeigt, die von dem Fahrzeugdiagnoseanschluss (Verbrauch, Bremsstatus usw.) erfasst werden.

In den letzten Jahren hat die Initiative ITxPT (*Information Technology for Public Transport*), zu der die wichtigsten europäischen Hersteller von Fahrzeugen und Bordgeräten gehören, einen wesentlichen Beitrag zur Förderung und Entwicklung des Standards geleistet. Wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** schematisch dargestellt, besteht die Rolle von ITxPT darin, eine stärkere Interaktion zwischen der Forschung in diesem Bereich sicherzustellen, die bisher von europäischen Projekten wie EBSF2 [(<http://www.ebsf2.eu>) vorangetrieben wurde, dem Markt und der Standardisierung. ITxPT bietet insbesondere eine Reihe von Spezifikationen und Richtlinien für die Entwicklung einer On-Board-Architektur, die mit den neuesten Teilen des Standards kompatibel ist, sowie ein Testzentrum in Paris, um die vollständige Kompatibilität der Fahrzeugausrüstung mit den in ihr enthaltenen Spezifikationen zu zertifizieren, frei an. Diese Unterlagen sind frei zugänglich auf der Website <https://itxpt.org>. ITxPT stellt auch eine aktualisierte Liste der zertifizierten Fahrzeuge und Bordgeräten zur Verfügung.



Abbildung 6 Die Rolle der Organisation ITxPT im Prozess der Standardisierung der Onboard-Architektur

4.2.5 Hin zu interoperablen und grenzüberschreitenden Reiseplanungs-Diensten: der Standard Open Journey Planning (OJP)

Eine weitere europäische Spezifikation, die für den spezifischen Kontext Südtirols von besonderer Bedeutung ist, ist die Spezifikation Open Journey Planning (OJP), die 2017 von der Untergruppe 8 des CEN TC278 WG3-Fachausschusses auf der Grundlage zahlreicher früherer Initiativen in Deutschland definiert wurde, wie die Initiative EU-Spirit (<https://eu-spirit.eu/>) und DELFI (<https://www.delfi.de>). OJP ist im Wesentlichen eine API (Application Programming Interface), die speziell entwickelt wurde, um die Entwicklung von verteilten Diensten für die Reiseplanung in Europa zu fördern. Für ein Grenzgebiet mit einer starken Tourismuskomponente wie Südtirol gewährleistet die Kompatibilität mit der OJP-Spezifikation die Möglichkeit für Gelegenheitskindern, ihre Bewegungen mit öffentlichen Verkehrsmitteln effizienter zu planen, sowohl um in unsere Provinz zu kommen, als auch sich in ihr zu bewegen. OJP ist durch eine Reihe von Diensten gekennzeichnet, die in Tabelle 5 kurz zusammengefasst sind.

Dienst	Beschreibung
<i>Departure Monitor</i>	Sie können Informationen (geplante und möglicherweise in Echtzeit) zu den nächsten geplanten Abfahrten an einer bestimmten Haltestelle / Bahnhof erhalten. Es ist in der Tat eine Vereinfachung des entsprechenden SIRI-Dienstes (SIRI ST / SM), der zur Benutzer-Information gedacht ist.
<i>Fare Information</i>	Ermöglicht, Informationen über die Tarife bestimmter Transportdienste zu erhalten. Diese Informationen werden als <i>statische</i> Informationen klassifiziert, die kurz den Betrieb des entsprechenden Tarifsystems beschreiben und, <i>bezogen auf die Fahrt</i> , welche die spezifischen Tarife einschließt, die mit einer bestimmten Reiseoption verbunden sind, die an einem gegebenen Tag ausgeführt werden soll.
<i>Location Text Matching</i>	Es ist ein Dienst, der es ermöglicht, die Suche der Benutzer nach bestimmten "Objekten" eines öffentlichen Verkehrsnetzes zu vereinfachen, wie z.B. die Haltestellen und versuchen, eine Assoziation zwischen der Suche des Benutzers (z.B. Name einer Haltestelle, seiner Adresse usw.) und dem entsprechenden Objekt unter Verwendung der verschiedenen Metadaten, die sie unterscheiden, zu erstellen.
<i>Object Information Service</i>	Es erlaubt, die geographischen "Objekte" eines öffentlichen Transportnetzes zu empfangen. Dieser Dienst kann nützlich sein, um Anwendungen, die die Planung einer Fahrt unterstützen, zu ermöglichen, diese Informationen vor einer Benutzeranfrage verfügbar zu haben, wodurch Antwortzeiten optimiert werden.

