Schlussbericht

Zum FE-Projekt: FoPS 70.0915/2017

Überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben (DDS)

erarbeitet für:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Invalidenstraße 44
10115 Berlin

vorgelegt am 26.09.2019 durch:

Verein zur Förderung einer durchgängigen elektronischen Fahrgastinformation – DELFI e.V.

Am Hauptbahnhof 6
60329 Frankfurt am Main

Weitere Mitglieder der „Bieter-/Arbeitsgemeinschaft“:

BLIC GmbH	Rheinstraße 45, 12161 Berlin
HaCon Ingenieurgesellschaft mbH	Lister Straße 15, 30163 Hannover
MENTZ GmbH	Grillparzerstraße 18, 81675 München
Unterauftragnehmer **Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH**	Am Alten Theater 4, 39104 Magdeburg
VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH	Hardenbergplatz 2, 10623 Berlin
Verkehrsverbund Bremen/ Niedersachsen GmbH	Am Wall 165-167, 28195 Bremen

Autor	Christian Landrock, BLIC GmbH
unter Mitwirkung von	Thomas Toffel, DELFI e.V.
	Fabian Leitritz, HaCon Ing. GmbH
	Maria Nguyen, MENTZ GmbH

Die diesem Bericht zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur unter FE-Nr. 70.0915/2017 durchgeführt.
Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschließlich bei den Autorinnen und Autoren.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1	**Motivation und Aufgabenstellung**	**4**
2	**Planung und methodisches Vorgehen**	**7**
3	**Ziele und Ergebnisse der Arbeitspakete**	**9**
3.1	AP 1 – Marktüberblick und technische Analyse	9
3.1.1	Zielstellung	9
3.1.2	Vorgehensweise	9
3.1.3	Ergebnisse	9
3.2	AP 2 – Konzeptentwicklung und Abstimmung Daten-Input und Daten-Output	13
3.2.1	Zielstellung	13
3.2.2	Vorgehensweise	13
3.2.3	Ergebnisse	14
3.3	AP 3 – META-Datenmodell für die Verknüpfung von DDS	16
3.3.1	Zielstellung	16
3.3.2	Vorgehensweise	16
3.3.3	Ergebnisse	17
3.4	AP 4 – Konzeption Kopplungsvarianten	18
3.4.1	Zielstellung	18
3.4.2	Vorgehensweise	18
3.4.3	Ergebnisse	19
3.5	AP 5 – Vorbereitung, Durchführung und Evaluierung von Pilotanwendungen	32
3.5.1	Zielstellung	32
3.5.2	Vorgehensweise	33
3.5.3	Ergebnisse	34
3.6	AP 6 – Konzeption, Entwicklung/Test und Demonstration eines Schnittstellendaten-Konverters sowie Übertragung von Ereignisinformationen	48
3.6.1	Zielstellung	48
3.6.2	Vorgehensweise	49
3.6.3	Ergebnisse	53
4	**Fazit und Ausblick**	**56**

5 Glossar 59

6 Weitere Angaben 63

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Ergebnisbericht Arbeitspaket 5, Stand 05.12.2018

Anlage 2 Ergebnisbericht Arbeitspaket 6, Stand 27.03.2019

Anlage 3 Forschungsprojekt-Präsentation DELFI Konferenz, Stand 08.05.2019

1 Motivation und Aufgabenstellung

Der VDV (Verband deutscher Verkehrsunternehmen) Fachausschuss für Kundeninformation, -service und -dialog (K3) sowie der VDV Unterausschuss „intermodal transport control system“ (UA-itcs) des VDV-Fachausschusses für Telematik und Informationssysteme (ATI) haben zu dem Thema Datendrehscheiben die VDV-Mitteilung 7022 „Echtzeitdaten im ÖPNV - Anforderungen an Datendrehscheiben und Nutzen für die Kundeninformation“ (Stand September 2011) erarbeitet. Die ÖV-Systeme haben sich zu modernen intermodalen Transportsteuerungssystemen (itcs) weiterentwickelt, in denen jederzeit alle Informationen über die aktuelle Verkehrslage zusammenlaufen und u. a. der Disposition und Fahrgastinformation dienen. Durch die Verknüpfung dieser „Informationsinseln“ in Datenknoten können die Informationsgrenzen der Verkehrsunternehmen überwunden und den Fahrgästen kann eine durchgängige Fahrplaninformation über alle angeschlossenen Verkehrsunternehmen in Echtzeit bereitgestellt werden.

Diese Datenknoten werden „Datendrehscheibe“ (DDS) genannt und sollen die Attraktivität der urbanen, regionalen und städteverbindenden Verkehre erhöhen und für die Zukunft sichern. Anforderungen und Funktionen sind u. a. in der VDV Mitteilung 7022 beschrieben. Gemäß VDV Schrift Nr. 431-1 (EKAP – Systemarchitektur) soll eine DDS den schnellen Austausch von Echtzeitdaten und Prognosedaten gewährleisten.

Daher werden zum Austausch von Daten über den aktuellen Prognose-Zustand eines Verkehrsgebiets zunehmend DDS als verbundweite Lösungen aufgebaut bzw. bereits eingesetzt. Hierüber werden Daten über die dafür vorgesehenen Schnittstellen VDV 453, 454 sowie SIRI ausgetauscht. Dies betrifft sowohl Prognose-Daten zur Anschlusssicherung und Fahrgastinformation als auch Prognose-Daten für die Informationen an die Fahrgäste.

Eine überregionale Vernetzung von DDS ist z. B. zweckmäßig, damit Verkehrsunternehmen, deren Bediengebiete die Einzugsbereiche von unterschiedlichen DDS umfassen, die Möglichkeit erhalten, ihre Prognose-Daten nur über eine Standardschnittstelle an potenzielle Abnehmer zur Verfügung zu stellen.

In der Regel werden diese DDS als landesweite, verbundweite oder verkehrsunternehmensweite Lösungen innerhalb eines gemeinsamen Bediengebietes aufgebaut. Der Einzugsbereich dieser DDS orientiert sich meist an organisatorischen und rechtlichen Strukturen, häufig beispielsweise an Firmen-, Verbund- und Landesgrenzen.

Neben diesen regionalen Aktivitäten intensiviert auch die DB AG die Zusammenarbeit mit den Landessystemen, um Echtzeitdaten für die jeweiligen Dienste austauschen zu können.

Der Ansatz einer vertikalen und horizontalen Verknüpfung unterstützt das Ziel, über DELFIplus und die dort enthaltene Möglichkeit der Anreicherung den Nutzern der re-

gionalen Auskunftsdienste Echtzeit- und Störungsinformationen entlang ihrer Reisekette geben zu können.

Aus Sicht von Verkehrsunternehmen ist eine überregionale Vernetzung von DDS erforderlich, um auch unternehmensübergreifend die Anwendungen wie Anschlusssicherung und dynamische Fahrgastinformation sicherzustellen.

Aus Fahrgastsicht sind beispielsweise durchgängige und aktuelle Informationen zur Anschlusssicherung, die oft über einzelne Verbundgrenzen hinausgehen und insbesondere bei Verkehren in Grenzregionen und zwischen benachbarten Bundesländern erforderlich werden, wichtig. Für die Verkehrsunternehmen entsteht aber ein hoher investiver und betrieblicher Aufwand, falls viele verschiedene Schnittstellen gepflegt und betreut werden müssen. Teilweise verpflichten vertragliche oder betriebliche Rahmenbedingungen die Verkehrsunternehmen, mehr als eine DDS mit VDV453/454- oder SIRI-Schnittstellendiensten zu bedienen.

Bisher gab es jedoch keine standardisierte Vorgehensweise, wie die Vernetzung von DDS auf überregionaler Ebene erfolgen soll.

Für das Forschungsprojekt ergab sich unter der Kernfrage: „Wie kann eine durchgängige Echtzeit-Fahrplaninformation über Landes- bzw. Unternehmensgrenzen hinweg realisiert werden?“ folgende Handlungsfelder:

- **Datensynchronisierung sowie Harmonisierung der Datenbestände** und unterschiedlicher META-Datenschemata

  Eine Datensynchronisierung ermöglicht Verkehrsunternehmen, deren Bediengebiet die Einzugsbereiche unterschiedlicher DDS berühren, sich nur über eine IST-Daten-Schnittstelle an eine DDS anzubinden.

- **effiziente Verknüpfung zwischen Datendrehscheiben**

  Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, eine sinnvolle und effiziente Verknüpfung zwischen den regionalen DDS und überregionalen Datendrehscheiben zu schaffen, um hier technische Doppelungen und Parallelarbeiten zu vermeiden.

- **konsistente Störungsinformation**

  Um eine konsistente Störungsinformation in den verschiedenen Auskunftssystemen zu erreichen, ist ein Austausch zu verschiedenen Ereignis-Management-Systemen (z.B. HIM, EMS, u.a.) erforderlich. Heute findet der Austausch in der Regel direkt zwischen den Systemen statt. Sinnvollerweise sollte der Austausch aber die Architektur der DDS-Verknüpfung nutzen.

- **Zukunftsfähige Schnittstellenkonvertierung**
  Für einen internationalen Daten-bzw. Informationsaustausch sind bereits jetzt die Grundvoraussetzungen zu schaffen. Hierzu wurden die Möglichkeiten von DDS-internen Konverterfunktionen (für die Konvertierung von deutschen Standardschnittstellen [VDV 453/4] zu europäischen Standardschnittstellen SIRI) – anhand der beiden relevantesten Informationsdienste VDV 453 DFI/SIRI SM sowie VDV 454 AUS/SIRI ET – untersucht.

Alle Projektergebnisse finden Einzug in:

- Weiterentwicklung von DELFI (Roadmap des BMVI Maßnahme TS 1)
- Herstellung der Interoperabilität zwischen DDS verschiedener Hersteller, Betreiber und unterschiedlicher geografischer Abgrenzungen (Roadmap des BMVI Maßnahme TS 2: Klärung des erforderlichen Datenaustauschs, Reduzierung der Anzahl der Anbindungen)
- Nutzung der DDS als "SIRI/VDV-Konverter" und der damit möglichen signifikanten Vereinfachung der Verbindung unterschiedlicher Schnittstellen-Releases/Versionen (Roadmap des BMVI Maßnahme TS 2: Bündelung der Daten in einem einheitlichen standardisierten Format), u. a. Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse in den zuständigen VDV-/SIRI- Gremien
- Bereitstellung von Echtzeitinformationen über andere Plattformen (Roadmap des BMVI Maßnahme PP3: Schaffung eines nationalen Zugangspunktes für ÖPV-Daten sowie EU-Aktivitäten zur „SPEC A“)
- Spezifikation der technischen und organisatorischen Festlegungen in einer VDV-Mitteilung (Roadmap des BMVI Maßnahme TS 2: Informationsweitergabe an weitere Abnehmer; Ergebnisse als Best Practice, Ableitung von Handlungsempfehlungen).

2 Planung und methodisches Vorgehen

Im Rahmen dieses FE-Projekt erfolgten alle Arbeiten unter Beachtung von bilateralen und nationalen Ansätzen für die Kopplung von DDS unterschiedlicher Hersteller und unterschiedlicher Einzugsgebiete (Roadmap des BMVI Maßnahme TS 2: beispielhafte, technische, administrative und wirtschaftlich praktikable Umsetzung). Das Ziel der Interoperabilität zwischen bestehenden und zukünftigen Datendrehscheiben wurde stringent verfolgt.

Bereits vor dem FE-Projekt wurden die Projektpartner dezidiert ausgewählt. So wurde durch die Einbeziehung des DELFI e.V. sowie dessen Mitglieder

- Nahverkehrsgesellschaft Sachsen-Anhalt (NASA),
- Verkehrsverbund Berlin Brandenburg (VBB) und
- Verkehrsverbund Bremen-Niedersachsen (VBN)

ein durchgängiger überregionaler Korridor (siehe Abbildung 2-1 Projektregion) realisiert.

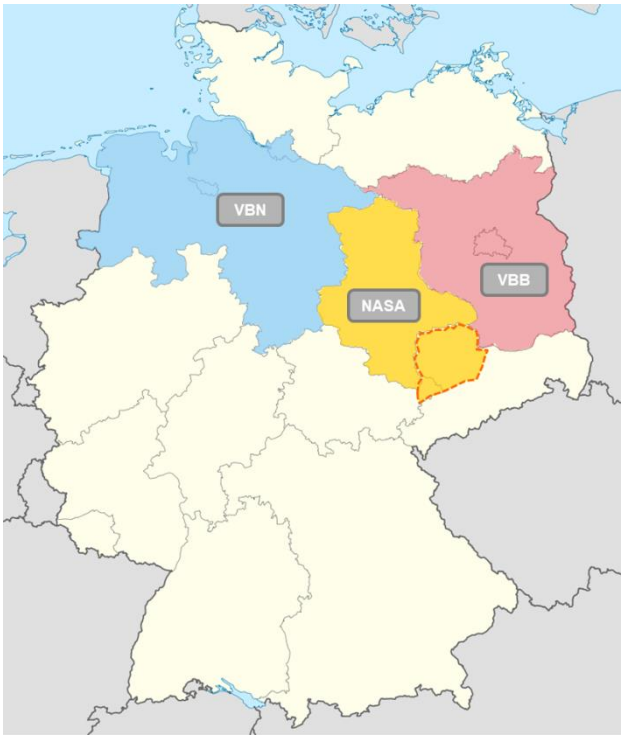


Abbildung 2-1 Projektregion

Des Weiteren nahmen am FE-Projekt die Projektpartner Ingenieursbüro BLIC sowie die DDS-Lieferanten HaCon und MENTZ teil. Hiermit wurde sichergestellt, dass die Ergebnisse und Lösungen des Projektes Hersteller-übergreifend und Markt-tauglich sind. Ebenso wirkte die Deutsche Bahn AG (DB), als national agierendes Eisenbahnunternehmen, aktiv bei der Projektdurchführung mit. Die Einbindung des Fern-

bus-Anbieters FlixBus blieb trotz intensiver Bemühungen des Projektteams leider erfolglos.

Die strukturierte Arbeitsweise des FE-Projekts unterstützte die effiziente Zielerreichung durch folgende Kernaufgaben:

- Ist-Analyse und Status Quo der Echtzeitdatenlandschaft in Deutschland
- Aufstellen von notwendigen Voraussetzungen (inhaltlich, technisch, administrativ/organisatorisch sowie wirtschaftlich) für eine Vernetzung von DDS
- Konzeption potentieller Umsetzungsvarianten von DDS-Vernetzung
- Durchführung von Pilotanwendungen und Evaluierung der DDS Vernetzung
- Konzeption der VDV/SIRI-Konverterfunktion innerhalb der DDS
- Durchführung von Pilotanwendungen und Evaluation der VDV/SIRI-Konverterfunktion innerhalb der DDS

Aufgrund der Aktualität des Forschungsthema zeigte sich beim Ablauf des Projektes, dass weitere Projekte, wie u.a. VDV-Arbeitsgruppen sowie parallele Forschungsprojekte „ÖV-Daten für NAP“ auf Zwischenergebnisse des FE-Projektes aufbauen wollen bzw. diese mit den eigenen Ergebnissen abgleichen wollen. Daher wurde im Einvernehmen zwischen Auftraggeber sowie Projektpartnern der Projektzeitplan sowie die Aufgabenbereiche der Arbeitspakete 2 sowie 5 und 6 angepasst (vgl. Abbildung 2-2 Projektzeitplan).

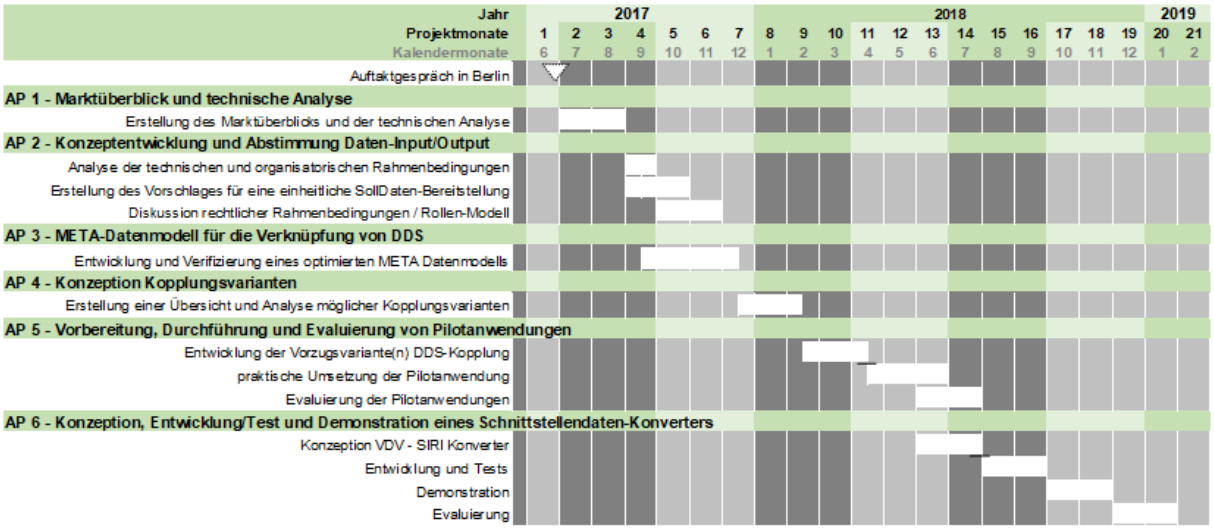


Abbildung 2-2 Projektzeitplan

Die Projektergebnisse wurden anhand von theoretischen sowie praktischen Forschungsarbeiten erlangt. Neben Projekt-internen Expertensitzungen wurde ein sehr enger Austausch mit den VDV Arbeitsgruppen K3, VDV 453/4 sowie VDV 736-1 UMS und den Gremien des DELFI e.V. gepflegt. Darüber hinaus konnte durch die

frühzeitige, intensive und langfristige Einbeziehung einer Vielzahl von externen Experten von u.a. Fernverkehrsanbietern – wie u.a. Deutsche Bahn und Schweizer Bundes Bahn - Branchen Experten von der „Initiative Digitale Vernetzung im ÖPV“ des BMVIs und weiteren Anwendern eine hohe Akzeptanz der Projektergebnisse sichergestellt werden.

3 Ziele und Ergebnisse der Arbeitspakete

3.1 AP 1 – Marktüberblick und technische Analyse

3.1.1 Zielstellung

In einem ersten Schritt wurde ein Marktüberblick über die am Markt verfügbaren Datendrehscheiben sowie weiterer Echtzeitdatensysteme (u.a. ITCS Verfügbarkeit, Anbindungsvarianten an Datendrehscheiben) und unterschiedlichen Anwendungsfälle erstellt. Es wurden in allgemeiner und übertragbarer Form die notwendigen Anforderungen für eine überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben anhand von Best Practices zusammengetragen.

3.1.2 Vorgehensweise

Die Grundvoraussetzung für alle nachfolgenden Arbeiten des FE-Projektes war die Bestandsanalyse existierender Datendrehscheiben sowie weiterer Echtzeitdatensysteme. Im Arbeitspaket 1 wurde zunächst mit Hilfe der Projektpartner BLIC, HaCon und MENTZ sowie der DB AG aktuell in Deutschland eingesetzten Echtzeitdatensysteme (DDS, ITCS) sowie deren Schnittstellen erhoben. Die darauffolgende Bestandsanalyse zeigte Best Practices aber auch Probleme und Risiken der bestehenden Lösungsansätze auf.

Hier zu erwähnen ist die stetige Weiterentwicklung der Echtzeitdatenvernetzung. Arbeitspaket 1 endete bereits im Herbst 2017. Die im weiteren Verlauf genannten Ergebnisse wurden z.T. erst im späteren Verlauf des Projektes (z.B. durch eine längerfristige Befragung des DELFI-Expertenkreises) erzielt.

3.1.3 Ergebnisse

Es kann festgehalten werden, dass im DACH-Raum die Ausstattung mit Echtzeitdatensystemen (DDS und vorgelagerte sowie nachgelagerte Systeme (Auskünfte, ITCS, DFI-Systeme) sehr gut gegeben ist. ITCS – bei den meisten Verkehrsunternehmen Standard – sind über Standardschnittstellen (VDV 453/454) mit Datendrehscheiben verbunden. Dieser Trend wird weiterhin bestärkt, da in aktuellen Verkehrsleistungsausschreibungen die Nutzung von aktuellen Echtzeitdatensystemen vermehrt gefordert wird.

Auch erste Datendrehscheibenvernetzungen für Fahrgastinformation (via VDV 454 AUS) und betriebliche Anschlusssicherung (via VDV 453 ANS) existieren bereits.