Tabelle 5: Liste der definierten Dienste in der Spezifikation OJP.

4.3 Ein Blick auf die in Italien vorhandenen nationalen Standards und deutschsprachigen Ländern

Die neue IT-Architektur des öffentlichen Personennahverkehrs in Südtirol garantiert nicht nur die volle Kompatibilität mit den auf europäischer Ebene definierten Hauptstandards, sondern auch die Kompatibilität mit den wichtigsten bestehenden Standards auf nationaler Ebene und mit den in den deutschsprachigen Ländern vorherrschenden Standards. Dies stellt kein Element des Widerspruchs dar, sondern eine Wahl der Vollständigkeit, die durch die folgenden Gründe gerechtfertigt ist:

- Die Anforderung, nationale Zugangspunkte einzurichten, die mit den europäischen Datenaustauschprotokollen NeTEx und SIRI kompatibel sind, erlegt den verschiedenen Mitgliedstaaten die Notwendigkeit auf, **nationale "Profile"** zu definieren, d.h. eine spezifische Deklination dieser Protokolle, die eine möglichst effiziente Datenübertragung zulässt, im Hinblick auf den jeweiligen Informationsinhalt und die Besonderheiten, mit der die einzelnen Mitgliedstaaten die Bereitstellung öffentlicher Verkehrsdienste auf organisatorischer Ebene verwalten. Die Kompatibilität der Architektur mit den in Italien zu definierenden nationalen Profilen (und angesichts der besonderen geografischen Lage Südtirols zu den deutschsprachigen Ländern) ist daher von grundlegender Bedeutung, um die nächste Möglichkeit, den italienischen nationalen Zugang zu versorgen, zu gewährleisten;

- Die Anwendung der verschiedenen europäischen Datenaustauschprotokolle wird nach einem schrittweisen Prozess erfolgen, um eine Minimierung der mit dieser Änderung verbundenen Risiken zu gewährleisten. Während des **Migrationsprozesses** wird der Datenaustausch auch durch andere Protokolle möglich sein, die weit verbreitet sind und durch Produkte und Lösungen auf dem Markt unterstützt werden. Da einige Systemkomponenten derzeit von deutschen Herstellern³ geliefert werden, sind die in diesem Zeitraum zusätzlich unterstützten Protokolle vom VDV (*Verband Deutscher Verkehrsunternehmen*) festgelegt. Diese Spezifikationen haben auch den Vorteil, dass sie das gesamte Spektrum der von der Architektur abgedeckten Bereiche abdecken und die Grundlage der meisten europäischen Datenaustauschprotokolle bilden, was den Übergang zur endgültigen Version der Architektur erleichtert.

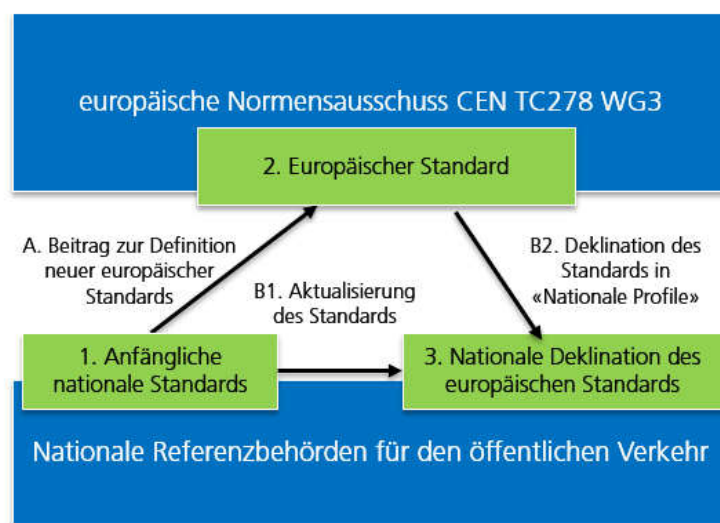


Abbildung 7 grafische Darstellung des Interaktionsprozesses zwischen nationalen und europäischen Spezifikationen.