Beispielhaft sind hier folgende Vernetzungen zu nennen (vgl. Abbildung 3-1 Überblick Datendrehscheiben (national), Stand: Juni 2018):

- VBB / NASA,
- DEFAS / NVBW und
- DB RIS mit regionalen DDS

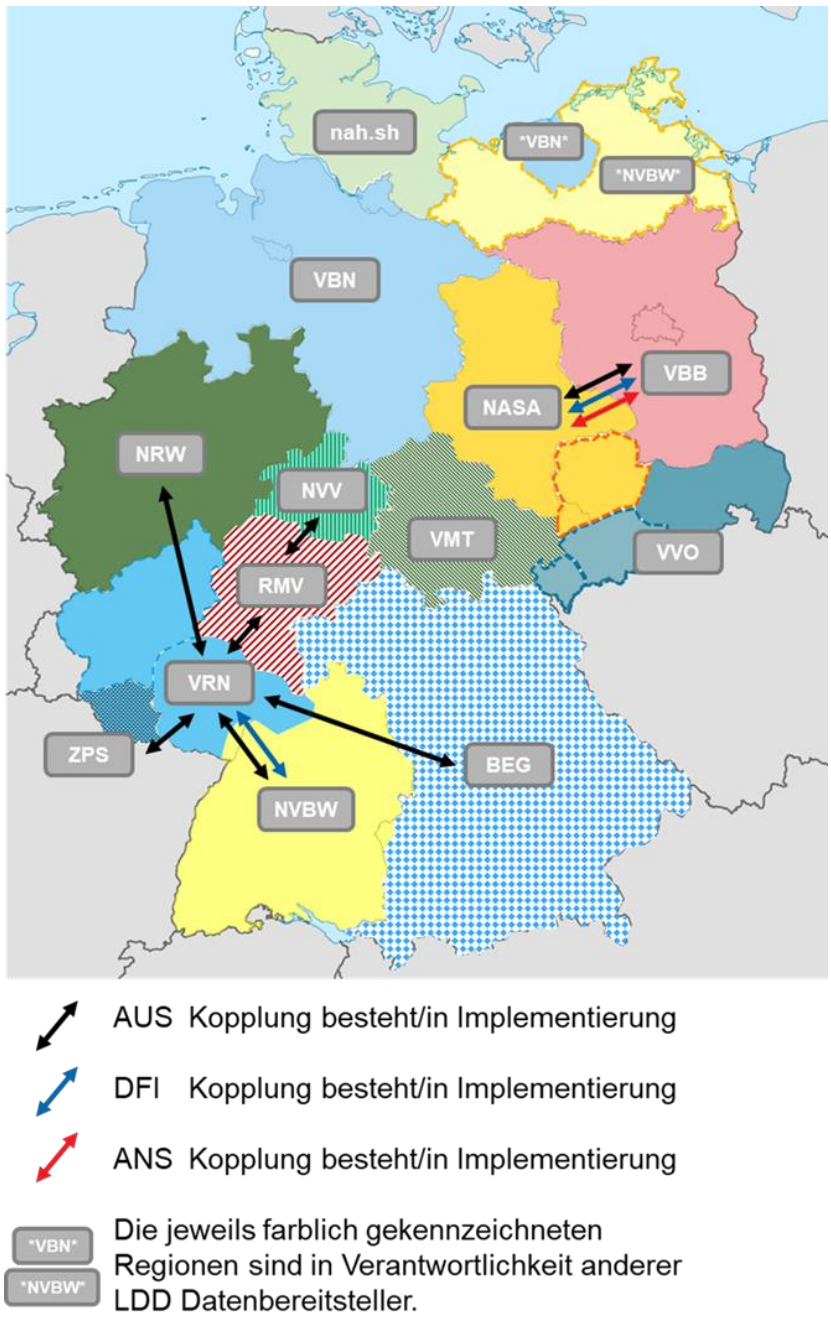


Abbildung 3-1 Überblick Datendrehscheiben (national), Stand: Juni 2018

Trotz der technischen Echtzeitdaten-Verfügbarkeit im DACH Raum und den bereits vorhandenen Vernetzungslösungen ist eine zentral gesteuerte Initiative für einen

einheitlichen Lösungsansatz zwingend notwendig, da die Lieferungen von verwertbaren Daten für Auskunftssystemen je nach Verkehrsunternehmen sehr unterschiedlich ist.

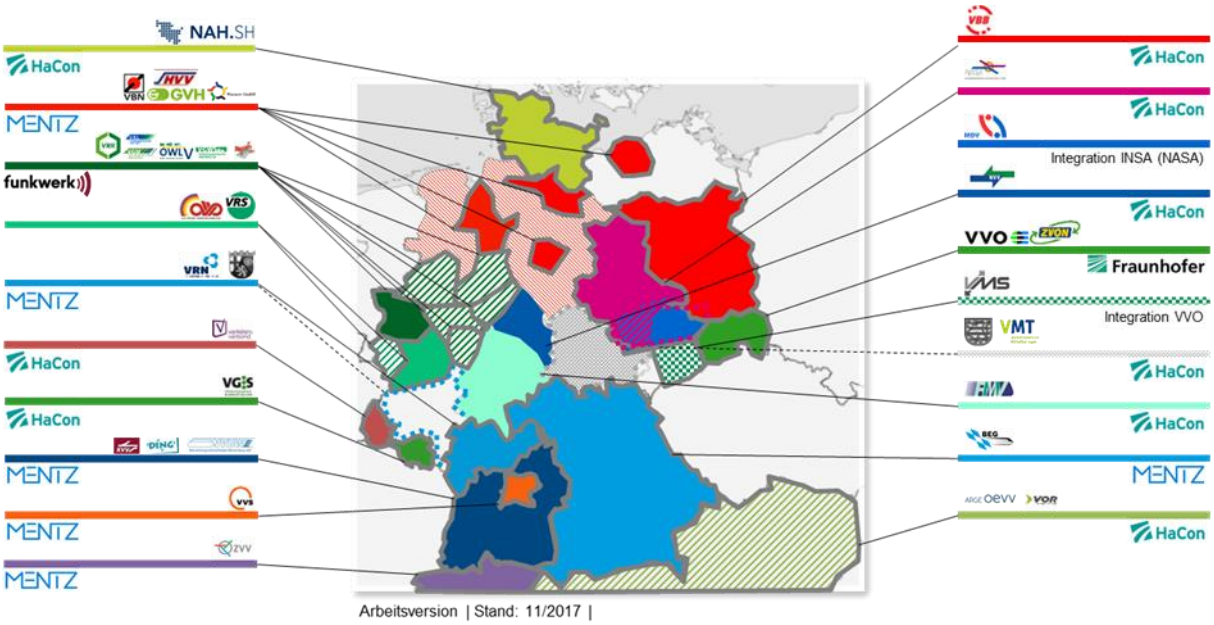


Abbildung 3-2 Überblick Datendrehscheiben im DACH Raum, Stand: November 2017

Folgende zentrale Probleme und Risiken können festgehalten werden:

- z.T. veraltete ITCS mit begrenzter Leistungsfähigkeit bei den Verkehrsunternehmen
    - unterschiedliche Schnittstellenversionen
    - Datenqualität und -aktualität
- fehlende Vorgaben und Leitlinien
    - unterschiedliche Schnittstellenversionen
    - Nutzung unterschiedlicher optionaler VDV Attribute
    - unterschiedliche Interpretationen / Auslegungen der VDV Schriften
    - Unterschiedliche Herangehensweise bei der Einrichtung und Nutzung der Schnittstellen
    - Datenqualität und -aktualität
- meist fehlender Manpower bei Verkehrsunternehmen und –verbünden
    - zeitliche Verzögerungen
    - Informationsverlust

- z.T. fehlendes Knowhow der Mitarbeiter bei Verkehrsunternehmen und –verbünden
    - Nutzung unterschiedlicher optionaler VDV Attribute
    - Unterschiedliche Herangehensweise bei der Einrichtung der Schnittstellen
    - Zuordnungsprobleme

Die oben genannten Aspekte führen zur Grundvoraussetzung für eine effiziente überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben:

ausreichende Datenqualität

bei Soll- sowie Echtzeitdaten.

Bei ungenügender Datenqualität gehen wichtige Informationen von der Datenquelle (ITCS der Verkehrsunternehmen) bis zum Fahrgast (DFI-Anzeigen / Auskunftssystemen) verloren oder werden im schlimmsten Fall irreführend für den Fahrgast.

So können in einem regionalen Beispiel im Jahr 2017 von 5.000 Fahrten (Quelle Solldatenbasis) 3050 Fahrten in Echtzeit in Auskunftssystemen für den Fahrgast angezeigt werden. Das entspricht 61% aller möglichen Fahrten, Aufgrund des komplexen Ablaufes verringert sich diese Quote der Echtzeitdaten im deutschlandweiten Beispiel auf lediglich 21% (170.000 von 810.000 Fahrten).

Es ist darauf hinzuweisen, dass viele der genannten Probleme und Risiken bereits durch Fachgruppen erkannt und bereits außerhalb sowie parallel zum Projekt behandelt werden. Im Folgenden wird hier explizit auf andere Fachgruppen verwiesen um einen Doppelaufwand zu vermeiden.

Die Erkenntnisse der Arbeitspaketes 1 zu technischen und organisatorischen Herausforderungen wurden in Arbeitspaket 2 vertieft.

3.2 AP 2 – Konzeptentwicklung und Abstimmung Daten-Input und Daten-Output

3.2.1 Zielstellung

Die Zielstellung des zweiten Arbeitspaketes gliederte sich wie folgt:

- Analyse der technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen (u.a. unterschiedliche Bezeichner und Schemata für Haltestellen, Linien, unterschiedliche Qualitätsregeln, abweichende Aktualisierungsintervalle, unterschiedliche Systemansätze, Abweichung in der META-Datenverschlüsselung)
- Erstellung des Vorschlages für eine einheitliche Solldaten-Bereitstellung als Grundlage für die Generierung von Echtzeitdaten, die von DDS ausgetauscht werden
- Analyse rechtlicher Rahmenbedingungen und Entwicklung eines Rollen-Modells

Des Weiteren wurden in Arbeitspaket 2, durch die Identifizierung von Bewertungskomplexen, die für die Bewertung der Vorzugsvariante(n) in Arbeitspakt 5 notwendig sind, bereits die ersten Vorarbeiten für folgende Arbeitspakete getätigt. Diese Arbeiten erfolgten mit Bedacht auf größtmögliche Transparenz für die Projektpartner sowie alle weiteren Interessierten.

3.2.2 Vorgehensweise

Zunächst wurden die Erkenntnisse aus dem vorherigen Arbeitspaket aufgegriffen und zusammen mit den Ergebnissen aus parallelen Projekten abgeglichen und erweitert.

Die Analyse der technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen erfolgte in Expertenrunden zum einen in Anlehnung des Schweizer Vorbildes der Vernetzung von Echtzeitdatensystemen und in enger Zusammenarbeit mit der VDV Arbeitsgruppe „K3“. Aufbauend auf den Ergebnissen der Arbeitsgruppen, insbesondere bei der Präzisierung der vorhandenen Schnittstellen, wurden die technischen und organisatorischen Mindestanforderungen für eine überregionale Vernetzung von DDS durch fachübergreifende Diskussionen aufgestellt.

Parallel zu den Überlegungen bzgl. der Echtzeitdaten wurde die Solldatenanalyse betrieben. Trotz der Feststellung, dass Datendrehscheiben prinzipiell keine Solldaten verarbeiten, wurden weitreichende Recherchen bzgl. der Solldatenanalyse betrieben. Nachdem sich weitere Expertenkreise – von DELFI und VDV, so ist hier u.a. die DELFI Integrationsplattform (DIP) zu nennen – explizit mit der Problemstellung „qualitative Solldatenbereitstellung“ beschäftigen wurden Parallelarbeiten vermieden. So wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber die Erstellung eines einheitlichen Solldatenschemas lediglich auf die Bedürfnisse des Forschungsprojektes beschränkt. Ein Austausch mit den jeweiligen externen Arbeitsgruppen erfolgte stetig.

Bei der Entwicklung eines Rollenmodells wurden zunächst die vertraglichen Rahmenbedingungen geprüft. Durch die umfassenden und unterschiedlichen Rahmen hierbei, wurde zusammen mit dem Auftraggeber eine weitere Arbeitsgruppe, die sog. „Data Governance“ gegründet. Auch diese Arbeitsgruppe erkannte die notwendigen umfangreichen Arbeiten und ist nun in Folgeprojekten integriert. Somit konnte kein allgemein gültiges Rollenmodell entwickelt werden, sondern ein für das FE-Projekt hinreichendes Rollenmodell.

3.2.3 Ergebnisse

Aufbauend auf den Ergebnissen des ersten Arbeitspaketes und der Arbeitsgruppe VDV „K3“ Datenqualität, in der kontinuierlich Erfahrungen zusammengetragen und Lösungsvorschläge in Form von Empfehlungen erarbeitet werden, konnte festgehalten werden, dass die vorhandenen Schnittstellen (VDV 453 DFI sowie ANS und VDV 454) eine solide Basis für die Vernetzung von DDS darstellen. Lediglich die unterschiedliche Interpretation der Schnittstellen sowie die Diversität der Nutzung der Schnittstellen (Schnittstellenversionen, Nutzung von Referenzdiensten, Nutzung von optionalen VDV Attributen) führen zu der Empfehlung, diese offenen Punkte zu präzisieren.

Somit können für die Vernetzung folgende Empfehlungen gegeben werden:

- allgemeine Empfehlungen
  - Nutzung der jeweils aktuellen VDV Schrift,
  - Nutzung von Referenzdiensten
  - Erweiterung der VDV Statusmeldung, zur Verringerung des Abstimmungsaufwandes zwischen DDS-Betreibern
- Technische Empfehlungen (Auszug):
  - Lieferung von Komplettfahrtmeldungen
  - Verlässliche Lieferung von Prognosedaten
  - Einheitliche Hysterese
  - Einheitliche Vorschauzeit
  - Einheitliche und eindeutiger Referenz-Parameter, u.a.
    - Halt-ID
    - LinienID, Linientext
    - RichtungsID, Richtungstext
    - ProduktID
    - FahrzeugTypID
    - Fahrtreferenzierung
  - Umsetzung der „Real“-Zeiten
  - Einheitliche Gültigkeitszeiträume

Die Erarbeitung der einheitlichen Solldaten-Bereitstellung ist für eine Vernetzung von Datendrehscheiben nicht zwingend relevant, da es sich bei den Systemen um aus-

schließlich Echtzeitdatensysteme handelt. Nichtsdestotrotz ist eine einheitliche, eindeutige und hoch-qualitative Solldatenbereitstellung die Basis für eine konsistente verlässliche und gute Fahrgastinformation.

Da sich, wie bereits in Kapitel 3.2.2 erwähnt, weitere Arbeitsgruppen und Projekte, wie u.a. die VDV Arbeitsgruppe K3, der DELFI e.V. im Zuge der Realisierung der DIP oder auch das Forschungsprojekt ÖV-Daten für NAP, explizit diesem Thema widmen, wurden detaillierte Festlegungen über die Erkenntnisse der o.g. Gremien hinaus getroffen, die für das Forschungsprojekt und die kurzfristige Umsetzung der Pilotanwendungen notwendig waren. Alle Erkenntnisse dieses FE-Projektes fanden in die jeweiligen Arbeitsgruppen Einfluss.

Zu diesen projektspezifischen Vereinbarungen zählen u.a. folgende:

Parameter	Anwendung	Beispiel / Bemerkung
DHID	X	Wenn vorhanden, sonst Umschlüsselung beim Ausgang aus dem liefernden System.
DLID	X	nicht innerhalb FoPS
DFID	X	bilaterale Abstimmungen
DTID	-	nicht innerhalb FoPS
ProduktID	X	Gemäß VDV ENUM
RichtungsID	X	1 / 2, Hin / Rueck & bilaterale Abstimmungen
BetreiberID	X	VU Kennung in Umschlüsselung in DDS
Mastschärfe	-	in DIHD enthalten, nicht relevant für FoPS

Bei der Entwicklung eines Rollenmodells wurden zunächst die vertraglichen Rahmenbedingungen geprüft. Durch die Vielfalt und die Komplexität der einzelnen Verträge zwischen Verkehrsunternehmen und Verkehrsverbund bzw. zwischen Verkehrsunternehmen, Kommune und Verkehrsverbund, musste man schnell erkennen, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen den Umfang dieses FE-Teilarbeitspaketes übersteigen. Daher wurde die Projekt-übergreifende Arbeitsgruppe „Data Governance“, u.a. unter Mitwirkung der DB AG (Abteilung IT-Plattform and Services Reisendeninformation [PZ 2]) sowie BAG-SPNV und DELFI e.V. etabliert. Hier werden rechtliche Voraussetzungen und Anforderungen zusammen mit allen Stakeholdern der ÖV-Branche definiert. Die Arbeitsgruppe wird u.a. auch im Forschungsprojekt „ÖV-Daten für NAP“ fortgeführt.

Abbildung 3-3 Inhalt der Arbeitsgruppe Data Governance

Ohne diese Voraussetzungen konnte kein allgemeingültiges Rollenmodell entwickelt werden. Allerdings wurden die Verantwortlichkeiten, die für dieses Projekt notwendig waren, aufgestellt und während den Pilotanwendungen präzisiert.

3.3 AP 3 – META-Datenmodell für die Verknüpfung von DDS

3.3.1 Zielstellung

Für die überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben ist ein optimiertes META-Datenmodell zu beschreiben und zu verifizieren. Hierbei wurden die Erkenntnisse aus den vorherigen Arbeitspaketen sowie aus weiteren verfügbaren Datenmodellen wie ÖPNV-Datenmodell, DELFIplus, EU-Spirit und europäische Datenmodelle berücksichtigt. Das entwickelte Datenmodell sollte unter Verwendung von heute existierenden Anwendungsbeispielen verifiziert werden.

3.3.2 Vorgehensweise

Für die Entwicklung eines optimierten META-Datenmodells wurden bekannte Grundlagen aus verfügbaren Datenmodellen, u.a. ÖPNV-Datenmodell, DELFIplus oder EU-Spirit analysiert und auf Übertragbarkeit geprüft. Ebenfalls wurden die Problemstellungen und Risiken der vorherigen Arbeitspakete in die Entwicklung mit einbezogen. Darauffolgend konnten die Anforderungen der z.T. komplexen Vernetzung von DDS betrachtet werden und an den bestehenden Datenmodellen gespiegelt werden.

Mit dieser Basis und unter Berücksichtigung einer realistischen Aufwandsabschätzung, zur Umsetzbarkeit innerhalb der bestehenden Rahmenbedingungen erfolgten

die Definition der Vernetzungsparameter und die detaillierte Abstimmung dieser Parameter.

Nach Abstimmungen mit der VDV Spiegelgruppe 453/4 wurde anhand der aktuellen Schnittstellenversion der Schriften VDV 453 und VDV 454 ein optimiertes META-Datenmodell entwickelt.

Ein Informationsrückfluss zu den VDV Gremien war durch den regelmäßigen Austausch der Projektmitglieder gewährleistet.

3.3.3 Ergebnisse

Aufgrund der Vorarbeit in den Arbeitspaketen 1 und 2 war schnell ersichtlich, dass die aktuellen Schnittstellen VDV 453 ANS und DFI sowie VDV 454 AUS alle Anforderungen für die Zielerreichung des Forschungsprojektes abdecken. Somit wurde damit begonnen die jeweiligen VDV Schriften – zusammen mit der VDV Spiegelgruppe 453/4 – zu präzisieren. Alle Anforderungen wurden dem VDV-Verantwortlichen übergeben.

So wurden folgende Festlegungen für eine effiziente Vernetzung von Datendrehscheiben getroffen:

1. Allgemeine Festlegungen
    a. Deutschlandweit einheitliche IDs
    Das Forschungsprojekt zeigt deutlich auf, dass die durchgehende Nutzung deutschlandweit einheitlicher IDs (DHID, DLID und DFID) den Datenaustausch zwischen allen beteiligten Systemen erheblich vereinfachen und verbessern wird. Die Anstrengungen von VDV sowie DELFI e.V. werden durch die Forschungsergebnisse ganzheitlich unterstützt. Die flächendeckende Einführung der DHID (Stand 08/2019) ist erfolgt und bietet insbesondere bei den Solldaten, sowie dem Matching der Daten in Auskunftssystemen große Effizienzsteigerungen (insb. bei notwendigen Abstimmungen).
    b. Es ist festzuhalten, dass die neuen VDV xsd-Version 2017c bereits zusätzliche in diesem Kontext nützliche Erweiterungen aufweist. So wird u.a. das neue Attribut "Protokolleinträge" aufgenommen, welches für die Analyse der Übertragungsdauer genutzt werden kann und ein Monitoring des Datenaustausches erleichtert.
2. Zwingend umzusetzende Festlegungen (Empfehlungen mit hoher Priorität für die jeweilige VDV Spiegelgruppe)
    a. Die Unterattribute „ProduktID“ und „BetreiberID“ sind im VDV 454 AUS Dienst obligatorisch zu liefern.
    b. Der „LinienText“ mit Eintragung der öffentlich bekannten Liniennummer ist bei allen VDV Diensten obligatorisch zu liefern.

c. Die Nutzung des Rückkanals im VDV Dienst 453 ANS mit dem Attribut „AbbringerInfo“ ist obligatorisch zu liefern.
d. Es ist beim VDV 454 AUS Dienst vom Quellsystem zwingend eine Komplettfahrtmeldung als Erstmeldung zu übermitteln, um ggf. vorhandene Halt- bzw. Fahrwegänderungen zu berücksichtigen.
e. Die Vorschauzeit bei VDV Dienst REF-AUS ist mit obligatorisch mindestens 24 Stunden festzulegen.

3. Umzusetzende Festlegungen (Empfehlungen mit nachgeordneter Priorität für die jeweilige VDV Spiegelgruppe)
   a. Es soll eine allgemein gültige Festlegung zur Verwendung des Attributs „Richtungstext“ ist bei allen Diensten gemacht werden.
   b. Die Hysterese soll bei den Diensten DFI und ANS max. 30 Sekunden, im AUS-Dienst max. 60 Sekunden möglichst nicht übersteigen um eine Verzögerung bei der Datenan- bzw. -abnahme der DDS Systeme zu vermeiden.

3.4 AP 4 – Konzeption Kopplungsvarianten

3.4.1 Zielstellung

Es waren verschiedene Varianten, z.B. bilaterale oder nationale Ansätze, für die Kopplung von Datendrehscheiben konzeptionell zu beschreiben und mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen darzustellen.

Die Kopplungsvarianten sind hinsichtlich

- technischer Machbarkeit
- notwendiger technischer, organisatorischer, zeitlicher und finanzieller Aufwände
- Betriebsstabilität
- Erkennung und Vermeidung von redundanten Informationen

zu vergleichen und zu bewerten.

Insbesondere für Verkehrsunternehmen mit „grenz“-überschreitenden Verkehren waren diese Varianten auch unter Berücksichtigung dieser spezifischen Anforderungen zu bewerten.

3.4.2 Vorgehensweise

Die Erarbeitung der Kopplungsvarianten erfolgte in enger Zusammenarbeit und Abstimmung von Vertretern von Verkehrsunternehmen (Datenquellsystemen) und Verkehrsverbünden (Betreibern DDS sowie DFI und Auskunftssystemen). Ziel hierbei war es konsensfähige Lösungsansätze, die für andere Regionen übertragbar sind zu erarbeiten.

Die Konzeption der Kopplungsvarianten erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurden potentielle Anwendungsfälle diskutiert, bevor im zweiten Schritt in Betracht der in Schritt 1 erzielten Erkenntnisse das Projektgebiet (siehe Abbildung 2-1 Projektregion) sowie die technischen und zeitlichen Möglichkeiten der Projektpartner sowie deren Verkehrsunternehmen detailliert untersucht wurden.

Allen Diskussionen lag die folgende Projektarchitektur zu Grunde.

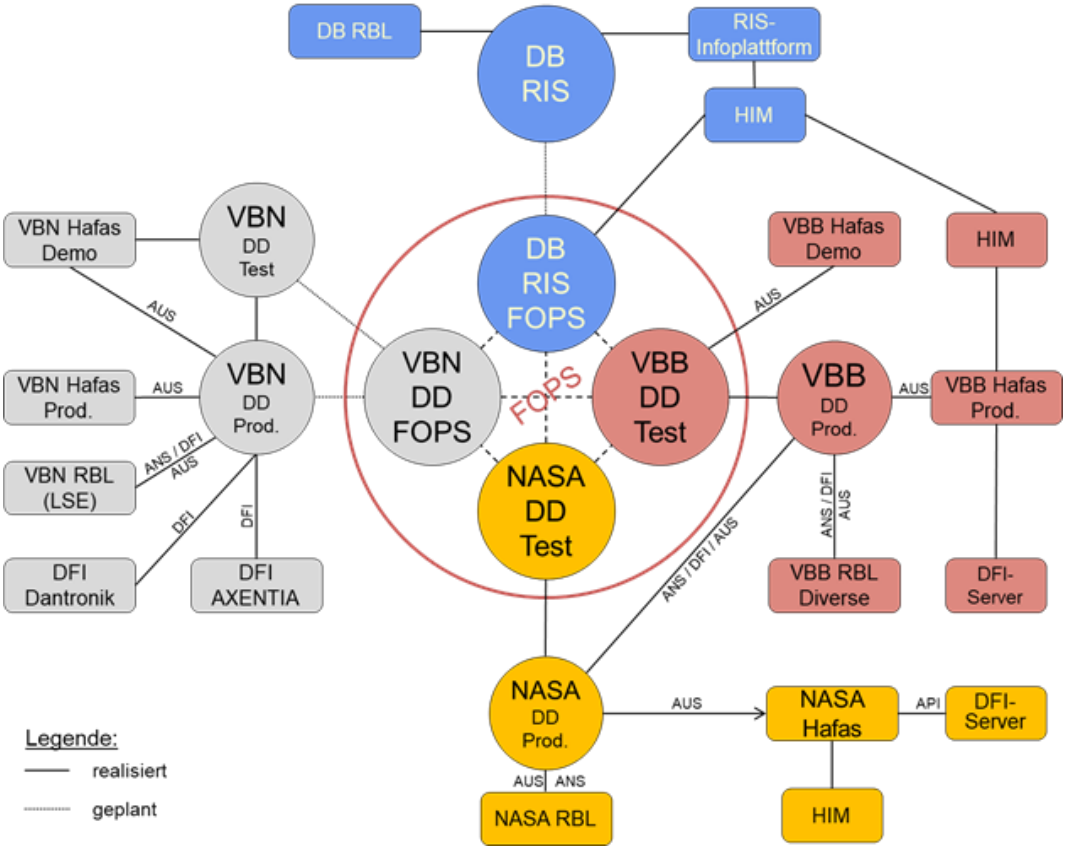


Abbildung 3-4 Projektarchitektur

Hierbei sind insbesondere die Test-Datendrehscheibensysteme innerhalb des roten Kreises (Projektrelevant) und die produktiven Datenquellsysteme zu erkennen.

3.4.3 Ergebnisse

3.4.3.1 *Architekturansätze*

Bei den Kopplungsvarianten werden verschiedene Architekturansätze unterschieden, die im Folgenden definiert werden. Hierbei sind Datenabnehmer und -lieferanten als Systeme zu verstehen, bei denen die Betreiber vertragliche Beziehungen mit einem Repräsentanten der DDS haben und Daten über VDV-Protokolle austauschen können.

3.4.3.1.1 Dezentraler Architekturansatz

Unter einem dezentralen Ansatz wird die direkte Verknüpfung zwischen LDD in der Regel von angrenzenden Verkehrsgebieten verstanden, wie sie bereits heute existiert. Beispielsweise zwischen VBB LDD und NASA LDD. Der Fokus liegt auf der Region der von der LDD verantworteten Daten.

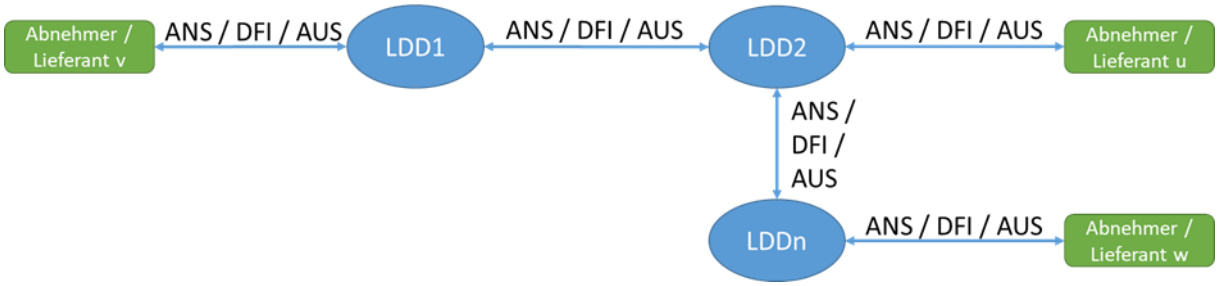


Abbildung 3-5 dezentraler Architekturansatz

Hierbei werden die Daten von der einen LDD direkt an die benachbarte LDD bzw. weiter an den regionalen Abnehmer und/oder weiteren LDD geleitet, womit kein zusätzlicher Datenpfad zu einem Zwischensystem benötigt wird. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Anschlusssicherung, bei der zwei Fahrzeuge mit einander Daten (über die RBL/ITC Systeme und die jeweilige LDD) austauschen.

3.4.3.1.2 Architekturansatz Regio-Cluster

Unter dem Architekturansatz Regio-Cluster werden mehrere überregionale DDS verstanden, über die es für Abnehmer möglich ist Daten für das gesamte nationale Gebiet durch die Anbindung an wenigen (z.B. maximal 5) Regio-Cluster-DDS abzunehmen.

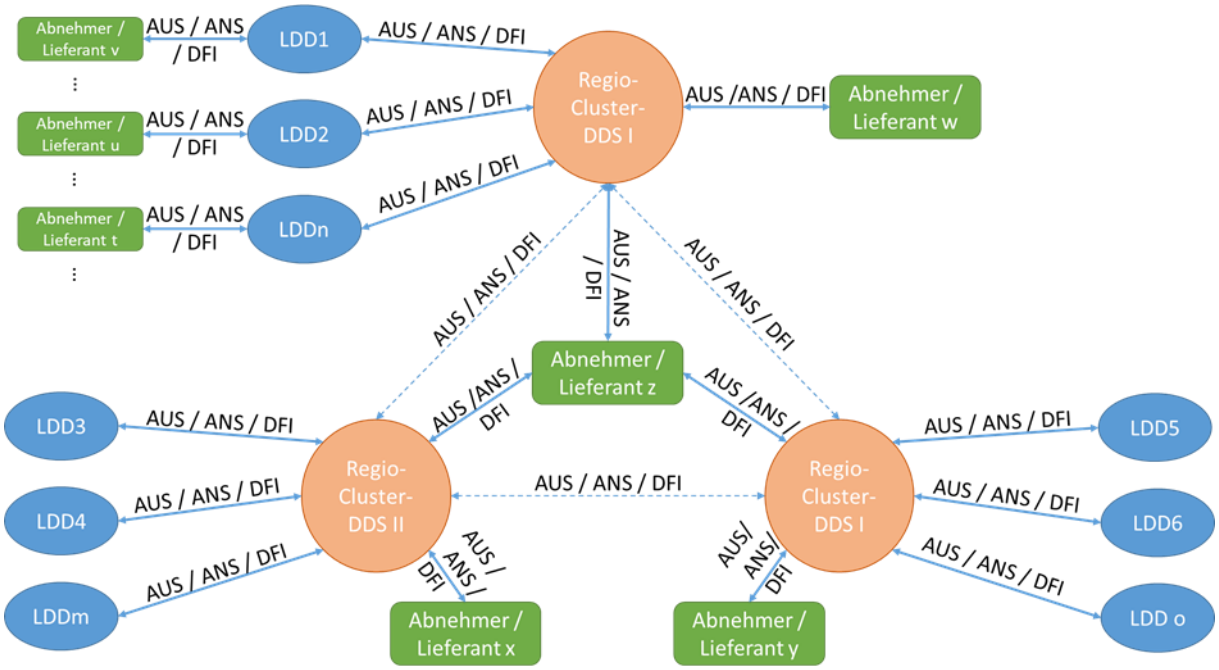


Abbildung 3-6 Architekturansatz Regio-Cluster

Die Daten werden vom Quellsystem über die zuständige LDD zur Regio-Cluster-DDS geleitet, verarbeitet und den Abnehmern bereitgestellt, so dass beispielsweise dem „Abnehmer v" auch Daten aus LDD 2 zur Verfügung stehen.

Hierbei können potentielle Abnehmer Daten sowohl von der jeweiligen Regio-Cluster-DDS als auch von der jeweiligen LDD abrufen. Die Daten der LDD sind primär auf das jeweilige Verkehrsgebiet beschränkt. Nur durch eine Vernetzung der Regio-Cluster-DDS kann der Datenaustausch über die jeweilige Regio-Cluster-DDS hinaus erweitert werden. Durch eine Vernetzung der Regio-Cluster-DDS könnten dann alle verfügbaren überregionalen Daten bereitgestellt werden.

Hierbei ist es möglich bestehende LDD Systeme zu ertüchtigen, damit aus heutigen LDDs potentielle Regio-Cluster-DDS entstehen können.

Aufgrund von bestehenden vertraulichen Vertragsgrundlagen der einzelnen Betreiber, sowie eines komplexen Abstimmungsprozesses zwischen den bestehenden Systembetreibern konnte in diesem Projekt keine nähere Betrachtung, welche Systeme potenziell ertüchtigt werden sollen, erfolgen.

3.4.3.1.3 Zentraler Architekturansatz

Unter dem zentralen Architekturansatz wird ein zentrales Echtzeit-Datendrehscheiben-System verstanden, welches Datenströme sammelt, ggf. bündelt und konsolidiert sowie die Daten wieder an die abnehmenden Systeme verteilt.

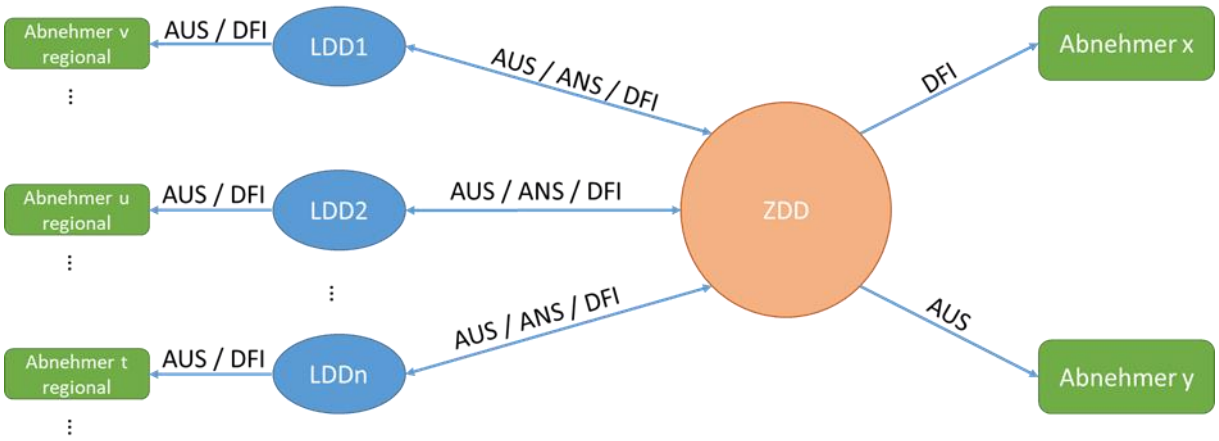


Abbildung 3-7 zentraler Architekturansatz

Die Daten werden vom Quellsystem über die zuständige LDD zur ZDD geleitet, verarbeitet und den Abnehmern bereitgestellt.

Hierbei können potentielle Abnehmer Daten sowohl von der ZDD als auch von der jeweiligen LDD abrufen. Die Daten der LDD sind zunächst auf das jeweilige Verkehrsgebiet beschränkt, können aber über einen Austausch mit der ZDD erweitert werden. Die ZDD kann alle verfügbaren Daten bereitstellen.

Aufgrund der bis heute nicht abgegrenzten Zuständigkeiten bei der Echtzeitdatenverteilung in Deutschland konnte in diesem Projekt nicht betrachtet werden,

- wer ein potentieller Betreiber eines zentralen Systems sein kann bzw.
- ob die Umsetzung einer zentralen Datendrehscheibe über ein neues System oder einen Ausbau eines bestehenden Datendrehscheiben-Systems erfolgt.

3.4.3.2 *Anwendungsfälle*

Die Kopplungsvarianten und deren Szenarien wurden anhand der VDV-Schnittstellendienste VDV 453 DFI, VDV 453 ANS sowie VDV 454 AUS gegliedert. Jeder Anwendungsfall wurde in Szenarien unterteilt, um unterschiedliche Varianten und deren Verhaltensweisen / Konsequenzen zu überprüfen.

Die folgenden Umsetzungsmöglichkeiten wurden geprüft:

Wittenberge
- DFI, **ANS**, **AUS**
- VBB, NASA, DB RIS

Torgau
- **DFI**, **ANS**, AUS
- VBN, VBB, DB RIS

Stendal
- **DFI**, **ANS**
- VBB, NASA, DB RIS

Salzwedel
- **DFI**, **ANS**, **AUS**
- VBN, NASA, DB RIS

Goslar
DFI, ANS, **AUS**
VBN, NASA/HEX, DB RIS

Rostock
DFI, ANS, **AUS**
VBN, VBB, DB RIS

…
SIRI SX

Gelpanter Anwendungsfall:	AUS
Möglicher Anwendungsfall:	**AUS**
Favorisierter Anwendungsfall:	**AUS**

Abbildung 3-8 Anwendungsfälle und Umsetzungsmöglichkeiten

Die Konzeption für den Austausch von Ereignismeldungen (via SIRI SX) erfolgte, wie auch in Arbeitspaket 5 aufgrund der Straffung des Zeitplans, wie mit dem Auftraggeber vereinbart, in Arbeitspaket 6.

Die folgenden drei Umsetzungsmöglichkeiten wurden in Arbeitspaket 4 beschlossen:

3.4.3.2.1 Anwendungsfall 01 DFI (Dynamische Fahrgastinformation)

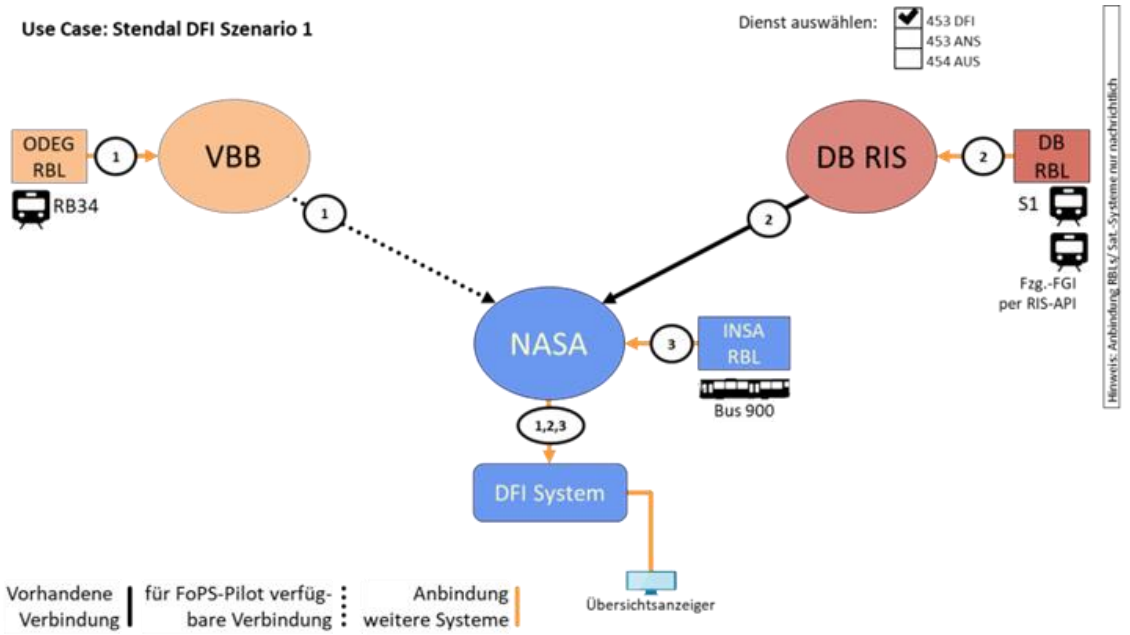
Dieser Anwendungsfall ist in zwei Testszenarien unterteilt, wobei das erste Szenario „NASA“ den zentralen Ansatz und das zweite Szenario den dezentralen Ansatz darstellt. Die Akteure des Anwendungsfalles sind (in alphabetischer Reihenfolge):

- Deutsche Bahn AG [DB]
- Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH [NASA]
- Ostdeutsche Eisenbahn GmbH [ODEG]
- Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH [VBB]

Der Anwendungsfall 01 DFI wurde in Stendal durchgeführt, da hier, neben der für den Praxisbetrieb relevanten Kundeninformation auch nach dem Forschungsprojekt, Bundesland-übergreifende Verkehre an einem Standort angezeigt werden sollen. Des Weiteren konnten alle erforderlichen Systeme (u.a. ODEG RBL, NASA DFI-System) zeitnah im Projekt mitwirken.