4.3.1 Das piemonteser Protokoll BIPex – ein möglichenationaler Standard im italienischem Kontext?

Auf italienischer Ebene gibt es noch immer keine offiziellen nationalen Referenzprotokolle im Zusammenhang mit dem Datenaustausch über öffentliche Verkehrsdienste. Das einzige offene Protokoll, das derzeit verwendet wird, ist das BIPex-Protokoll (<http://www.bipex.eu/>), das von 5T, einem piemontesischen Unternehmen mit 100% öffentlicher Beteiligung entwickelt wurde. Das Protokoll wurde im Rahmen des BIP-Projekts (Biglietto Integrato Piemonte) entwickelt, das seinen Ursprung in den Jahren 2007-2008 hat und das sich unter anderem zum Ziel gesetzt hat, ein regionales elektronisches Ticketsystem auf der Grundlage von zur kontaktlosen Smartcard-Technologie und zur Verbesserung des Datenaustauschs zwischen dem *Centro Servizi Regionale* (CSR), den Informationssystemen der *Centri di Controllo Aziendale* (CCA) und dem *Sistema Informativo Regionale* (SIRE).

BIPex ist ein offenes Protokoll, das unter Creative Commons 4.0 (BY-NC-ND) lizenziert ist, um die Wiederverwendung durch andere öffentliche Verwaltungen in Italien zu erleichtern. Dank seiner schrittweisen und zunehmenden Nutzung in anderen italienischen Regionen

³ insbesondere das Fahrplan- und Topologie-Planungstool das derzeit durch eine Instanz von DIVA und EFA der Firma Mentz realisiert wird.

wie Ligurien gilt auf nationaler Ebene das BiPex-Protokoll zunehmend als Referenzprotokoll für den Datenaustausch im öffentlichen Personennahverkehr. Diese Bewerbung wird noch dadurch verstärkt, da das Protokoll aufgrund der aktiven Teilnahme von 5T am Normungsausschuss des CEN TC278 WG3 direkt inspiriert und daher mit den europäischen Referenzprotokollen kompatibel ist, so dass es, sofern keine Anpassungen und Aktualisierungen vorgenommen werden, als "nationales Profil" verwendbar ist.

Das Protokoll ist in drei Teile gegliedert:

- **Geplanter Dienst:** umfasst die Übertragung aller Daten des programmierten Dienstes sowie die gesamte Ausrüstung der Betreiber eines bestimmten CCA. Dies kann als eine spezifische Deklination der Teile 1-2 des NeTEx-Protokolls angesehen werden.
- **Betrieb:** ermöglicht die Übertragung von aktualisierten Informationen in Echtzeit und der tatsächlichen Informationen des tatsächlich betriebenen Dienstes mit Angabe von Verfrühungen / Verspätungen und mit Begründungen begleiteten Diskrepanzen zwischen Plan und Betrieb. Für den Echtzeit-Teil ist das Protokoll als eine spezifische Anwendung des SIRI-Protokolls gedacht. Andererseits hat der Teil der Abrechnung derzeit kein entsprechendes europäisches Protokoll und ist die Inspiration für das künftige OpRa-Protokoll, an dem die Untergruppe 10 des CEN TC278 WG3-Ausschusses, unter der Koordination von 5T, arbeitet.
- **Echtzeit:** Ermöglicht die Übertragung von in Echtzeit aktualisierten Informationen mit Angabe von Verfrühungen/Verspätungen. Das Protokoll ist als spezifische Anwendung des SIRI-Protokolls zu verstehen.
- **Tarifizierung:** ermöglicht die Übertragung aller Daten, die sich auf das Tarifsystem beziehen, auf die vorhandene Hardwareausrüstung und auf die durchgeführten Vorgänge (Ausgaben, Verkäufe, Validierungen). Es kann als eine spezifische, teilweise erweiterte Deklaration des Teils 3 des NeTEx-Protokolls angesehen werden (insbesondere Informationen in Bezug auf die im Ticketing-Subsystem verwendete Geräte).