Im Folgenden sind beide Szenarien-Systembilder sowie –Datenflüsse dargestellt.

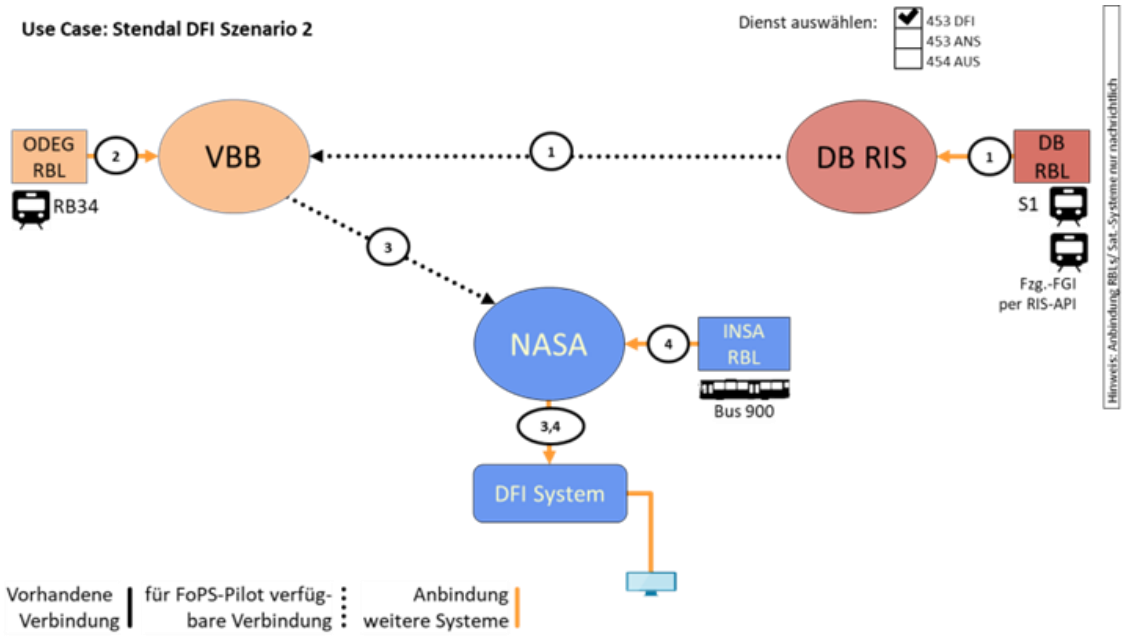
Szenario 1: Zentrale „NASA“



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
DFI-Anzeiger NASA	ODEG RBL (RB34)	1	ODEG RBL → VBB LDD → NASA LDD → NASA DFI
DFI-Anzeiger NASA	DB RIS (S1)	2	DB RIS → NASA LDD → NASA DFI
DFI-Anzeiger NASA	INSA RBL (Bus900)	3	INSA RBL → NASA LDD → NASA DFI

Abbildung 3-9 Anwendungsfall 01 DFI - Zentrale "NASA"

Szenario 2: Dezentral



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
VBB LDD	DB RIS (S1)	1	DB RIS → LDD VBB
VBB LDD	ODEG RBL (RB34)	2	ODEG RBL → VBB LDD
DFI-Anzeiger NASA	NASA LDD (Bündelung der Informationen aus 1, 2)	3	VBB LDD → NASA LDD → NASA DFI
DFI-Anzeiger NASA	INSA RBL (Bus900)	4	INSA RBL → NASA LDD → NASA DFI

Abbildung 3-10 Anwendungsfall 01 DFI - Dezentral

Jedes Szenario sollte an drei aufeinanderfolgenden Wochentagen effektiv durchlaufen werden. Ziel war es, alle Fahrten (RB34, S1, Bus 900) auf einem stationären DFI Anzeiger in Stendal anzuzeigen.

Eine Umsetzung der Fahrgastinformation im Fahrzeug wurde im Testfall nicht betrachtet, da hierzu keine technischen Gegebenheiten bei den Projektpartnern vorzufinden waren. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Ansteuerung von Anzeigern in Fahrzeugen fast ausschließlich über APIs und nicht über den VDV 453 DFI Dienst realisiert wird.

3.4.3.2.2 Anwendungsfall 02: ANS Bassum (Anschlusssicherung)

Die Pilotanwendung 02 ANS wurde zunächst für den Anwendungsfall Salzwedel konzipiert. Nach mehrmaliger Analyse stellte sich jedoch heraus, dass keine verlässlichen Untersuchungen durchzuführen waren, da die anzuschließenden RBL Syste-

me keine durchgehenden Echtzeitdaten liefern konnten und die Anschlussfrequenz pro Tag zu gering war.

Aufgrund dessen wurde der Anwendungsfall Bassum als „Alternativ-Szenario“ genutzt. Auch hier wurde der Anwendungsfall, wie im Anwendungsfall 01 DFI, anhand von zwei Testszenarien beide Ansätze, zentral sowie dezentral, durchlaufen.

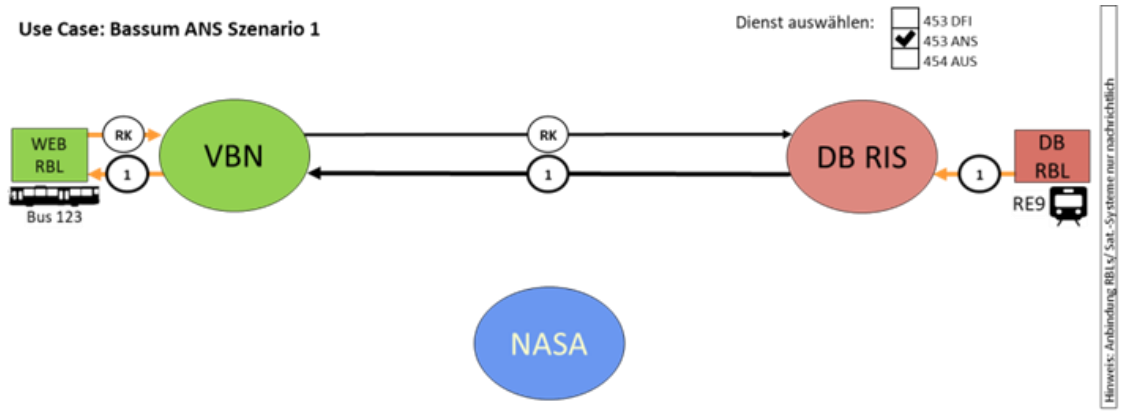
Die Akteure des Anwendungsfalles sind (in alphabetischer Reihenfolge):

- Deutsche Bahn AG [DB]
- Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH [NASA]
- Verkehrsverbund Bremen/Niedersachsen GmbH [VBN]
- Weser-Ems Busverkehr GmbH [WEB]

Die Besonderheit des Anwendungsfalles: die Datenquelle, das RBL/ITCS der Weser-Ems Busverkehr GmbH, war kein Testsystem, sondern das im produktiven Einsatz befindliche System. Dies wurde insbesondere beim Rückkanal deutlich, da im Testzeitraum der Rückkanal nicht genutzt wurde. Dieser spezielle Testinhalt wurde durch nachgelagerte Tests analysiert.

Im Folgenden sind beide Szenarien-Systembilder sowie –Datenflüsse dargestellt.

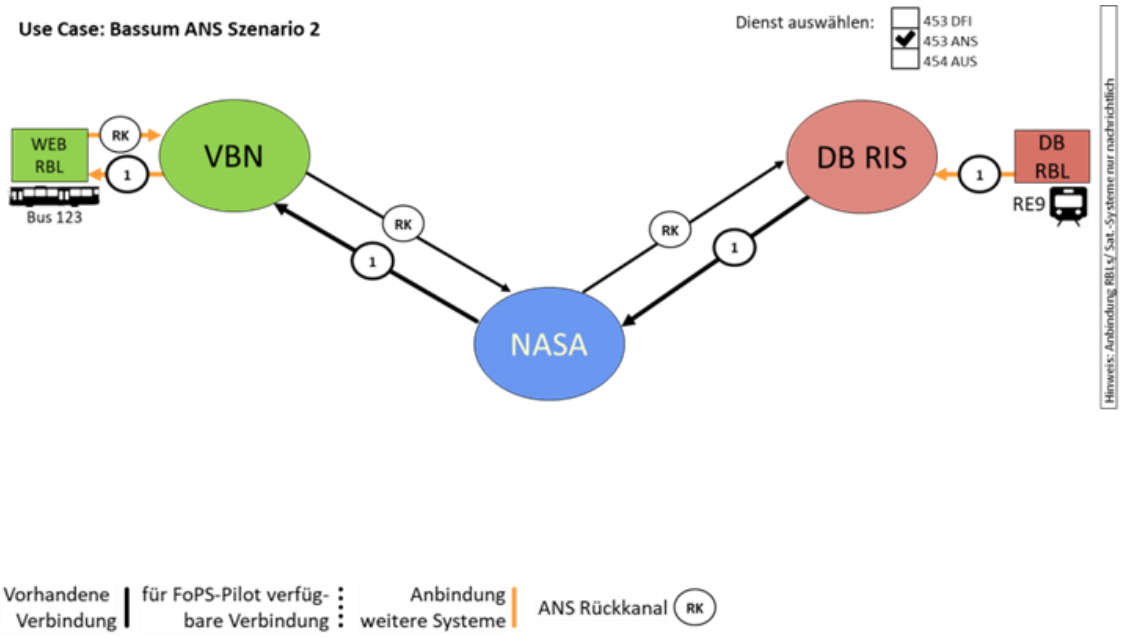
Szenario 1: Dezentral



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
Weser Ems Bus RBL (BUS 123)	DB RIS (RE9)	1	DB RIS → VBN LDD → Weser Ems Bus RBL
Weser Ems Bus RBL (BUS 123)	DB RIS (RE9)	(RK)	Weser Ems Bus RBL → VBN LDD → DB RIS

Abbildung 3-11 Anwendungsfall 02 ANS - Dezentral

Szenario 2: Zentrale „NASA“



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
Weser Ems Bus RBL (BUS 123)	DB RIS (RE9)	1	DB RIS → NASA LDD → VBN LDD → Weser Ems Bus RBL
Weser Ems Bus RBL (BUS 123)	DB RIS (RE9)	(RK)	Weser Ems Bus RBL → VBN LDD → NASA LDD → DB RIS

Abbildung 3-12 Anwendungsfall 02 ANS - Zentrale "NASA"

In diesem Anwendungsfall sollten die Szenarien je drei aufeinanderfolgende Wochentage getestet werden. Das Ziel war es, die Anschlusssicherung mit Rückkanal zu durchlaufen.

3.4.3.2.3 Anwendungsfall 03: Goslar AUS (Auskunftsinformation)

Der Anwendungsfall 03 AUS ist aufgrund der vielen beteiligten Akteure sehr komplex. Daher ist dieser Anwendungsfall in vier Szenarien aufgeteilt. So wird der Komplexität und der Bedeutung des Auskunftsinformationsdienstes Rechnung getragen. Einzelne Szenarien werden bereits in der Praxis umgesetzt.

Auch bei diesem Anwendungsfall war es das Ziel, die unterschiedlichen Architekturansätze gegenüberzustellen. Des Weiteren war auch die Informationsanzeige in einer bzw. mehreren Auskunftssystemen ein Ziel.

Die Akteure des Anwendungsfalles sind (in alphabetischer Reihenfolge):

- Deutsche Bahn AG [DB]
- HEX HarzElbeExpress - Transdev Sachsen-Anhalt GmbH [HEX]
- Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH [NASA]
- Ostdeutsche Eisenbahn GmbH [ODEG]

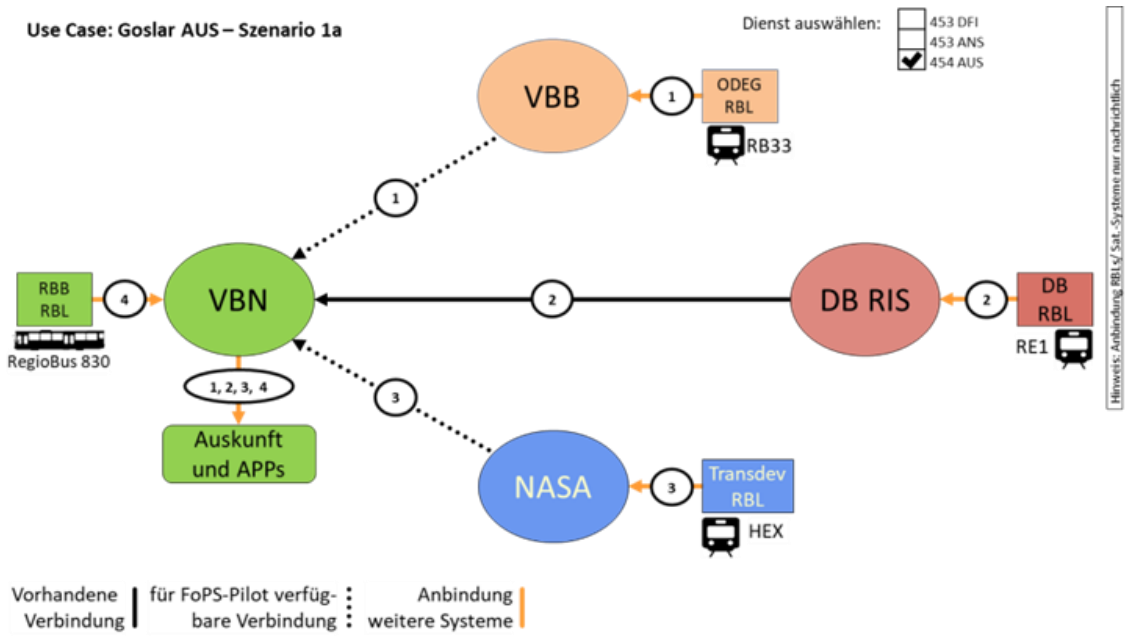
- Regionalbus Braunschweig GmbH [RBB]
- Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH [VBB]
- Verkehrsverbund Bremen/Niedersachsen GmbH [VBN]

In Anwendungsfall 03 AUS sollten die Fahrten der RB33, des RE1, des HEX (Linien 4, 11, 21 und 31) und des Regiobusses 830 durchgeführt werden, da hier eine optimale Ausgangssituation bzgl. verfügbarer Projektpartner, Echtzeitdatenqualität sowie Bundesland-übergreifender Verkehr vorzufinden ist.

Ziel des Anwendungsfalles war es, verschiedene Datenwege bis hin zu einem bzw. mehreren Auskunftssystemen zu vergleichen.

Im Folgenden sind alle vier Szenarien-Systembilder sowie –Datenflüsse dargestellt.

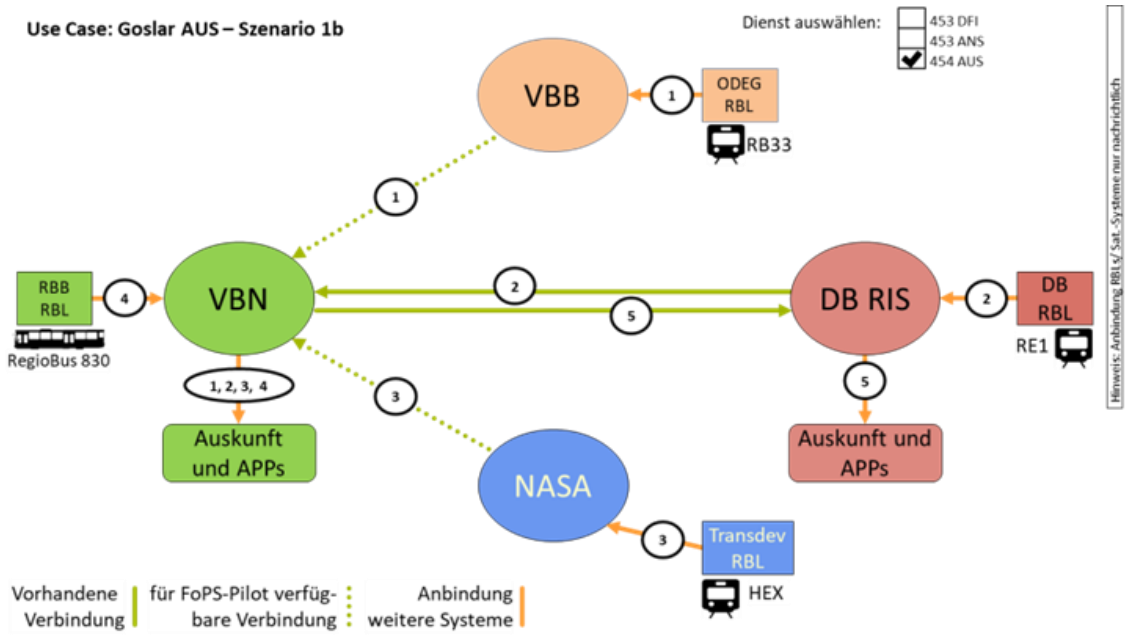
Szenario 1a: „Zentrale VBN LDD“ (Ziel VBN Auskunft)



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
VBN Auskunft	ODEG RBL (RB33)	1	ODEG RBL → VBB LDD → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	DB RIS (RE1)	2	DB RIS → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	Transdev RBL (HEX)	3	Transdev RBL → NASA LDD → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	RBB RBL (RegioBUS 830)	4	RBB RBL → VBN LDD → VBN Auskunft

Abbildung 3-13 Anwendungsfall 03 AUS - "Zentrale VBN LDD"

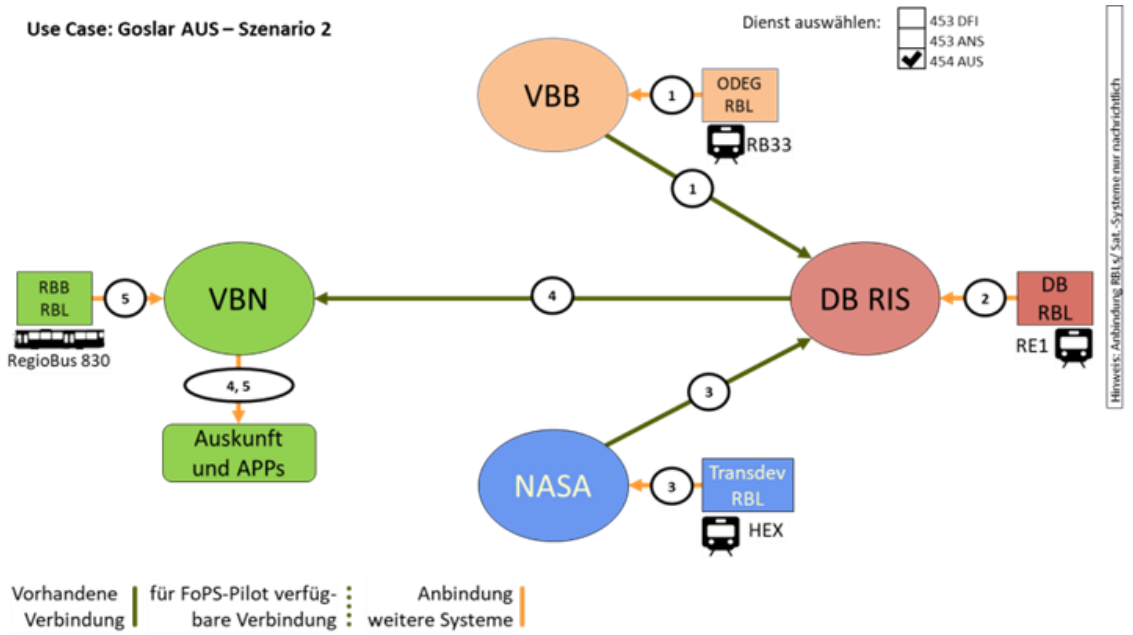
Szenario 1b: „Bündelung und Weitergabe an DB RIS“ (Ziel VBN & DB Auskunft)



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
VBN Auskunft	ODEG RBL (RB33)	1	ODEG RBL → VBB LDD → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	DB RIS (RE1)	2	DB RIS → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	Transdev RBL (HEX)	3	Transdev RBL → NASA LDD → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	RBB RBL (RegioBUS 830)	4	RBB RBL → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	DB RIS (Bündelung der Informationen aus 1, 2, 4)	5	DB RIS → VBN LDD → VBN Auskunft