4.3.2 Referenzstandards im deutschsprachigen Ländern: die VDV Schriften

Auf europäischer Ebene ist Deutschland der Mitgliedstaat, der sich am meisten durch das Vorhandensein nationaler Normen in diesem Anwendungsbereich auszeichnet. Diese Standards werden vom VDV (*Verband Deutscher Verkehrsunternehmen*) erstellt, dem rund 600 öffentliche Verkehrsunternehmen angehören, die sowohl auf der Schiene als auch auf der Straße tätig sind. Die wichtigsten Normen sind:

- **VDV-452** [28]. Derzeit in der Version 1.5 von 2013 verfügbar, bietet sie die Möglichkeit, Plan-Daten (Daten von Liniennetz und Fahrplan) in Abhängigkeit von einem bestimmten Datenmodell zu exportieren/importieren, jetzt in der Version 5.0 verfügbar und teilweise kompatibel mit dem in Transmodel definierten Modell. Dieser Standard zielt darauf ab, den Anwendungsfall abzudecken, bei dem Daten aus einem Planungstool exportiert und in ein operatives Fahrzeug-Managementsystem importiert werden. Der Datensatz muss insbesondere Folgendes umfassen:
 - **Kalenderdaten;**
 - **Ortsdaten;**
 - **Betriebsdaten;**

- **Netzdaten;**
- **Liniendaten;**
- **Fahrpläne.**

Mit der Version 1.3 wurden die Daten für die Anschlüsse aufgenommen, während in der Version 1.5 auch die Flächenzonen verfügbar sind.

- **VDV-462** [2]. Dies ist ein kürzlich veröffentlichter Standard, der als deutsche Implementierung des NeTEx-Standards (**NeTEx Part 1 e 2**) gedacht ist. Der Standard ist mit dem Standard VDV-452 rückwärtskompatibel: durch entsprechende Mapping-Tabellen werden alle in den Import-/Export-Tabellen des Standards VDV-452 enthaltenen Attribute in entsprechende Attribute des Standards VDV-462 abgebildet. Der Standard VDV-462 erweitert erheblich die von zwei System gemeinsame nutzbare Datenbank, so wie in NeTEx definiert; insbesondere ist auch verfügbar:
 - eine **detailliertere Beschreibung der Haltestellen** (z.B. mit der Möglichkeit zur Entwicklung von Indoor-Navigationsdiensten in komplexen Bahnhöfen wie z.B. Zug-Bahnhöfen);
 - **Betriebsdaten der Züge**, welche die Betriebsdaten der Fahrzeuge bereichert (in der Schrift VDV-452 nur als Bus verstanden);
 - Die Plandaten im Bezug auf **Anrufsammeltaxi (AST)**, welche die Beschreibung der Fahrzeuge bereichert (in der Schrift VDV-452 nur als Bus verstanden).

Die Deklination des NeTEx-Protokolls erfolgt über einen Composite-Frame (*CompositeFrame*). Die Spezifikation umfasst nicht eine, sondern drei verschiedene Versionen:

- **L1 – Basis Version;**
- **L2 – Standard Version**, welche auch die Anschlüsse und die Betriebsdaten der Fahrzeuge beinhaltet.
- **L3 – Komplette Version**, welche auch die komplexe Modellierung der Haltestellen beinhaltet.
- **VDV-453** [29]. Zusammen mit VDV-454 ist es der Ursprung des Standards. In der im Moment verfügbaren Version 2.5 von 2017, deckt die Möglichkeit, Daten in Echtzeit zwischen zwei Busflottenmanagementsystemen auszutauschen, ab. Der Standard bietet verschiedene Dienste an:
 - **ANS & REF-ANS** ("*Anschlussicherung*"): Austausch von Sollfahrplänen für Anschlussicherung (REF-ANS) und Ist-Daten für Anschlussicherung (ANS);
 - **DFI & REF-DFI** ("*Dynamische Fahrgastinformationen*"): Austausch von ortsbezogenen Sollfahrplänen für Fahrgastinformation (REF-DFI) und Ist-Daten für Fahrgastinformation (DFI);
 - **VIS** ("*Visualisierung von Fremdfahrzeugen*"): Austausch von Ist-Daten für die Visualisierung von Fahrzeugen in Fremdleitstellen;
 - **AND** ("*Allgemeiner Nachrichtendienst*"): Austausch von textuellen Informationen zwischen den Leitstellen.

In der Version 1.3 sind auch die Daten der **Anschlüsse** aufgenommen worden, während in der Version 1.5 auf die **Zonen** verfügbar sind.

- **VDV-454** [30]. Derzeit in der Version 2.1 von 2017 verfügbar, vervollständigt es die VDV-453-Spezifikation, die den Datenaustausch zwischen einem Flottenmanagementsystem für Busse und einem Fahrgastinformationssystem in Echtzeit ermöglicht. Der Standard sieht einen einzigen Service vor:
 - **AUS & REF-AUS** ("*Fahrplanauskunft*") : Austausch von Sollfahrplänen für Fahrplanauskunft (REF-AUS) und Austausch von Ist-Daten zur Dynamisierung von Fahrplanauskünften mit Ist-Daten (AUS).
- **VDV-301** [31] - [32]. Diese Spezifikation ist bekannt als **IBIS-IP** und deckt die On-Board-Architektur ab. Die Spezifikation ist in zwei Teile unterteilt: die erste (301-1) beschreibt die On-Board-Architektur aus funktionaler Sicht, die zweite (301-2) definiert die Spezifikationen von Schnittstellen für die gemeinsame Nutzung von Daten zwischen Bordsystemen. Der zweite Teil des Standards wird dann von einer Liste von Anhängen begleitet, die insbesondere alle Datendienste spezifisch beschreibt:
 - 301-2-1: Gemeinsame Datenstrukturen und Aufzählungstypen;
 - 301-2-2: Dienst *BeaconLocationService* (gibt die Informationen zurück, die mit dem Vorhandensein von Beacon an Bord des Fahrzeugs verbunden sind);
 - 301-2-3: Dienst *CustomerInformationService* (gibt die Informationen zurück, die für die an Bord befindlichen Informationsanwendungen für die Benutzer verwendet werden);
 - 301-2-4: Dienst *DistanceLocationService* (gibt den Fortschritt des Fahrzeugs auf der Route basierend auf den vom Kilometerzähler zurückgegebenen Daten zurück);
 - 301-2-5: Dienst *GNSSLocationService* (gibt die aktuelle Position des Fahrzeugs zurück);
 - 301-2-6: Dienst *JourneyInformationService* (stellt die Plandaten zur Verfügung);
 - 301-2-7: Dienst *NetworkLocationService* (gibt Informationen über die aktuelle Position des Fahrzeugs auf einer bestimmten Route zurück);
 - 301-2-8: Dienst *PassengerCountingService* (gibt die Zählraten der Passagiere an Bord zurück);
 - 301-2-9: Dienst *TicketingService* (bietet Funktionen zur Verwaltung des Ticketing-Systems an Bord);
 - 301-2-10: Dienst *TimeService* (liefert das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit einschließlich der Referenzzeitzone);
 - 301-2-11/12/13: Dienste *VideoLiveService*, *VideoRecordingService* e *VideoDisplayService* (Dienste, die die Video-Frames bereitstellen, die vom Bord-Videoüberwachungssystem für verschiedene Anwendungszwecke erworben wurden).