Abbildung 3-14 Anwendungsfall 03 AUS - „Bündelung und Weitergabe an DB RIS“

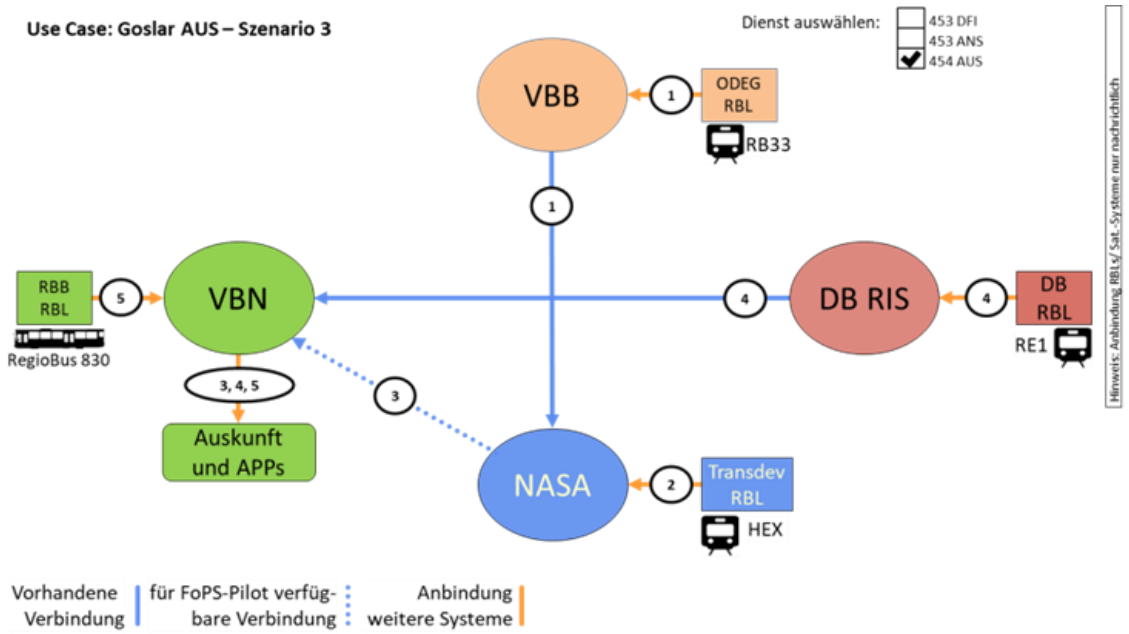
Szenario 2: „Bündelung und Weitergabe an VBN (Ziel: VBN Auskunft)



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
DB RIS	ODEG RBL (RB33)	1	ODEG RBL → VBB LDD → DB RIS
DB RIS	DB RIS (RE1)	2	DB RIS
DB RIS	Transdev RBL (HEX)	3	Transdev RBL → NASA LDD → DB RIS
VBN Auskunft	DB RIS (Bündelung der Informationen aus 1, 2, 3)	4	DB RIS → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	RBB RBL (RegioBUS 830)	5	RBB RBL → VBN LDD → VBN Auskunft

Abbildung 3-15 Anwendungsfall 03 AUS - „Bündelung und Weitergabe an VBN“

Szenario 3: „Subnetze“ (Ziel VBN Auskunft)



Datenabnehmer	Datenerzeuger	Pfad Nr.	Datenpfad
NASA LDD	ODEG RBL (RB33)	1	ODEG RBL → VBB LDD → NASA LDD
NASA LDD	Transdev RBL (HEX)	2	Transdev RBL → NASA LDD
VBN Auskunft	NASA LDD (Bündelung der Informationen aus 1, 2)	3	NASA LDD → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	DB RIS (RE1)	4	DB RIS → VBN LDD → VBN Auskunft
VBN Auskunft	RBB RBL (RegioBUS 830)	5	RBB RBL → VBN LDD → VBN Auskunft

Abbildung 3-16 Anwendungsfall 03 AUS - „Subnetze“

Für jeden Anwendungsfall sollten an drei aufeinanderfolgenden Wochentagen Tests durchgeführt werden.

Neben dem Ziel die unterschiedlichen Architekturansätze zu erproben, wurden relevante Rand- und Rahmenbedingungen definiert und verifiziert. Hierzu zählen u.a. der Nachweis der notwendigen einheitlichen Metadaten, die Prüfung unterschiedlicher Konfigurationen von LDD und RBL/ITC-Systemen sowie der Ausgleich der aufgetretenen Unterschiede (HaltIDs, LinienIDs, Vorschauzeiten, etc.). Des Weiteren sollten auch Entscheidungshierarchien und Eskalationspfade für die Organisation der Datenweitergabe analysiert werden.

3.5 AP 5 – Vorbereitung, Durchführung und Evaluierung von Pilotanwendungen

3.5.1 Zielstellung

Ziel des Arbeitspaketes war es, die Ergebnisse der Anwendungsfälle festzuhalten, Vor- und Nachteile der Anwendungsszenarien zu beschreiben und - sofern möglich - eine Einschätzung für eine jeweilige Vorzugsvariante zu geben.

Darüber hinaus sollten die Erkenntnisse des Arbeitspaketes die Basis für einen Entwurf einer VDV Mitteilung bzgl. der Vernetzung von Datendrehscheiben sein, welcher in die dafür zuständigen Gremien einzubringen ist.

Am Ende sollte für den Demo-Korridor (im Gebiet der Projektpartner VBN – NASA – VBB) eine funktionsfähige Lösung stehen, die in den Dauerbetrieb übernommen werden kann und an die sich weitere Regionen / Unternehmen anschließen können.

Die praktische Umsetzung und Verifikation der im Forschungsprojekt erarbeiteten Konzepte kam in den folgenden Fällen zur Anwendung:

- Kopplung von Landesdatendrehscheiben [LDD] mit ITCS / RBL Systemen von Verkehrsunternehmen in
- einem ausgewählten Modellgebiet (beteiligte VU und weitere Aufgabenträger sind zu benennen)
- Kopplung von DDS unterschiedlicher Lieferanten

Zwei der in der Leistungsbeschreibung genannten Ziele, die Kopplung der DDS Aufgabenträger mit Fernbussen sowie der Austausch von Ereignismeldungen, konnten in diesem Arbeitspaket nicht bearbeitet werden:

- Der Austausch der Ereignismeldungen erfolgte aufgrund der Straffung des Zeitplans, wie mit dem Auftraggeber vereinbart, in Arbeitspaket 6.
- Eine überprüfbare Kopplung mit Fernbusbetreibern (z. B: FlixBus oder IC-Busse der DB) war nicht möglich, da für die Anbindung kein (verlässlicher) Datenaustausch über Standardschnittstellen (VDV) möglich ist. Bisher werden nur für vereinzelte IC-Busse von der Deutschen Bahn Pünktlichkeitsprognosen über VDV-Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Zum Thema Anbindung von u.a. Fernbussen laufen jedoch bereits weitere Forschungsprojekte (z.B. das Forschungsprojekt RTF [RTF - Osing ferry real time information to optimise intermodal transport chains in the Baltic Sea Region]; https://projects.interreg-baltic.eu/projects/rtf-150.html) parallel an. Aussagekräftige Ergebnisse diesbezüglich liegen bei Abschluss des Forschungsprojektes „überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben“ jedoch noch nicht vor.

3.5.2 Vorgehensweise

Die oben genannten Ziele des Arbeitspaketes sind strukturiert angegangen worden. Basierend auf der Ausgangslage der in AP 4 beschriebenen Pilotanwendungen wurden technische sowie organisatorische Vorgehensweisen und Absprachen zwischen den Projektpartnern sowie den für die Anwendungsszenarien notwendigen weiteren Partnersystemen (insbesondere Verkehrsunternehmen mit ITCS/RBL) getroffen.

Für die Vorbereitung der Pilotanwendungen erfolgte eine detaillierte Metadatenabstimmung gemäß Vereinbarung des optimierten META-Datenmodells. Des Weiteren wurden im Vorfeld der Durchführung alle technischen Anbindungsparameter u.a. zu Firewalls, Ports, vereinbart und eingerichtet.

Darauffolgend konnten alle Pilotanwendungen (mit Ausnahme siehe Kapitel 3.4.3.2.2 Anwendungsfall 02: ANS Bassum (Anschlusssicherung)) wie geplant durchgeführt werden.

Kalendermonat	März		April				Mai					Juni			
Kalenderwoche	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
DFI			Konfiguration							DFI Test Szenario 1	DFI Test Szenario 2	Auswertung & ggf. Nachprüfungen			
Kalenderwoche	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
ANS			Konfiguration						ANS Test Szenario 1	ANS Test Szenario 2	ANS Puffer	Auswertung & ggf. Nachprüfungen			
Kalenderwoche	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
AUS			Konfiguration						AUS Test Szenario 1a	AUS Test Szenario 1b	AUS Test Szenario 2	AUS Test Szenario 3	Auswertung & ggf. Nachprüfungen		

Abbildung 3-17 Durchführungszeitraum der Anwendungsfälle

Im Anschluss an die Durchführung erfolgte die Evaluation der Anwendungsfälle und Architekturansätze Projektpartner-übergreifend, anhand der vorher definierten Bewertungskomplexe:

- Kosten
- Flexibilität / Komplexität
  - Anbindung eines neuen Partnersystems
  - Umsetzung neuer Standards
  - Anpassungsmöglichkeiten
- Vollständigkeit
- Verfügbarkeit
  - betriebliche Verfügbarkeit
  - Verfügbarkeit der Zugangswege/Netzanbindung
  - technischer Betrieb
  - Fachlicher Betrieb

3.5.3 Ergebnisse

Es konnten Projektergebnisse je Anwendungsfall detailliert gewonnen werden. Diese sind im Ergebnisbericht des Arbeitspaketes 5 (s. Anlage 1) ersichtlich und im Folgenden kurz zusammengefasst.

3.5.3.1 *Ergebnisse Anwendungsfall 01 DFI*

Für den ersten Anwendungsfall lassen sich folgende Aspekte festhalten:

1. Die Kopplung der DDS auf Basis des VDV-Protokolls funktioniert erwartungsgemäß problemlos, es ist jedoch zwingend auf genaue Vorgaben an zu übertragene VDV-Elemente und den Inhalt der Metadaten zu achten. Hierbei sind insbesondere folgende Voraussetzungen zu schaffen:
   - Deutschlandweit einheitliche IDs (DHID, DLID, ggf. DFID) können mittelfristig eine enorme Verbesserung der Datenqualität ermöglichen.
   - Eine allgemeine Vereinbarung eine Hysterese von maximal 30 Sekunden zu verwenden, könnte die Genauigkeit der Prognosen verbessern.
   - In RBL/ITCS-Ausschreibungen sollte eine sekundengenaue Prognose des jeweiligen RBL/ITCS gefordert werden, da heute immer noch einige Systeme nur minutengenaue Prognosen liefern können.
   - Beim Vergleich der Zeitstempel ist aufgefallen, dass die Systemuhren zweier Systeme ca. 45 Sekunden auseinanderlagen. Somit ist für die Fehleranalyse auf eine Synchronisation durch die Nutzung von NTP-Zeit-Servern bei allen beteiligten Systemen zu achten.
2. Durchlaufzeiten stellen aus technischer Sicht kein Problem dar. Die beim VBB eingesetzte DDS zeigt, dass Daten quasi im Rahmen der Netzlaufzeiten durchgeleitet werden können. Architekturbedingt gibt es bei anderen Systemen zeitlich geringe Unterschiede. Auch wenn sich bei jedem zusätzlichen Knotenpunkt eine weitere Verzögerung addieren würde, sind die absoluten Durchlaufzeiten kein relevantes Kriterium für eine Aussage bzgl. des Architekturansatzes.
3. Die Ansteuerung eines DFI-Servers wird nicht, wie in den VDV Schriften vorgesehen, ausschließlich über den VDV 453 DFI Dienst umgesetzt. Je nach Anwendungsfall des jeweiligen Anzeigers, kann die Ansteuerung über APIs realisiert werden. Aufgrund der zeitkritischen Informationsanzeige ist die Nutzung des VDV 453 DFI Dienstes jedoch, insbesondere für stationäre Anzeiger an Haltestellen, zu empfehlen.

Der Anwendungsfall 01 DFI wurde anhand der im Vorfeld definierten Bewertungskomplexe und -kriterien evaluiert. Da es keine Anwendungsfall-spezifischen Evaluationsergebnisse zu den einzelnen Bewertungskomplexen gab, sind die Ergebnisse zu den jeweiligen Kriterienkomplexen in einer Anwendungsfall-übergreifenden Evaluation begutachtet und zusammengefasst worden.

Folgend ist eine direkte Gegenüberstellung der Anwendungsfall-Szenarien ersichtlich:

Szenario 1 Zentrale NASA	Szenario 2 dezentral
• Je komplexer die Vernetzung der Datendrehscheiben ist, desto aufwändiger werden Eskalationspfade	• Je regionaler und direkter die Vernetzung von Datendrehscheiben ist, desto schneller und effizienter können Eskalationspfade
• Gute Tauglichkeit für nicht ortsfeste Anzeiger in Fahrzeugen	• Ausfallsicherheit unter gewissen Rahmenbedingungen größer
• Ausfallsicherheit ist kritisch, jedoch durch Vorsorge minimierbar.	• Je regionaler und direkter die Vernetzung von Datendrehscheiben ist, desto schneller und effizienter können Eskalationspfade
• Es sind keine Rückschlüsse auf die Performanz möglich	• Ausfallsicherheit unter gewissen Rahmenbedingungen größer

3.5.3.2 *Ergebnisse Anwendungsfall 02 ANS*

Für den ersten Anwendungsfall lassen sich folgende Aspekte festhalten:

1. Die Kopplung der Datendrehscheiben auf Basis des VDV-Protokolls funktioniert erwartungsgemäß problemlos. Die präzise Spezifikation und Einhaltung der VDV-Elemente und des Inhalts der Metadaten ist zu beachten.
2. Es herrscht eine starke Abhängigkeit von Satellitensystemen und Produktivsystemdaten. Viele RBL/ITC-Systeme haben keinen Rückkanal implementiert oder der Rückkanal wird von den Leitstellen nicht bedient. Im Sinne der Verbesserung der Fahrgastinformation sollte bei zukünftigen Ausschreibungen bzw. Förderungen die Implementierung eines Rückkanals gem. VDV ANS als zwingende Voraussetzung berücksichtigt werden.
3. Wie auch beim ersten Anwendungsfall DFI – zeigte sich der Unterschied zwischen synchroner und asynchroner Verarbeitung der DatenBereit-Meldungen in der Gesamtlaufzeit eines Informationsobjekts. Zur Veranschaulichung des Vergleichs der Durchlaufzeiten wurde aus der Praxis der technischen Anschlussüberwachung und –sicherung zwischen DB Regio AG und den brandenburgischen Verkehrsunternehmen Verkehrsgesellschaft Teltow-Fläming (VTF) und Verkehrsgesellschaft Brandenburg a. d. Havel (VBBr) beispielhaft der Datenaustausch inkl. „WartetBis“-Information dokumentiert, der über die LDD des VBB und das DB-RIS (hier in der Funktion als Datendrehscheibe) abgewickelt wird.
   Auch die Praxisbeispiele zeigen, dass die Durchleitungszeiten der Datendrehscheiben in der Regel weniger als eine Sekunde betragen. In einigen Fällen war zu beobachten, dass die „WartetBis“-Information vom Verkehrsunternehmen erst

einige Minuten nach Eintreffen der Verspätungsprognose abgesetzt wurde. In diesen Fällen ist die dispositive Entscheidung entweder vom Busfahrer oder von der Leitstelle nach Abwägung der Konsequenzen für das Abbringer-VU getroffen worden.

Im Folgenden wird der Anwendungsfall anhand der im Vorfeld definierten Bewertungskomplexe und -kriterien evaluiert.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Kriterienkomplexe Kosten, Flexibilität/Komplexität sowie Vollständigkeit und Verfügbarkeit auch in einer Anwendungsfall-übergreifenden Evaluation begutachtet werden (vgl. Kapitel 3.5.3.4).

- Kosten:
  Die beschriebenen Szenarien konnten sowohl mit bestehenden Systemen sowie mit bestehendem Personal der Projektpartner durchgeführt werden. Zusammen mit theoretischen Überlegungen (basierend auf den Praxiserfahrungen aller Projektpartner) liegt daher ein Rückschluss auf eine kostenneutrale Lösung zur heutigen Systemwelt vor. Weitere Rückschlüsse zu den Kosten erfolgen im allgemeinen Teil der Betrachtung.
- Flexibilität / Komplexität:
  Da es sich bei der Anschlusssicherung prinzipbedingt um eine Absprache zwischen einem Abbringer und einem oder mehreren Zubringern handelt, ist eine direkte Kopplung von zwei Datendrehscheiben (LDDs) zielführend. Des Weiteren befürworten ein kurzer Eskalationsweg und die regionalen (direkten) Strukturen sowie die Vor-Ort-Kenntnisse eine dezentrale Vernetzungsarchitektur.
  Ebenfalls sind die detaillierten und z.T. aufwändigen Abstimmungsprozesse einer Einrichtung der Anschlusssicherung für jeden Anschlusspunkt und jede Anschlussbeziehung für den zentralen Architekturansatz nur aufwändig zu realisieren. Dazu zählen:
  - Die Aufnahme neuer Systeme,
  - die Umsetzung neuer Standards und
  - die Länge der Eskalationspfade

  Diese drei Aspekte sind hochgradig von der Organisationsstruktur, den vertraglichen Rahmenbedingungen sowie der finanziellen und personellen Ausstattung der Nahverkehrsgesellschaft/des Verbundes abhängig.
- Geschwindigkeit / Durchlauf-/Latenzzeit:
  Insbesondere im Sinne einer kurzen Durchlaufzeit ist hier eine möglichst kurze Gesamtstrecke (d.h. mit wenigen beteiligten Datenknoten) zu präferieren. Der Anwendungsfall hat gezeigt, dass die Latenzzeiten auch über mehrere Knotenpunkte sehr gering sind. Die Hysterese der meisten ITCS/RBL liegt bei 1 Minute. Die größten Latenzzeiten treten zwischen Fahrzeug und RBL des VU auf.

Folgend ist eine direkte Gegenüberstellung der Anwendungsfall-Szenarien ersichtlich:

Szenario 1 Dezentral	Szenario 2 Zentrale NASA
• Eskalationspfade sind bei einer regionalen Architektur, auch aufgrund direkter Weisungsbefugnisse, schneller und effizienter.	• Eskalationspfade sind bei einer zentralen Architektur komplexer und damit aufwändiger.
• Eine direkte und schnelle Datenweitergabe ist ein ausschlaggebender Aspekt für den regionalen Architekturansatz.	• Die Ausfallsicherheit ist kritisch, durch Vorsorge jedoch minimierbar.
• Die Ausfallsicherheit ist unter gewissen Rahmenbedingungen größer.	• Mögliche mehrfache Datenlieferung und damit ein Datenkonflikt sind möglich. Redundante Datenlieferungen an eine ZDD müssen im Vorhinein ausgeschlossen werden.
• Bestehende sowie ausgiebig erprobte organisatorische und vertragliche Rahmenbedingungen sind zu nutzen	• Durchlaufzeit ist unabhängig von der Umsetzungsvariante. Sie wird durch Latenzzeiten der RBL-Systeme dominiert.

3.5.3.3 *Ergebnisse Anwendungsfall 03 AUS*

Für den Anwendungsfall lassen sich folgende Aspekte festhalten:

1. Die Kopplung der Datendrehscheiben auf Basis des VDV-Protokolls funktioniert erwartungsgemäß problemlos. Die präzise Spezifikation und Einhaltung der VDV-Elemente und des Inhalts der Metadaten ist insbesondere für den VDV 454 AUS Dienst zu beachten.
2. Es konnte keine Überprüfung der Systeme bzgl. Lasttests durchgeführt werden, um eine Skalierbarkeit der Systeme zu ermitteln. Daher kann nicht verifiziert werden, ob ein zentraler Ansatz für den AUS-Dienst große Datenmengen, die anfallen, adäquat verarbeiten kann. Es gibt aus den Szenarien keine Hinweise, dass es hier zu Problemen kommen könnte. Schlussfolgerungen, ob große Datenmengen im gleichen Zeitrahmen problemlos verarbeitet werden können, können im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht gezogen werden.

Im Folgenden wird der Anwendungsfall anhand der im Vorfeld definierten Bewertungskomplexe und -kriterien evaluiert.

Hierbei ist zu bemerken, dass die Kriterienkomplexe Kosten, Flexibilität/Komplexität sowie Vollständigkeit und Verfügbarkeit in einer Anwendungsfall-übergreifenden Evaluation begutachtet werden.

- Geschwindigkeit / Durchlauf-/Latenzzeit:
  Da Auskünfte meist minutenscharf sind, sind die festgehaltenen Durchlaufzeiten von maximal ca. 0,1 s pro Datendrehscheibe (Eingang der „DatenbereitAnfrage“ der Quelle bis zum Versenden der „DatenbereitAnfrage“ an der Senke) für die einzelnen Szenarien unkritisch. Somit stellen auch mehrere kombinierte Knotenpunkte / LDD keine relevante Verzögerung bei der Datenkommunikation dar. Die Hysterese der meisten ITCS/RBL liegt bei 1 Minute. Die größten Latenzzeiten treten zwischen Fahrzeug und RBL des VU auf.
- Flexibilität / Komplexität:
  Die Aufnahme neuer Systeme, die Umsetzung neuer Standards und die Länge der Eskalationspfade sind hochgradig von der Organisationsstruktur sowie der finanziellen und personellen Ausstattung der Nahverkehrsgesellschaft/des Verbundes abhängig.
- Bewertungskomplex Vollständigkeit
  Bei der Durchführung des Anwendungsfalles wurde darauf geachtet die Abdeckung des Metadatenmodells, d.h. die vollständige und fehlerfreie Umsetzung der VDV Schrift sowie deren Präzisierung, bei mehreren Szenarien zu evaluieren. Der in diesem Anwendungsfall betrachtete Metadatenausschnitt wurde bis auf eine Ausnahme von allen Partnersystemen und insbesondere allen DDS vollständig realisiert und abgedeckt.

Szenario 1a/b zentrale VBN/Bündelung u. Weitergabe an DB-RIS	Szenario 2 Bündelung u. Weitergabe an VBN	Szenario 3 Subnetze
• Die Lieferhierarchie ist bei einer zentralen Architektur aufgrund der Länge der Dienstwege aufwendig. Schlanke Prozesse und Durchsetzungsmöglichkeiten sind mit den realen Gegebenheiten kaum möglich.	• Die Lieferhierarchie ist bei einer zentralen Architektur aufgrund der Länge der Dienstwege aufwendig. Schlanke Prozesse und Durchsetzungsmöglichkeiten sind mit den realen Gegebenheiten kaum möglich.	• Die Lieferhierarchie ist aufgrund von wenigen Beteiligten eindeutig, kann jedoch bei nicht benachbarten Systemen komplex werden.

• Die Ausfallsicherheit bei der zentralen Variante muss gewährleistet werden, da sonst die Echtzeitdatenauskunft im nationalen Gebiet nicht funktionieren kann.	• Die Ausfallsicherheit bei der zentralen Variante muss gewährleistet werden, da sonst die Echtzeitdatenauskunft im nationalen Gebiet nicht funktionieren kann.	• Bei regionalen Clustern ist die Wirkung beim Ausfall eines Systems lokal begrenzt. Die passive Ausfallsicherheit kann durch parallel bestehende Schnittstellen, zum Lasten der Kosten, verbessert werden.
• Bei Szenario 1b ist zwingend darauf zu achten, dass keine Daten durch ältere Daten innerhalb der Datenbündelung überschrieben werden. Entsprechende Regelungen zwischen zuständigem DDS-System und Datenlieferant(en) sind zwingend im Vornhinein zu treffen.		

3.5.3.4 *Zusammenfassende Ergebnisse*

Aus technischer Betrachtung sind alle Architekturansätze – von dezentral, über Regio-Cluster, bis zentral – realisierbar. Allerdings sind für eine endgültige Aussage zur DDS-Vernetzungsarchitektur in parallelen Projekten bzw. Folgeprojekten insbesondere die (politischen) Rahmenbedingungen zu definieren. Hierzu zählen u.a. Finanzierungsmöglichkeiten, Qualitätsansprüche [wie z.B. Verfügbarkeit], Anforderungen an die Betriebsdurchführung.

Zusammenfassend werden folgend die Bewertungskomplexe Kosten, Flexibilität, Verfügbarkeit sowie Vollständigkeit Anwendungsfall-übergreifend dokumentiert und im Anschluss die Architekturansätze in einer Übersicht zusammengefasst.

3.5.3.4.1 **Bewertungskomplex Kosten**

Bei den Kosten, welche stark von den jeweilig zu definierenden Anforderungen bzgl. der Flexibilität und der Verfügbarkeit (technischer sowie fachlicher Betrieb) abhängig

sind, ist zwischen den Architekturansätzen zu unterscheiden. Hierbei sind sowohl Aufbau- als auch Betriebskosten zu nennen. Generell ist anzumerken, dass die einmaligen Kosten zur Kopplung von DDS im Verhältnis zu den laufenden Betriebs- und Support-Kosten eher vernachlässigbar sind.

Eindeutige Kosten können aufgrund einer sehr großen Streuweite der Einkaufsbedingungen, sowohl bei Lieferbedingungen als auch bei Personalkosten, nicht angegeben werden. So haben die heute verbreiteten Cloud-basierten Umsetzungen einen hohen Anteil an dynamischen Kosten, wenn z.B. in Zeiten von Lastspitzen Ressourcen (Leistung, Arbeitsspeicher, Festplattenkapazität o.ä.) ad hoc hinzugebucht und anschließend wieder abgebucht werden. Eine quantitative Betrachtung kann jedoch dahingehend erfolgen, dass (Anwendungsfallübergreifend) mit steigender Hierarchieebene des jeweiligen DDS Systems, die Kosten insbesondere aufgrund von Systemverfügbarkeit, Personal und Flexibilität exponentiell größer werden.

Beispielhaft sind hier die sehr hohen Anforderungen an eine ZDD zu nennen, die aufgrund ihrer zentralen Bedeutung für einen Informationsaustausch als ein Hochverfügbarkeitssystem mit Personal-Dauerbetrieb konzipiert werden müsste. Trotz möglicher Einsparungen durch die Bündelung von Ressourcen (Harmonisierung der Daten, Personal, u.a.) sind die Kosten als sehr hoch anzusehen.

Beim Architekturansatz der Regio-Cluster-DDS sind die Kosten für eine Regio-Cluster-DDS aufgrund geringerer Hierarchie und der bereits bestehenden Strukturen (LDD Systeme sowie Personal) zum Teil geringer als bei einer ZDD. Jedoch sind auch hier die vorhandenen technischen Systeme zu ertüchtigen und Personal für einen fachlichen Betrieb aufzustocken. Je nachdem, wie viele Regio-Cluster-DDS realisiert werden, sind die Gesamtkosten entsprechend zu summieren.

Beim rein dezentralen Architekturansatz entstehen, bis auf neue Schnittstellen-Lizenzen, sehr wahrscheinlich kaum weitere Kosten, da bestehende Systeme und vorhandenes Personal eingesetzt werden können. Zusätzliche Kosten entstehen jedoch bei der Anbindung und Betreuung deutschlandweit agierender Abnehmer bzw. Lieferanten, da sich bei der Anbindung an mehrere LDD die Kosten summieren.

Beim Bewertungskomplex Kosten ist der Hinweis bzgl. der frühzeitigen Klärung der Finanzierung der jeweils angestrebten Lösung des Aufbaues und des Betriebes zwingend zu beachten.

3.5.3.4.2 Bewertungskomplex Flexibilität / Komplexität

Die Flexibilität bzw. Komplexität eines Architekturansatzes lassen sich anhand mehrerer Aspekte evaluieren. Hierbei ist zu beachten, welche vertraglichen und organisatorischen Rahmenbedingungen vorhanden sind.

Für die Bewertung wurden die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- **Anbindung eines neuen Partnersystems** (Datenlieferant bzw. -abnehmer)

Falls sich ein System als Datenlieferant bzw. –abnehmer an mehrere DDS anschließt ist zwingend darauf zu achten, dass in der Datenkette keine Konflikte durch Mehrfachlieferungen (auf verschiedenen Wegen) an eine DDS, bzw. das Zielsystem, entstehen.
Die Aufwände für die Anbindung eines neuen Systems an die zuständige DDS sind bei allen Architekturansätzen gleich. Jedoch sind bei hierarchischen Architekturansätzen weitere Aufwände für die Konfiguration der Abonnements notwendig. Diese sind technisch zwischen LDD und Regio-Cluster bzw. LDD und ZDD gleich hoch. Im Forschungsprojekt wird der dezentrale Ansatz diesbezüglich als vorteilhaft angesehen. In der Regel haben die regionalen Ansprechpartner gute Vor-Ort-Kenntnisse, kennen sich meist persönlich und verfügen häufig über Detailkenntnisse der zuliefernden/abnehmenden Systeme.

- **Umsetzung neuer Standards**
  Generelle Aussagen bzgl. der Umsetzung von neuen Standards sind aufgrund der föderalen bereits gewachsenen Strukturen nur schwer möglich. Schnellere bzw. effizientere Einführungen von Standards bzw. Datenqualitätssteigerungen sind auch bei einem zentralen Architekturansatz nicht zu erwarten. Dies zeigen auch andere VDV Arbeitsgruppen, wie die VDV-Arbeitsgruppe Datenqualität.

  Bei der Einführung neuer Standards kann eine ZDD als Beispiel vorangehen und eine in der Branche abgestimmte Referenzimplementierung bereitstellen, an der sich andere Systeme orientieren können. Der zentrale Ansatz bietet ebenfalls die Vorteile als Schnittstellen-Transformator bzw. Standards (u.a. VDV <> SIRI bzw. Schnittstellenversionen) und gleichzeitig eine Testinstanz für alle angeschlossenen Systeme.

  Regio-Cluster können die o.g. Funktionen für ein regional begrenztes Gebiet ebenfalls erfüllen. Bei allen Ansätzen muss jedoch die Leistungsfähigkeit der angeschlossenen Systeme berücksichtigt werden.

  Unabhängig vom Architekturansatz ist zu beachten, dass die Vorteile neuer Standards (üblicherweise erweiterte Inhalte, wie zum Beispiel Wagenreihungen) erst dann beim Abnehmer genutzt werden können, wenn sowohl der Lieferant als auch alle Datendrehscheiben auf dem Weg vom Lieferant zum Abnehmer diesen neuen Standard implementiert haben. Deshalb sind insbesondere bei der Abkündigung „älterer“ Schnittstellen(-versionen) die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Unternehmen zu schaffen.

- **Anpassungsmöglichkeiten**
  Anpassungsmöglichkeiten der Systemarchitektur können nur theoretisch betrachtet werden. Ein zentraler Ansatz kann hierbei zentrale Anpassungen (ohne notwendige Aufwände bei Partnersystemen) schnell und effizient umsetzen. Erfordert eine Anpassung jedoch die Unterstützung bzw. weitere Anpas-

sung der zuliefernden Systeme (DDS und ggf. der RBL/ITCS, DFI-Systeme, u.a.), sind dezentraler, Regio-Cluster-DDS- sowie zentraler Ansatz gleichwertig und es entsteht kein Vorteil eines Architekturansatzes gegenüber den anderen.

3.5.3.4.3 Bewertungskomplex Vollständigkeit

Die Abdeckung des VDV META-Datenmodells ist als Voraussetzung für die überregionale Vernetzung von DDS zu sehen. Bei der Durchführung der Pilotanwendung wurde darauf geachtet, alle drei VDV Dienste (AUS, DFI sowie ANS) durch jeweils mehrere Szenarien zu evaluieren, dennoch konnte dabei nur ein kleiner Datenausschnitt des gesamten VDV Metamodells betrachtet werden. Insofern können sich die Aussagen zur Abdeckung des VDV Metamodells nur auf den genutzten Ausschnitt beziehen. Für diesen jedoch kann klar festgehalten werden, dass alle Partnersysteme und insbesondere alle DDS das VDV Metadatenmodell vollständig realisieren und abdecken.

Es wurde festgestellt, dass Systeme existieren, die Echtzeitdaten (insb. VDV 454 AUS Daten) gegen einen Sollfahrplan abgleichen. Dies ist fehleranfällig, wenn in den Systemen unterschiedliche Solldatenstände eingesetzt werden. Um entsprechende Fehler ausschließen bzw. korrigieren zu können, sollte neben der Umsetzung der Deutschlandweiten IDs, jedes Quellsystem verpflichtend eine Komplettfahrtmeldung als Erstmeldung an die zuständige DDS bzw. die Partnersysteme übermitteln, um ggf. vorhandene Halt- bzw. Fahrwegänderungen zu berücksichtigen.

3.5.3.4.4 Bewertungskomplex Verfügbarkeit

Beim Bewertungskomplex Verfügbarkeit werden mögliche Bausteine für die Verfügbarkeit der DDS aufgezählt. Vor der jeweiligen Entscheidung für eine Vernetzungsarchitektur sind weitere Untersuchungen durchzuführen. So ist zunächst die Bedeutung des Systems zu definieren und anschließend Kosten bzw. Aufwand für das System dem Nutzen (Ansprüche an die Echtzeitdatenqualität und -verfügbarkeit) gegenüberzustellen. Des Weiteren ist zwingend eine Risikobetrachtung zu erfolgen.

Beim Aspekt Verfügbarkeit muss zwischen zwei Aspekten unterschieden werden, die im Gesamten die Verfügbarkeit eines Systems ausmachen. Zum einen ist die technische Systemverfügbarkeit der jeweiligen DDS Systeme, zum anderen ist der Support, d.h. der fachliche Betrieb des Systems sowie die Abstimmungen mit den Partnersystemen zu betrachten.

Diese beiden Aspekte sind wiederum in weitere vier Unterklassen zu gliedern.

1. Die betriebliche Verfügbarkeit einer DDS
   Hierunter wird die technische Systemverfügbarkeit verstanden, die angibt, zu wie viel Prozent das System (sowohl Hardware- als auch Softwaretechnisch)

pro Jahr einsatzfähig ist. Bei DDS-Systemen für alle Architekturansätze sollten relevante Anforderungen an Hosting-Anbieter sowie DDS-Hersteller 99% (entspricht max. 87,6 Stunden Ausfall im Jahr) nicht unterschreiten. Für die Anforderung „Hochverfügbarkeit“ bzw. „Höchstverfügbarkeit“ für ein DDS-System sind 99,5% (entspricht max. 43,8 Stunden Ausfall pro Jahr) bzw. 99,99% (entspricht max. 52,56 Minuten Ausfall pro Jahr) anzusetzen.

Ausfallzeiten der DDS Systeme sind neben technischen Störungen, wie z.B. Ausfall der (Not-)Stromversorgung meistens auf Wartungszeiträume zurückzuführen. Erfahrungen zeigen, dass eine betriebliche Verfügbarkeit ab 99,7% einen zweiten (sog. Cluster- bzw. Hot-Stand-By) Server bzw. Geo-Redundanz notwendig machen.

2. Verfügbarkeit der Zugangswege
   Hierunter wird die Verfügbarkeit der Netzanbindung für Datenlieferanten bzw. -abnehmer des Systems verstanden. Möglichkeiten hierbei sind die Umleitung der Verbindungsversuche zu Ausweich-Server (via Aktualisierung des DNS-Eintrags oder Ausweich-IP-Adresse). Auch hier ist bei hochverfügbaren Systemen auf die notwendige Ausstattung zu achten.

   Redundanz der Netzzugänge ist nur relevant, wenn der äußere/öffentliche Zugangspunkt der DDS selbst redundant ausgelegt ist:

   i. Mehrere Betriebsstandorte (Geo-Redundanz) mit separaten IP-Adressen
      1. DDS-Betreiber aktualisiert den DNS-Eintrag, um Verbindungsversuche umzuleiten
      2. Kommunikationspartner muss selbst einen Versuch auf der Ausweich-IP-Adresse machen (wenig komfortabel)
   ii. Load-Balancer mit 2. Hot-Stand-By Knoten (beide sind unter der gleichen „Service“-IP-Adresse zu erreichen; nur einer übernimmt die Verbindung)
   iii. Es lassen sich auch Techniken kombinieren, um z.B. 2 Geo-Standorte parallel zu betreiben (im Sinne einer Lastverteilung) und dafür die DNS-Einträge zu nutzen. Damit erreicht man eine hohe Verfügbarkeit der Zugangswege und der DDS-Plattform selbst.
   iv. Es stellt sich also nur die Frage: Redundant oder nicht und wenn redundant, liegt das Failover-Handling beim DDS-Betreiber oder beim Kommunikationspartner?

3. Technischer Betrieb
   Hierunter sind alle Funktionen zu verstehen, die den Betrieb des technischen Systems und der Systemsoftware betreffen. Hierzu können u.a. Firewalls und VPN-Gateways, Störungsmanagement, Last- und Performance-Monitoring,

Backup/Restore, Überwachung der Netzstrecken zu den Kommunikationspartnern und Notfall-Management zählen.

Der technische Betrieb wirkt stark auf den Ressourceneinsatz des DDS-Betreibers. Je nach Support-Klasse ist entsprechendes Personal bereitzustellen. Wie bereits mehrfach in den vorhergehenden Kapiteln genannt, steigt die Notwendigkeit einer höheren Verfügbarkeit des DDS-Systems mit jeder Hierarchieebene.

4. Fachlicher Betrieb
   Hierunter werden die fachliche Konfiguration und Überwachung der Kommunikationsbeziehungen mit Partnersystemen verstanden. Die Qualität bzgl. des fachlichen Betriebes einer DDS hängt direkt mit der Qualifikation sowie der Verfügbarkeit des Personals des DDS Betreibers ab. Auch hier sind die o.g. Support-Klassen als mögliche Einsatzklassen zu nennen.

Rückschlüsse zum Bewertungskomplex Verfügbarkeit können aus den umgesetzten Praxisbeispielen nur bedingt gezogen werden, da hierfür Testsysteme genutzt worden sind. Nach Recherche und Expertenbefragungen lässt sich jedoch sagen, dass die Verfügbarkeit der DDS-Systeme aufgrund ihrer Bedeutung in der Informationskette für den Fahrgast sehr hoch sein muss.

Hochverfügbarkeit bzw. Höchstverfügbarkeit des jeweiligen Systems ist bei der Umsetzung des zentralen und des Regio-Cluster-Architekturansatzes zu bedenken. Insbesondere eine ZDD ist als elementares System einzuschätzen, welches bei allen vier oben genannten Verfügbarkeitsaspekten die höchstmögliche Auslegung bedarf. Auch eine Regio-Cluster-DDS ist für ein regionales Gebiet ein sehr relevantes System. Daher sind auch hier hohe Maßstäbe zu setzen. Bei dem dezentralen Vernetzungsansatz hingegen zeigen bereits heute umgesetzte Lösungen, dass bestehende Verfügbarkeiten für diese Anwendungsfälle ausreichend erscheinen.

3.5.3.5 *Fazit der Anwendungsfälle*

Auch wenn eine eindeutige Aussage zur Umsetzungsarchitektur fehlt, ist das Ergebnis dieses Arbeitspaketes nichtsdestotrotz essentiell für die weitere Vorgehensweise.

Die folgende Tabelle soll sowohl bei nationalen Bemühungen der Informationsweitergabe, als auch im internationalen Kontext als Grundlage für die Entscheidungsfindung dienen.

In der Tabelle sind alle Erkenntnisse zu den jeweiligen Architekturansätzen sowie den Anwendungsfällen übersichtlich aufgeführt.

Unabhängig von einer möglichen Umsetzung von Regio-Cluster-DDS oder einer ZDD ist damit zu rechnen, dass bereits bestehende LDD-Kopplungen weiter betrieben und somit Hybridlösungen im Einsatz sein werden.

Anwendungsfall	Anwendungshorizont (räumlich) des Abnehmers	Architektur		
		1. Dezentral/bilateral	2. Regio-Cluster	3. ZDD
DFI	Nur im Hoheitsgebiet einer LDD	• gut passend • bestehende Anbindungen nutzbar • voraussichtlich keine neuen Anbindungen nötig • lokaler Bezug (Kenntnis und Abstimmung vor Ort)	• passend, da Anbindung an nur eine Cluster-DDS ausreichend. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt	• passend, da die ZDD prinzipbedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt
	LDD-„Nachbarschaft“ (direkt angrenzend)	• passend, bedingt aber ggf. neue LDD-Kopplungen oder aber Mehrfachanbindungen des Abnehmers an mehrere LDD • bei Mehrfachverbindungen auf Doppellieferungen achten / ggf. Filter setzen	• gut passend bei Anbindung an eine Cluster-DDS, wenn diese alle betroffenen Regionen (= LDDs) abdeckt. • nur in wenigen Ausnahmefällen könnte eine Mehrfachanbindung an zwei Cluster-DDS notwendig werden, dann ist auf Doppellieferungen zu achten / ggf. Filter zu setzen	• passend, da die ZDD prinzipbedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig
	bundesweit bzw. keine direkte LDD-Nachbarschaft	• passend, bedingt aber ggf. neue LDD-Kopplungen oder aber Mehrfachanbindungen des Abnehmers an mehrere LDD signifikante Mehrfachanbindungen des Abnehmers notwendig	• bedingt passend, weil Mehrfachanbindung an mehrere Cluster-DDS wahrscheinlich	• gut passend, da auch bei großräumigen oder nicht zusammenhängenden Regionalgebieten alle Daten von der ZDD geliefert werden können • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig.