- **VDV-431** [6] - [7]. Dies ist die Spezifikation zur Architektur von Auskunftsdiensten (deutscher Begriff: **EKAP** - Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform). Die Spezifikation ist in zwei Teile gegliedert: Der erste (431-1) beschreibt die Architektur für die Fahrgastinformation aus funktionaler Sicht, der zweite (431-2) definiert die Spezifikationen der Schnittstellen, mit denen die Endbenutzer-Anwendungen betrieben werden können. Die Schnittstellen sind unter dem Akronym **TRIAS** (*Travellers Realtime Information & Advisory Standard*) bekannt und stehen nicht nur in Echtzeit mit SIRI-Schnittstellen in Einklang, sondern sind die Grundlage für den OJP-Standard.

Was den IBIS-IP-Standard betrifft, ist ein interessanter Vergleich zwischen den durch den IBIS-IP bzw. ITxPT Standard definierten On-Board-Dienste in Tabelle 6 wiedergegeben. Wie man sehen kann, gibt es Dienste, die fast gleichwertig sind und andere, die nur in einem der beiden Standards implementiert sind. Darüber hinaus sieht der ITxPT-Standard eine Verteilung der Daten über eine Zwischenkomponente (MQTT Broker) vor. Es ist eine Konvergenz der beiden Normen auf europäischer Ebene zu erwarten, um die Spezifikation EN 13149 weiterzuentwickeln.

On-Board-Dienst	IBIS-IP Dienst	ITxPT Dienst	Kompatibilitätsstufe
GPS-Datenzugriff	GNSSLocation	GNSSLocation	Hoch
Referenzuhrzeitdatenzugriff	Time	Time	Hoch
Fahrzeugnetzwerkdatenzugriff	-	FMS2IP (VehicleToIP)	-
Fahrgastzählerdatenzugriff	PassengerCounting	APC	Gut
On-Board-Komponentenstatusüberwachung	DeviceManagement	ModuleInventory	Gut
Zugang zum Videoüberwachungssystem	VideoDisplay (VideoLive, VideoRecording)	-	-
Zugriff auf Fahrzeugortungsdaten	DistanceLocation, BeaconLocation, NetworkLocation	-	-
Schnittstelle zum Ticketingsystem	Ticketing	-	-
Schnittstelle zum Fahrer-Display	-	MADT	-
Fahrgastinformationen	CustomerInformation	AVMS	Niedrig
Reiseinformationen	JourneyInformation	AVMS	Niedrig

Tabelle 6: Vergleich zwischen IBIS-IP und ITxPT-Dienste.

4.4 Ein Blick auf andere weit verbreitete "De-facto" - Standards

4.4.1 GTFS und GTFS-RT

Um diesen Überblick über die bestehenden Normen zu vervollständigen, ist es auch erwähnenswert, dass einige Datenformate vorhanden sind, welche obwohl sie kein Standard sind, in der Praxis es aber geworden sind. Dies gilt insbesondere für das von Google definierte GTFS-Format (General Transit Feed Specification), das in großem Umfang bei der Entwicklung von Endbenutzeranwendungen verwendet wird, die geplante und Echtzeitdaten über den Zustand öffentlicher Verkehrsdienste integrieren. Das bekannteste Beispiel hierfür ist Google Maps: Die Veröffentlichung von Daten auf dieser Plattform ist

nur möglich, wenn die Daten in diesem Format vorliegen. Die GTFS-Spezifikation ist recht einfach und sieht vor, dass die Daten in einer Reihe von Textdateien (.txt) enthalten und in einem ZIP-Ordner komprimiert sind. Jede Datei, die als Tabelle strukturiert ist, enthält optionale und obligatorische Felder. Die Informationen in Echtzeit werden stattdessen als Feeds verwaltet, die drei verschiedenen Arten sein können:

- ***Trip Updates***: allgemeine Updates zu einer Fahrt (z.B. Verspätung einer Fahrt);
- ***Service Alerts***: Aktualisierungen allgemeiner Art (z.B. vorübergehend ausgefallene Haltestelle);
- ***Vehicle Positions***: Echtzeit-Informationen über die Position eines Fahrzeugs.