Anwendungsfall	Anwendungshorizont (räumlich) des Abnehmers	Architektur		
		1. Dezentral/bilateral	2. Regio-Cluster	3. ZDD
ANS	Nur im Hoheitsgebiet einer LDD	• gut passend • bestehende Anbindungen nutzbar • voraussichtlich keine neuen Anbindungen nötig • lokale Bezug, die Kenntnis und Abstimmung vor Ort	• passend, da Anbindung an nur eine Cluster-DDS vermutlich ausreichend. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt	• passend, da die ZDD prinzipbedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt
	LDD-„Nachbarschaft“ (direkt angrenzend)	• passend, bedingt aber ggf. neue LDD-Kopplungen oder aber Mehrfachanbindungen des Abnehmers an mehrere LDD	• gut passend bei Anbindung an eine Cluster-DDS, wenn diese alle betroffenen Regionen (= LDDs) abdeckt. • nur in wenigen Ausnahmefällen könnte eine Mehrfachanbindung an zwei Cluster-DDS notwendig werden	• gut passend, da die ZDD Prinzip-bedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig, ZDD muss dafür Sorge tragen, dass Daten für alle relevanten AS-BIDs bezogen werden
	bundesweit bzw. keine direkte LDD-Nachbarschaft	• passend, bedingt aber ggf. neue LDD-Kopplungen oder aber Mehrfachanbindungen des Abnehmers an mehrere LDD notwendig bei nationalem Datenlieferanten bzw. -abnehmer sind signifikante Mehrfachanbindungen notwendig	• bedingt passend, weil Mehrfachanbindung an mehrere Cluster-DDS wahrscheinlich sind oder der Datenaustausch zwischen Cluster-DDS erfolgen muss	• gut passend, da auch bei großräumigen oder nicht zusammenhängenden Regionalgebieten alle Daten von der ZDD geliefert werden können • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig, ZDD muss dafür Sorge tragen, dass Daten für alle relevanten AS-BIDs bezogen werden

Anwendungsfall	Anwendungshorizont (räumlich) des Abnehmers	Architektur		
		1. Dezentral/bilateral	2. Regio-Cluster	3. ZDD
AUS	Nur im Hoheitsgebiet einer LDD	• gut passend • bestehende Anbindungen nutzbar • voraussichtlich keine neuen Anbindungen nötig • Besonderheiten im Regelfall abbildbar	• passend, da Anbindung an nur eine Cluster-DDS vermutlich ausreichend. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt • Besonderheiten im Regelfall bedingt abbildbar	• passend, da die ZDD prinzipbedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • eigentlich aber nicht notwendig, da durch (1) abgedeckt • Besonderheiten im Regelfall nicht abbildbar
	LDD-„Nachbarschaft“ (direkt angrenzend)	• passend, insbesondere wenn Nachbar-LDD bereits miteinander verbunden sind (z.B. VBB/NASA), sonst sind ggf. neue DDS-Kopplungen oder aber Mehrfachanbindungen des Abnehmers an mehrere LDD notwendig • bei Mehrfachverbindungen ist auf Doppellieferungen zu achten bzw. sind ggf. Filter zu setzen	• gut passend bei Anbindung an eine Cluster-DDS, wenn diese alle betroffenen Regionen (= LDDs) abdeckt. • nur in wenigen Ausnahmefällen könnte eine Mehrfachanbindung an zwei Cluster-DDS notwendig werden, dann ist auf Doppellieferungen zu achten bzw. sind ggf. Filter zu setzen	• gut passend, da die ZDD Prinzip-bedingt alle Regionalbereiche abdeckt. • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig
	bundesweit bzw. keine direkte LDD-Nachbarschaft	• weniger passend, weil Mehrfachanbindungen des Abnehmers an verschiedene LDD erforderlich werden.	• gut passend bei Anbindung an eine Cluster-DDS, wenn diese alle betroffenen Regionen (= LDDs) abdeckt. • nur in wenigen Ausnahmefällen könnte eine Mehrfachanbindung an mehrere Regio-Cluster-DDS notwendig werden	• gut passend, da auch bei großräumigen oder nicht zusammenhängenden Regionalgebieten alle Daten von der ZDD geliefert werden können • in jedem Fall nur eine Anbindung (an die ZDD) nötig

3.6 AP 6 – Konzeption, Entwicklung/Test und Demonstration eines Schnittstellendaten-Konverters sowie Übertragung von Ereignisinformationen

3.6.1 Zielstellung

Die Wandlung von VDV nach SIRI und umgekehrt ist eine Aufgabe der Datendrehscheiben in der Zukunft, da es immer mehr installierte DDS geben wird, die aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und Internationalisierung sowohl VDV Systeme als auch SIRI Systeme bedienen müssen.

Ein Ziel des Arbeitspaketes war daher die Entwicklung einer Konverter-Funktion als Erweiterung von Datendrehscheiben, um diesen Informationstransfer einfach und effizient gewährleisten zu können. Dieser soll die Grundvoraussetzung für die Kommunikation von Systemen mit unterschiedlichen Schnittstellenstandards schaffen und somit eine Kompatibilität von deutschen und europäischen Normen herstellen.

Die Konverter-Funktion besteht in der Definition aus Regeln, die zur Harmonisierung der Kommunikationsverfahren sowie zur Herstellung einer Datenintegrität beitragen.

Fahrgastinformationsdaten innerhalb einer oder zwischen mehreren verschiedenen Datendrehscheiben sollen möglichst ohne Verlust von Inhalten ausgetauscht werden können.

Durch die Aufgaben-Priorisierung innerhalb des AP 5 auf die Vernetzung der Datendrehscheiben wurde das Teilarbeitspaket „Austausch von Ereignismeldungen“ aus AP 5 herausgenommen und zu AP 6 übertragen. Ziel des Teilarbeitspakets war die Übertragung von Ereignismeldungen von einem erfassenden Ereignis-Managementsystem über mehrere Datendrehscheiben an ein ausgebendes System (wie zum Beispiel weitere Ereignis-Managementsysteme oder Fahrgastinformationssysteme).

3.6.2 Vorgehensweise

3.6.2.1 *Austausch von Ereignismeldungen*

Der Austausch von Ereignismeldungen durch die Verwendung von überregional vernetzten DDS erfolgt mittels SIRI SX 2.0. Die Ereignisse wurden in einem Ereignis-Managementsystem und nach der Übermittlung unter Verwendung zweier vernetzter Datendrehscheiben in einem Ausgabesystem dargestellt. Hierzu wurden die Ereignis-Managementsysteme „HIM“ der Firma HaCon sowie EMS der Firma MENTZ genutzt.

Um dies zu erreichen wurde im ersten Schritt die netzwerktechnische Verbindung zwischen den beiden DDS realisiert. Es folgten notwendige Abstimmungen bezügliche allgemeiner Werte (wie u.a. der „Leitstellenkennung“) und der Festlegung des Kommunikationsverfahrens. Abschließend wurde die Verwendung der einzelnen SIRI SX Felder und deren Interpretation geklärt. Einzig die Interpretation der eigentlichen Ereignismeldungen wurde in diesem Arbeitspaket nicht geklärt, da dies ein Datendrehscheiben unabhängiger Forschungsgegenstand ist und bereits in der VDV-Arbeitsgruppe 736-1 „Umgang mit Störungsmeldung“ (UmS) untersucht und definiert wird. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe werden erst nach Abschluss dieses Projekts vorliegen. Die Ergebnisse dieses FE-Projektes fanden bereits Berücksichtigung in der o.g. VDV Arbeitsgruppe.

Aktueller Stand VDV Arbeitsgruppe 736-1 (September 2019):
Dem VDV liegt momentan eine Gelbschrift der Arbeitsgruppe 736-1 UMS zur Abstimmung vor, die noch in 2019 als neue VDV Schrift 736-1 veröffentlicht werden wird. Hierin sind Normierungen für die Übermittlung von Ereignissen (Texte, Inhalte, Struktur) festgehalten, so dass ein Systemhaus-übergreifender Austausch nicht nur technisch, sondern insbesondere inhaltlich-sinnvoll möglich ist. Für die Erweiterung der aktuellen Schnittstellen Version ist für das Kalenderjahr 2020 vorgesehen, ein barrierefreies Routing zu ermöglichen. Hierzu sind Ereignisse nicht nur textuell zu übermitteln, sondern aktiv in den Routingprozess zu integrieren. Des Weiteren werden Infrastrukturereignisse (u.a. Rolltreppenstörungen) des SIRI Standards FM (Facility Monitoring) mit den Meldungen des SIRI SX Standards kombiniert.
Außerdem werden alle Ergebnisse (u.a. Differenzen und Inkonsistenzen zu SIRI SX 2.0, Anpassungen des xsd-Schemas sowie Präzisierungen und Erweiterungen zu den Schnittstellenattributen und -beschreibungen) dem CEN (European Committee for Standardization) vorgelegt und eine Integration in den SIRI SX Standard (Version 2.1) angefragt. Im Rahmen der VDV 736-1 Arbeitsgruppe können jedoch keine Abschätzungen bzgl. der Verabschiedung eines neuen SIRI SX 2.1 auf Grundlage der VDV 736-1 Ergebnisse gemacht werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes haben die Projektbeteiligten folgende Ergebnisse geliefert:

- den „Untersuchungsraum“ der VDV 736 Arbeitsgruppe (temporär) erweitert (sowohl regional als auch anhand von praktischen Beispielen sowohl von den Systemhäusern MENTZ und HaCon, als auch den Verkehrsverbünden VBN und VBB).
- auf Grundlage ihrer Erfahrungen (praktische Beispiele) wurden die aktuellen VDV 736 Arbeitsergebnisse präzisiert und vereinheitlicht.
- Um die Übertragung der Ereignismeldungen zu testen, wurden drei Szenarien erstellt:
    - Szenario 1: geplantes langfristig gültiges Ereignis: Das Ereignis galt ab dem zweiten Tag nach der Erfassung für zwei Tage.
    - Szenario 2: geplantes kurzfristig gültiges Ereignis: Das Ereignis galt nur für den zweiten Tag nach der Erfassung.
    - Szenario 3: ungeplantes Ereignis: Es wurde ein spontan an diesem Tag auftretendes Ereignis erfasst. Mittels Updates wurden die Informationen über das Ereignis aktualisiert.

Mittels der Szenarien konnte gezeigt werden, dass die im HIM der Firma HaCon erfassten Ereignisse korrekt im EMS der Firma MENTZ dargestellt wurden. Die für die Ereignisse festgelegten Startzeiten und Gültigkeitszeiträume wurden hierbei eingehalten.

3.6.2.2 *Schnittstellenkonverter*

Durch die Entwicklung eines SIRI-Konverters konnte die bidirektionale Wandlung von Echtzeitdaten zwischen den Diensten VDV453 DFI und SIRI SM sowie VDV454 AUS und SIRI ET realisiert werden. Als Testdaten wurden die realen Echtzeitdaten aus der DDS des Verkehrsverbundes Bremen Niedersachen (VBN) via VDV453 DFI und VDV454 AUS an die Test-DDS der MENTZ übertragen. Die DDS der MENTZ wandelte diese direkt in SIRI SM sowie SIRI ET und leitete sie weiter an die Test-DDS der HaCon. In der Test-DDS der HaCon wurden sie wieder in VDV453 DFI und VDV453 AUS gewandelt und mit Solldaten angereichert. Die erhaltenen VDV-Daten wurden mit den vom VBN gelieferten VDV-Daten verglichen.

Dienst	SIRI	HaCon	MENTZ
VDV 453 DFI	**SIRI SM**	Richtung SIRI → VDV	Richtung VDV → SIRI
VDV 454 AUS	**SIRI ET**		

Neben der rein technischen Anbindung folgten, wie schon beim „Austausch der Ereignismeldungen“, Abstimmungen zur genauen Verwendung und Interpretation der verwendeten SIRI-Dienste.

Bei der Wandlung von VDV453 DFI zu SIRI SM sowie VDV454 AUS zu SIRI ET durch das DDS der MENTZ wurden die Werte entsprechend der Abbildungstabellen in den Schriften zur VDV453/454 übertragen. In der DDS der HaCon wurden die Echtzeitdaten mit Solldaten angereichert, was einer homogene Datenstruktur der VDV453/454 Daten ermöglichet. Die konkrete Umsetzung der Solldatenanreicherung ist dem Ergebnisbericht des AP 6 (s. Anlage 2) zu entnehmen.

Trotz einer hohen Anzahl an Unterschieden zwischen den von der DDS der VBN gelieferten und den durch die DDS der HaCon erzeugten VDV-Daten konnte für alle durchgeführten Anwendungsfälle sowie Szenarien eine inhaltlich korrekte Fahrgastinformation nach der Wandlung bereitgestellt werden. Dies bedeutet, dass mit den Inhalten der Fahrgastinformation die Möglichkeit geboten wurde, die Fahrgäste korrekt und fehlerfrei über das jeweilige Ereignis zu informieren.

Zu den genannten Unterschieden gehören u.a.:

- Formatierung von FahrtIDs (z.B. Umwandlung von Sonderzeichen, Präfixe)
- Nutzung unterschiedlicher Schnittstellenattribute (aufgrund von Solldatenbeimischung)
- Abweichungen von eingetragenen Werten („Bremen HBF“ anstatt „Bremen Hauptbahnhof“)

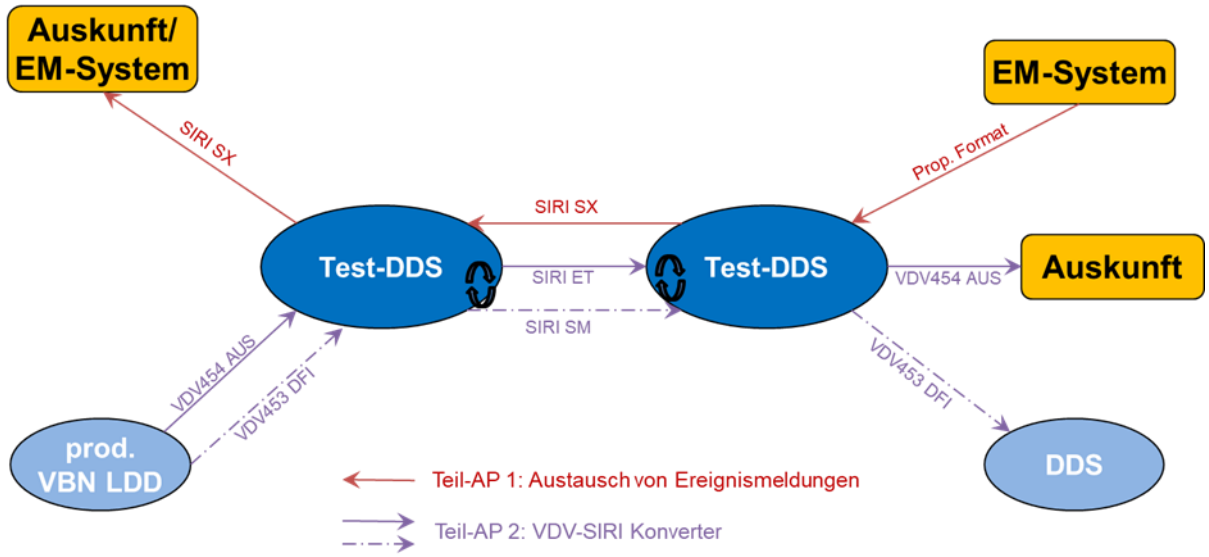


Abbildung 3-18 Systemarchitektur beider Teilarbeitspakete AP 6

Die Durchführung des AP 6 wurde für einen Zeitraum von November 2018 bis Ende Januar 2019 geplant. Auf Grund der Änderung durch die zusätzliche Realisierung des „Austauschs der Ereignismeldungen“ konnte das Arbeitspaket jedoch erst zwei Monate später, Ende März 2019, beendet werden.

3.6.3 Ergebnisse

Das Arbeitspaket 6 beinhaltet die Durchführung von Testbetrieben zweier unterschiedlicher Funktionen von überregional agierenden Datendrehscheiben.

Zum einen wurden Ereignismeldungen vom Erfassungssystem über mehrere DDS zu einem Anzeigesystem übermittelt.

- Als Erfassungssystem wurde hierbei der HIM der HaCon, als Anzeigesystem das EMS der MENTZ verwendet und als Übertragungsmedien die zwei DDS (HAFAS DDS der HaCon, DDIP der MENTZ) eingesetzt. Die Ereignismeldungen waren korrekt und in einer Übertragungszeit übermittelt worden, die den Anforderungen an Ereignismeldungen entsprach.
- Die Herausforderungen liegen somit nicht bei der technischen Übertragung der Informationen, sondern in der Abstimmung zwischen den DDS-Betreibern bezüglich der „Kopplung beider DDS“ und zwischen den Betreibern der Ereignis-Managementsysteme bezüglich des „Informationsaustausches zwischen den eingesetzten Ereignismeldesystemen“. Hierzu zählen u.a. Metadatenabstimmungen, wie z.B. HaltestellenIDs, LinienIDs, sowie eine Interpretation der verwendeten SIRI SX-Attribute.
  Technische Anpassungen an der Schnittstelle bzw. der Schnittstellenstruktur sind nicht notwendig.
- Über das Forschungsprojekt hinaus arbeiten bestehende Arbeitsgruppen, wie u.a. der VDV Arbeitskreis 736-1 „Umgang mit Störungsmeldungen“, können damit einen für alle Ereignis-Managementsysteme umsetzbaren Austausch von Ereignisinformationen definieren. Dies soll die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Ereignis-Managementsystemen bzw. Auskunftssystemen ermöglichen. Hierbei liegt der Schwerpunkt insbesondere auf dem Aufbau und der inhaltlichen Gestaltung der zu übertragenden Informationen. Alle aus Sicht des FE-Projekts notwendigen Präzisierungen der SIRI SX 2.0 Schnittstelle (u.a. Formatierung/Datenformat der Schnittstellenattribute, Nutzung / Auslassung definierter Schnittstellenattribute, Definition der Inhalte der Schnittstellenattribute) fließen bereits in die VDV 736-1 UmS Arbeitsgruppe ein.
  Bitte

Zum anderen wurde die Konvertierung zwischen VDV 453 DFI und SIRI SM sowie VDV 454 AUS und SIRI ET in beide Richtungen realisiert.

- Hierfür wurden in der einen DDS (DDIP der MENTZ) Test-VDV453/454 Daten in SIRI SM sowie ET umgewandelt. Die SIRI SM sowie ET Daten wurden von einer anderen DDS (HAFAS DDS der HaCon) entgegengenommen und wieder in VDV gewandelt.

- Bei der Wandlung zwischen VDV und SIRI wurden im Projekt folgende zwei Varianten nebeneinander gestellt, um Vor- und Nachteile herauszuarbeiten:
    - direkte Schnittstellenwandlung (am Beispiel VDV zu SIRI, MENTZ-Test-DDS)
    - Schnittstellenwandlung mit Solldatenanreicherung (am Beispiel SIRI zu VDV, HaCon Test-DDS)
- Bei der Wandlung mit Solldatenanreicherung (von SIRI zu VDV) konnte ein umfassender Informationsgehalt gewährleistet werden. Auf Grund der Solldatenanreicherung, den wandlungsbedingten Effekten und der Verwendung zweier unterschiedlicher VDV453/454 Versionen konnten die genannten Unterschiede zwischen den ursprünglich eingespielten VDV-Daten und den durch die Wandlung erhaltenen VDV-Daten identifiziert werden. Hier empfiehlt es sich, entsprechende Präzisierungen der Standards vorzunehmen. Diese müssen zum einen sicherstellen, dass gleichbedeutende Werte innerhalb des Standards den gleichen Wertebereich verwenden und zum anderen die korrekte Übertragung und Wandlung der Werte ermöglichen. Hierbei werden auch für die Implementierung der Konverter entsprechende Regeln festgelegt. Die Präzisierungsvorschläge sind bereits an die zuständige VDV Arbeitsgruppe (Spiegelgruppe 453/4) weitergeleitet. Es ist jedoch darauf zu verweisen, dass hier zunächst durch Fachgruppen wie insbesondere der VDV Spiegelgruppe 453/4 Grundsatzdiskussionen bzgl. der Umsetzung von SIRI Schnittstellen geführt werden, bevor die Detailerkenntnisse aus dem FE-Projekt berücksichtigt werden können.
- Ein gutes Beispiel für ein nicht einheitlich geführtes Element innerhalb des VDV453/454 Standards bietet hierbei der Wert Richtungs-ID. Dieser wurde im AUS-Dienst anders behandelt als im DFI-Dienst. Hier sollte hinter Richtungs-ID im gesamten VDV453/454 Kontext das gleiche zu verstehen sein. Unabhängig des zugeordneten Dienstes oder Elternelements. Entsprechend sollten die Richtungs-ID auch konsequent den gleichen Wertebereich und die gleiche Notation verwenden. Besteht zum Beispiel die Menge an möglichen Werten der Richtungs-ID im DFI-Dienst nur aus „H“ und „R“, sollte dieselbe Menge auch für die Richtungs-ID im AUS-Dienst verwendet werden. Andere Mengen, wie „1“ und „2“ oder „A“ und „B“ sollten vermieden werden. Allgemein ausgedrückt, lässt sich sagen, dass Homonyme im jeweiligen Standard (hier VDV453/454 und SIRI SX) zu vermeiden sind. Die Beschreibungen der Elemente müssen eindeutig sein. Werden Elemente in mehreren Elternelementen oder Diensten verwendet, so muss festgehalten werden, dass das Element überall semantisch gleich zu behandeln ist. Es empfiehlt sich, beide Standards auf verwendete Homonyme (Doppeldeutigkeit) und die mehrfache Verwendung von Elementen zu untersuchen. Hierbei sollten gegebenenfalls Anpassungen nach den eben genannten Punkten vorgenommen werden. Neben den vermeintlichen Homonymen ist es ratsam, die Beschreibungen anderer Werte

zu schärfen. Als Beispiel kann hier der Kurzname genannt werden, welcher in der einen Auslegung mit einer Abkürzung, in der anderen Auslegung mit einer ID des betroffenen Bahnhofs gefüllt wurde.

- Die Problematik der Übertragung einer eindeutigen Fahrt-ID lässt sich perspektivisch durch die Einführung einer deutschlandweit eindeutigen Fahrt-ID (DFID) bewältigen. Wie auch im Ergebnisbericht des Arbeitspaketes 5 (s. Anlage 1) dieses Forschungsprojektes herausgestellt, wird die zeitnahe Einführung deutschlandweit eindeutiger IDs (u.a. Haltestellen-, Linien- und Fahrt-ID) zwingend empfohlen. Wichtig ist hierbei den kleinsten Wertebereich (bzw. Datentypen mit geringster Zeichenmenge) für die jeweilige ID in den gängigsten Standards zu unterstützen.
- Momentan fehlt ein in Deutschland zu verwendendes einheitliches SIRI-Profil. Somit ist eine Standard-Konverter-Funktion in Datendrehscheiben momentan nicht zu etablieren. Für eine Verbreitung des Standards müssen Fachgremien (in Deutschland ist z.B. der VDV zu nennen) dies vorantreiben. Das Forschungsprojekt hat neben der Detailanalyse bzgl. der Unterschiede zwischen VDV und SIRI (sowohl SIRI SX Dienst als auch VDV 453 DFI und VDV 454 AUS Dienst, Details hierzu siehe Ergebnisbericht AP 6, s. Anlage 2) alle Anforderungen an die Schnittstellenpräzisierung für VDV gegeben. Über das Forschungsprojekt ÖV-Daten für NAP (National Access Point) ist diese Aufgabe bereits aufgenommen worden und wird durch den VDV sowie weiterer Interessierter in Abstimmung mit weiteren EU Mitgliedstaaten verfolgt.

4 Fazit und Ausblick

Das FE-Projekt „überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben“ hat gezeigt, dass die Vernetzung der Informationssysteme nicht nur möglich, sondern zwingend notwendig ist. Sie ist ein Schritt zu einer guten und konsistenten Reisendeninformation. Mit dem Projekt wurde eine Vielzahl von Vorarbeiten geschaffen. So konnten wichtige technische sowie organisatorische Grundvoraussetzungen erarbeitet, festgehalten und an die verantwortlichen Gremien weitergeleitet werden.

Alle drei konzipierten Architekturansätze sind technisch umsetzbar und je nach Anwendungsfall sinnvoll. Anhand der erarbeiteten Bewertungsmatrix (mit den Bewertungskomplexen Kosten, Flexibilität / Komplexität, Vollständigkeit und Verfügbarkeit) lassen sich je nach Rahmenbedingungen (Abnehmer und Anwendungsfall) Vor- und Nachteile dezidiert nachvollziehen (vgl. Kapitel 3.5.3). Eine eindeutige Empfehlung für die eine richtige Umsetzungsvariante ist jedoch heute nicht möglich. Dies liegt insbesondere daran, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen und Anforderungen von den Verantwortlichen der Verkehrsbranche und der Politik definiert werden müssen. Hierbei müssen gewachsene Strukturen genutzt werden. Insbesondere müssen die finanziellen Möglichkeiten den technischen und betrieblichen Anforderungen gegenübergestellt und die Umsetzungszeiträume für die Realisierung berücksichtigt werden.

Im Verlauf des FE-Projektes haben sich neue Fragestellungen und Erkenntnisse aufgetan, welche einen weiteren Forschungsbedarf zeigen.

Hierbei sind u.a. folgende Aspekte zu nennen:

- Betrachtungen hinsichtlich der Auswirkungen für einen zukünftigen National Access Point (NAP)
- Datenvolumen und „Durchlaufzeit durch DDS“
- Überregionale Bereitstellung von Störungsinformationen (inhaltliche Struktur)
- Einheitliches SIRI-Profil (Deutsches bzw. Europäisches Profil)

Daher ist in weiteren Forschungsprojekten darauf zu achten, dass eine optimierte überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben oder auch anderen Systemen, wie u.a. auch Auskunftssysteme, mit Hilfe des Forschungsprojektes „überregionale Vernetzung von Datendrehscheiben“ sinnvoll umgesetzt wird.

So sollen die Ergebnisse dieses Projektes mindestens in den folgenden Forschungsprojekten berücksichtigt werden:

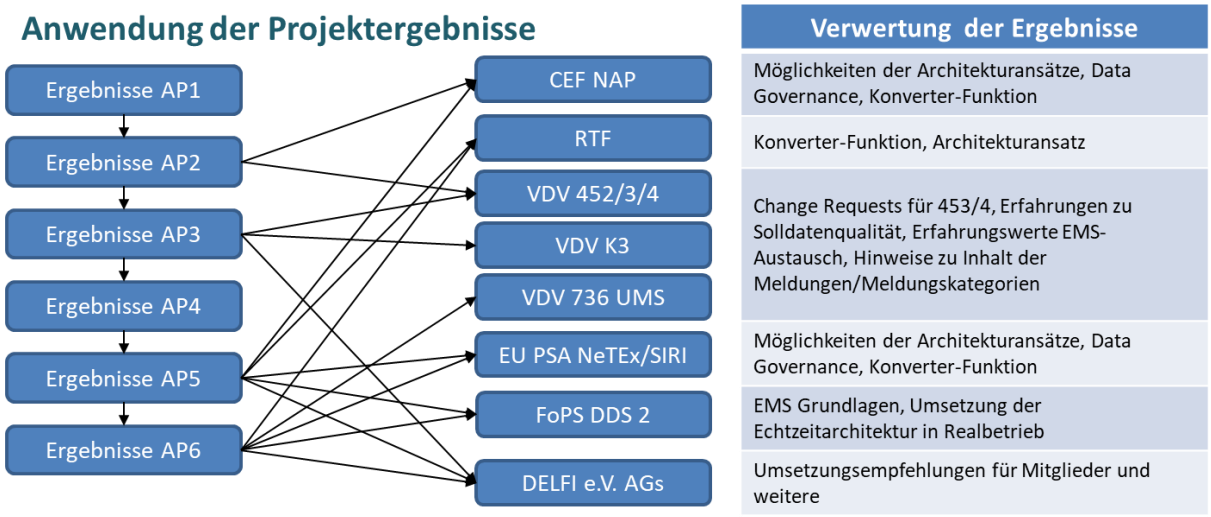


Abbildung 4-1 Anwendung der Projektergebnisse

Ziel von DELFI bei der Vernetzung von Datendrehscheiben ist es, unter Berücksichtigung der Anforderungen, die für eine performante und qualitativ hochwertige Routenberechnung erforderlich sind, Architekturen aufzubauen bzw. zu spezifizieren, die eine heterogene Systemlandschaft ermöglichen.

Daher wurde z.B. die DELFI-Daten-Integrationsplattform (DIP) so konzipiert, dass die Sollfahrplandaten deutschlandweit integriert und qualifiziert werden. Wie in DELFIplus nachgewiesen, ist dies erforderlich, um performant überregionale Reiseverbindungen berechnen zu können. Die Zusammenführung der Stammdaten (u.a. Haltestellen/ Umsteigezeiten) ist dafür ausschlaggebend. Für die Nutzung von Echtzeitdaten ist eine zentrale Architektur nicht zwingend erforderlich, da über den AUS- (und den REF-AUS-) Dienst lediglich Einzelfahrten bereitgestellt werden. Die Berechnungen von Reiseverbindungen auf Basis von Echtzeitdaten nutzen dabei die Stammdaten aus den Solldaten. Daher ist es für einen Abnehmer nicht zwingend erforderlich, diese Daten aus einer Quelle zu beziehen, wie es bei der Daten-Integrationsplattform für die Solldaten vorgesehen ist. Eine zentrale Datenbereitstellung von Echtzeitdaten bietet bessere Möglichkeiten für Abnehmer, die bundesweit oder europaweit Reiseverbindungen berechnen, ist jedoch keine Grundvoraussetzung. Zu diesen Möglichkeiten zählen u.a. eine definierte Datenquelle sowie ein konsistenter Datenstream.

Für Abnehmer, die „fertige“ Reiseverbindungen (auf Basis von Soll- und/oder Echtzeit) erhalten möchten, wurden standardisierte APIs, z.B. TRIAS entwickelt. Für diese Nutzer ist die Architektur im Hintergrund irrelevant. Es sollte aber auch hier möglich sein, zwischen verschiedenen Anbietern und damit unterschiedlichen Algorithmen zur Verbindungsberechnung zu wählen.

Bei der Spezifikation des NAP für ÖV-Daten sowie der Phase 2 der überregionalen Vernetzung von Datendrehscheiben (DDS) ist darauf zu achten, zwischen der Datenbereitstellung und der Bereitstellung von Diensten klar zu differenzieren. Für die

Konzeption des NAP für ÖV-Daten sind dabei beide Bereitstellungs-Angebote zu betrachten, abhängig vom Anwendungsfall.

Schlussendlich ist festzuhalten, dass die Vernetzung von Datendrehscheiben:

- möglich und zugleich zwingend notwendig ist
- technisch hohe Anforderungen stellt
- politische Entscheidungen voraussetzt
- riesige Entwicklungspotentiale für Innovationen im Verkehrssektor sowie konsistente und bessere Fahrgastinformation bietet.

5 Glossar

Begriff / Abkürzung	Langname	Beschreibung
Abnehmer	Abnehmende Systeme	Hiermit werden alle Systeme beschrieben, die Daten / Informationen von den DDS abnehmen.
ANS (VDV 453)	Anschlusssicherung	Gemäß VDV 453
AP	Arbeitspaket	
API	application programming interface	
ASCII		American Standard Code for Information Interchange. Kodierung von Schriftzeichen in Binär- oder Hexadezimalform
AUS (VDV 454)	Fahrplanauskunft	Austausch von Ist-Daten zur Dynamisierung gem. VDV 454
AZBID		Feld in VDV453/454, welches die ID des Anschlussbereiches beinhaltet.
BEG	Bayerische Eisenbahngesellschaft mbH	
BetreiberID		Feld in VDV453/454, welches die ID des Betreibers einer Linie angibt.
BLIC	BLIC GmbH	
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	
DB	Deutsche Bahn AG	
DB RIS	Deutsche Bahn Reisenden-Informations-System	
DDIP	Dynamische Datenintegrationsplattform	DDS der MENTZ
DDS	Datendrehscheibe	Hiermit werden alle technischen Systeme von Echtzeit-Datendrehscheiben beschrieben.
DELFI	Durchgängige Elektronische Fahrgastinformation	Verbindungsauskunft im öffentlichen Verkehr
DFI (VDV 453)	Dynamische Fahrgastinformation	Gemäß VDV 453
DFID	Deutschlandweite Fahrt-Identifikationsnummer	
DFID	Deutschlandweit eindeutige Fahrt-ID	
DHID	Deutschlandweite Haltestellen-Identifikationsnummer	
DIP	DELFI Integrationsplattform	

Begriff / Abkürzung	Langname	Beschreibung
DLID	Deutschlandweite Linien-Identifikationsnummer	
DNS	Domain Name System	
EMS		Ereignis Managementsystem der Firma MENTZ
EM-System		Allgemeine Abkürzung für Ereignis Managementsystem
ET (SIRI)		Estimated Timetable –Dienst des SIRI Standards zur Übertragung von geplanten Ankunfts- und Abfahrtszeiten an Haltestellen
FoPS	Forschungsprogramm Stadtverkehr	
GmbH	Gesellschaft mit begrenzter Haftung	
HaCon	HaCon Ingenieurgesellschaft mbH	Hersteller von Fahrgastinformationssystemen und DDS
HAFAS	HaCon Fahrplan-Auskunfts-System	
HaltID		Feld in VDV453/454, welches die Referenz der Halteposition innerhalb des Anschlussbereichs enthält.
HEX	HarzElbe Express	
HIM	HAFAS Information Manager	
ID		Eindeutiger Bezeichner für ein Objekt.
INSA Fahrplanauskunft	Informationssystem Nahverkehr Sachsen-Anhalt	Routenplanung im öffentlichen Personenverkehr für Sachsen-Anhalt und im Mitteldeutschen Verkehrsverbund.
ITCS	Intermodal Transport Control System	
LAN	Local Area Network	Local Area Network
LDD	Landesdatendrehscheibe	Hiermit werden alle Datendrehscheiben beschrieben, die ein Verkehrsgebiet versorgen. Beispiele: LDD des VBB, LDD des VBN, LDD der NASA
MENTZ	MENTZ Datenverarbeitung GmbH	Hersteller von Fahrgastinformationssystemen und DDS (z.B. der DDIP)
MEZ	Mitteleuropäische Zeit	
nah.sh	Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein GmbH	

Begriff / Abkürzung	Langname	Beschreibung
NAP	National Access Point	
NASA	Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH	
NVBW	Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg GmbH	
NVV	Verkehrsverbund und Fördergesellschaft Nordhessen mbH	
ODEG	Ostdeutsche Eisenbahn GmbH	
ÖV	Öffentlicher Verkehr	
RB	Rhein-Niers-Bahn	Regionalbahn-Linie in Nordrhein-Westfalen
RBL	Rechnergestütztes Betriebsleitsystem	
REF	Referenzdatendienst	Gemäß VDV
Regional-Cluster-DDS	Überregionale Datendrehscheibe	Hiermit werden überregionale Datenknoten beschrieben, die mehrere LDDs miteinander verbinden.
RMV	Rhein-Main-Verkehrsverbund GmbH	
SIRI	Service Interface for Real Time Information	europäischer Standard zur Übertragung von Echtzeitinformationen
SM (SIRI)		Stop Monitoring Service – Dienst des SIRI Standards zur Übertragung von realen Ankunfts- und Abfahrtszeiten an Haltestellen
SX (SIRI)		Situation Exchange Service – Dienst des SIRI Standards zum Austausch strukturierter Nachrichten
UMS	Umgang mit Störungsmeldung (VDV Arbeitsgruppe 736-1)	
URL	Uniform Ressource Locator	Der Uniform Ressource Locator ermöglicht die Lokalisierung und Identifizierung von Ressourcen. Als Ressourcen kommen zum Beispiel Webseiten und Dateien in Frage
UTC	Universal Time Coordinated	Weltzeit, weltweite Vereinbarung einer Referenzzeit zur Angabe der Abweichung der lokalen Zeitzonen.

Begriff / Abkürzung	Langname	Beschreibung
VBB	Verkehrsverbund- Berlin-Brandenburg GmbH	
VBBr	Verkehrsbetriebe Brandenburg an der Havel GmbH	
VBN	Verkehrsverbund-Bremen-Niedersachsen GmbH	
VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen	
VMT	Verkehrsgemeinschaft Mittelthüringen GmbH	
VPN	Virtuelles privates Netzwerk	
VRN	Verkehrsverbund Rhein-Neckar GmbH	
VRS	Verkehrsverbund Rhein-Sieg GmbH	
VTF	Verkehrsgesellschaft Teltow-Fläming GmbH	
VU	Verkehrsunternehmen	
VVO	Verkehrsverbund Oberelbe GmbH	
XML	Extendable Markup Language	Datenformat zur Beschreibung von Objekten und Datenstrukturen
XSD		Schemadatei, welches den Aufbau der XML-Dateien beschreibt.
ZDD	Zentrale Datendrehscheibe	Hiermit wird ein singuläres zentrales Echtzeit-Datendrehscheiben-System beschrieben.
ZPS	Zweckverband Personennahverkehr Saarland mbH	Hiermit werden alle Systeme beschrieben, die Daten / Informationen von den DDS abnehmen.

6 Weitere Angaben

Weitere geforderte Angaben	Bemerkungen
a) Aufgabenstellung	Kernfrage: „Wie kann eine durchgängige Echtzeit-Fahrplaninformation über Landes- bzw. Unternehmensgrenzen hinweg realisiert werden?“ Bearbeitung folgender Handlungsfelder: • Datensynchronisierung sowie Harmonisierung der Datenbestände und unterschiedlicher META-Datenschemata • effiziente Verknüpfung zwischen Datendrehscheiben • konsistente Störungsinformation • Zukunftsfähige Schnittstellenkonvertierung
b) Voraussetzungen, unter denen die Arbeiten durchgeführt wurden	Entwicklungen konnten auf Grundlage bestehender VDV Schnittstellen sowie existierender Systeme der Firmen HaCon, MENTZ sowie DB AG in den Verkehrsgebieten Berlin/Brandenburg, Sachsen-Anhalt/Sachsen und Bremen/Niedersachsen realisiert werden.
c) Planung und Ablauf der Arbeiten	Die Projekterkenntnisse wurden mit den Projektpartnern sowie der DB AG anhand von Projekt-internen sowie Projekt-externen Experten abgestimmt. Der Ablauf erfolgte gemäß Leistungsbeschreibung des AG.
d) wissenschaftliche und technische Methoden, an die angeknüpft wurde:	
• Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des FE-Vorhabens benutzt werden	keine
• Angabe der verwendeten Fachliteratur	In den jeweiligen AP-Ergebnisberichten sowie im Schlussbericht als Quelle angegeben.

e) Dem AN während der Durchführung des FE-Vorhabens bekannt gewordene Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen,	In den jeweiligen AP-Ergebnisberichten sowie im Schlussbericht als Quelle angegeben. Hier sind beispielhaft die VDV 736-1 UMS Arbeitsgruppe sowie das Forschungsprojekt ÖV-Daten für NAP zu nennen.
f) Erzieltes Ergebnis und sein Nutzen, insbesondere die wirtschaftliche Verwertbarkeit	Das FE-Projekt hat gezeigt, dass die Vernetzung der Informationssysteme nicht nur möglich, sondern zwingend notwendig ist. Sie ist ein wichtiger Schritt zu einer guten und konsistenten Reisendeninformation. Mit dem Projekt wurde eine Vielzahl von Vorarbeiten geschaffen. So konnten wichtige technische sowie organisatorische Grundvoraussetzungen erarbeitet, festgehalten und an die verantwortlichen Gremien weitergeleitet werden. Alle drei konzipierten Architekturansätze sind technisch umsetzbar und je nach Anwendungsfall sinnvoll. Anhand der erarbeiteten Bewertungsmatrix (mit den Bewertungskomplexen Kosten, Flexibilität / Komplexität, Vollständigkeit und Verfügbarkeit) lassen sich je nach Rahmenbedingungen (Abnehmer und Anwendungsfall) Vor- und Nachteile dezidiert nachvollziehen. Eine eindeutige Empfehlung für die eine richtige Umsetzungsvariante ist jedoch heute nicht möglich. Dies liegt insbesondere daran, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen und Anforderungen von den Verantwortlichen der Verkehrsbranche und der Politik definiert werden müssen. Hierbei müssen gewachsene Strukturen genutzt werden. Die finanziellen Möglichkeiten den technischen und betrieblichen Anforderungen gegenübergestellt werden und die Umsetzungszeiträume für die Realisierung berücksichtigt werden..
g) wissenschaftliche und technische Informations- und Dokumentationsdienste, die benutzt wurden	Keine
h) Zusammenfassung der im FE-Ergebnis verwerteten Schutzrechte und zu jedem	keine

Schutzrecht die Angabe des in der Patentschrift, in der Patentanmeldung oder im Gebrauchsmuster genannten Schutzrechtsinhabers	