Was die Tarif-Aspekte betrifft, ist der in der GTFS-Spezifikation enthaltene Informationssatz fast gleich Null.

Bibliographie

- [1] European Committee for Standardization (CEN), „Transmodel V6.0 - Definitions of concepts for parts 1-2-3,“ 2014.
- [2] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-462: "Standardisierter Austausch von Liniennetz-und Fahrplandaten mit der europäischen Norm CEN-TS 16441 'NeTEx'",“ 2018.
- [3] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 16614-1: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 1: Public transport network topology exchange format",“ 2014.
- [4] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 16614-2: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 2: Public transport scheduled timetables exchange format",“ 2014.
- [5] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S04 - Over the Air (OtA) Architecture specifications (release S04v2.0_2017),“ 2017.
- [6] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S01 - Vehicle Installation Requirements Specifications (release S01v2.0_2017),“ 2017.
- [7] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S02 - Onboard Architecture specification (release S02v2.0_2017),“ 2017.
- [8] ITxPT (Information Technology for Public Transport), „S03 - Back-Office Architecture specifications (release S03v2.0_2017),“ 2017.
- [9] Commissione Europea, „Direttiva 2010/40/EU: "Diffusione dei sistemi di trasporto intelligente nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto",“ 2010.
- [10] Commissione Europea, „Regolamento 2017/1926: "Predisposizione in tutto il territorio dell'Unione europea di servizi di informazione sulla mobilità multimodale,“ 2017.
- [11] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 16614-3: 2016 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 3: Public transport fares exchange format",“ 2016.
- [12] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 15531-1: 2015 "Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations - Part 1: Context and framework",“ 2015.
- [13] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 15531-2: 2015 "Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations - Part 2: Communications",“ 2015.
- [14] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 15531-3: 2015 "Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations - Part 3: Functional service interfaces",“ 2015.
- [15] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 15531-4: 2015 "Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport operations - Part 4: Functional service interfaces: Facility Monitoring",“ 2011.
- [16] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/TS 15531-5: 2016 "Public transport - Service interface for real-time information relating to public transport

- operations - Part 5: Functional service interfaces situation exchange: Situation Exchange", " 2016.
- [17] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 12896-1: 2017 "Public transport - Reference data model - Part 1: Common concepts", " 2017.
 - [18] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 12896-2: 2017 "Public transport - Reference data model - Part 2: Public transport network", " 2017.
 - [19] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 12896-3: 2017 "Public transport - Reference data model - Part 3: Timing information and vehicle scheduling", " 2017.
 - [20] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-1: 2005 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 1: WORLDIFIP definition and application rules for onboard data transmission", " 2005.
 - [21] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-2: 2005 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 2: WORLDIFIP cabling specifications", " 2005.
 - [22] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-3: 2008 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 3: WorldFIP message content", " 2008.
 - [23] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-4: 2005 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 4: General application rules for CANopen transmission buses", " 2005.
 - [24] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-5: 2005 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 5: CANopen cabling specifications", " 2005.
 - [25] European Committee for Standardization (CEN), „CEN/EN 13149-6: 2006 "Public transport - Road vehicle scheduling and control systems - Part 6: CAN message content", " 2006.
 - [26] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-452: "VDV-Standardschnittstelle Liniennetz/Fahrplan" (V1.5), " 2013.
 - [27] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-453: "Ist-Daten-Schnittstelle" (V2.6), " 2018.
 - [28] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-454: "Ist-Daten-Schnittstelle - Fahrplanauskunft" (V2.2), " 2018.
 - [29] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-301-1: "Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP" (Teil 1: Systemarchitektur), " 2014.
 - [30] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-301-2: "Internetprotokoll basiertes integriertes Bordinformationssystem IBIS-IP" (Teil 2: Schnittstellenspezifikation), " 2016.
 - [31] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 1: Systemarchitektur), " 2014.
 - [32] VDV - Die Verkehrsunternehmen, „VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 2: EKAP-Schnittstellenbeschreibung V1.2), " 2017.