

Diskussionspapier

Übertragung der Prognosequalität mittels der Schnittstellen VDV 453/454

Mitarbeit:
DB Mobility Logistics
Hacon Ingenieurgesellschaft
INIT
Mentz Datenverarbeitung
MRK Management Consultants
Trapeze ITS
VerkehrsConsult Dresden-Berlin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Zielsetzung	6
2.1	Umriss der Aufgabenstellung	6
2.2	Nutzung von Prognosequalitätsangaben in der Fahrplanauskunft	7
3	Vorschlag für einen determinierten Qualitätsparameter	9
3.1	Begriffsdefinitionen	9
3.2	Prämissen	9
3.3	Stufendefinition, Grenzwerte	11
3.4	Ermittlung des Qualitätsparameters durch die Quellsysteme	14
3.5	Fortschreibungsregel	16
4	Integration in das XML-Schema	19
4.1	Derzeitige Definition der Prognosezeiten im XML-Schema	19
4.2	Vorgeschlagene Schnittstellenerweiterung	21
5	Verifikation anhand beispielhafter Anwendungsfälle	23
5.1	Prognoseaktualisierung	23
5.2	Funkstörung	24
5.3	Zug steht ohne automatische Standortinformation	25
5.4	Zug steht und hat Standortinformation	26
5.5	Fahrzeug wird sollpositioniert geführt	27
5.6	Fahrzeug ist „Off Route“	28
5.7	Fahrzeug steht im Stau	29
5.8	Fahrzeug fährt auf Umleitung	29

1 Einleitung

Der Austausch von Echtzeit- und Prognosedaten für den Öffentlichen Verkehr orientiert sich im deutschsprachigen Raum an den beiden VDV-Schriften 453 und 454. Viele Projekte haben sich erfolgreich der in diesen Schriften beschriebenen Diensten und Schnittstellen bedient. Aus den Projekterfahrungen ergeben sich naturgemäß Anhaltspunkte für zukünftige Erweiterungen.

Insbesondere wurde in einigen Projekten festgestellt, dass bei Prognosedaten erhebliche Qualitätsunterschiede bestehen können. Die Gründe, warum Prognosen im Öffentlichen Verkehr mal sehr zuverlässig, mal weniger zuverlässig sein können, sind vielfältig. Es entstand der Wunsch, in den Schnittstellen VDV 453/454 eine Qualitätseinschätzung der übermittelten Prognosedaten vornehmen zu können. Zwei Projekte sind hier als Vorreiter zu nennen.

- § Im Projekt DEFAS FGI BAYERN, das vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie initiiert wurde, wurden drei Stufen von Prognosequalität definiert, die verschiedene Betriebssituationen beschreiben und kategorisieren.
- § Im FOPS-Projekt 70.822 „Steigerung der Qualität der Anschlusssicherung und der Fahrgastinformation unter Einbeziehung personalisierter Dienste“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung werden gezielt Methoden zur Verbesserung der Genauigkeit von Prognosedaten und ihrer Qualitätseinstufung erforscht.

In den VDV-/SIRI-Spezifikationen sind bereits eine Reihe von optionalen Parametern zur Beschreibung der Qualität von übermittelten Prognosedaten enthalten. Diese sind jedoch nur teilweise konsistent und decken die Anforderungen aus laufenden Projekten, beispielsweise DEFAS, nicht vollständig ab.

Da das Thema durch laufende Projekte und Ausschreibungen immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist eine allgemein anwendbare Struktur und eine einheitliche Definition der Qualitätsparameter im Rahmen der VDV-/SIRI-Standards notwendig.

Auf der Sitzung der VDV-Arbeitsgruppe "Ist-Datenschnittstellen" am 11.11.2009 in Köln wurde ein Konzeptpapier der Fa. Trapeze ITS zu den Auswirkungen bestimmter Betriebszustände (resp. Anwendungsfälle, UseCases) auf die Prognosequalität und die entsprechenden Qualitätsparameter der VDV-/SIRI-Schnittstellen vorgestellt. Daneben wurde diskutiert, wie die Parameter im Projekt DEFAS, bei welchem die Lieferung der Prognosequalitätsparameter vertraglich festgelegt wurde, mit den allgemeinen Definitionen der VDV-Datenschnittstellen konform gehen können.

Da die Thematik im Rahmen der Sitzung aus Zeitgründen nicht umfassend geklärt werden konnte wurde beschlossen, die Betrachtung dieses komplexen Themas in eine eigene Unterarbeitsgruppe (UAG) „Prognosequalität“ auszulagern. Aufgabe der UAG sollte es sein, konkrete Vorschläge zu erarbeiten, wie der Begriff

„Prognosequalität“ definiert und in die Schnittstellen VDV 453/454 aufgenommen werden kann.

Folgende Personen haben an der UAG „Prognosequalität“ mitgewirkt bzw. sind immer noch aktiv:

Herr Dr. Blendinger (DB Mobility Logistics AG)
Herr Dr. Fiekert (HaCon Ingenieurgesellschaft mbH)
Herr Dr. Kieslich (MRK Management Consultants GmbH)
Herr Kohl (Mentz Datenverarbeitung GmbH)
Frau Lisbach (init AG)
Herr Preusker (VCDB VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH)
Herr Dr. Reiter (MRK Management Consultants GmbH)
Herr Rubli (Trapeze ITS Switzerland GmbH)

Die Unterarbeitsgruppe ist bisher drei Mal zu Arbeitssitzungen zusammengekommen. Durch die personelle Zusammensetzung der Gruppe wurden die Anforderungen seitens der Quell- und Zielsysteme unterschiedlicher Verkehrsträger (ÖPNV, SPNV, Fernverkehr ...) in die Diskussion eingebracht.

Um stets einen Bezug zur Praxis zu haben, wählte die Gruppe eine Herangehensweise, die im Wechsel konkrete Anwendungsfälle analysierte, um damit Begriffsbestimmungen herzuleiten, die sich an weiteren Anwendungsfällen wieder bewähren mussten. Auf diese Weise sollte eine möglichst realitätsnahe Übereinstimmung von Theorie und Praxis erzielt werden.

Anfangs wurde versucht, das Konzeptpapier der Fa. Trapeze ITS zu vervollständigen und den Anwendungsfällen bestimmte Prognosestufen zuzuordnen. Dabei zeigte sich jedoch sehr bald, dass eine 1-zu-1-Zuordnung von Anwendungsfall und Prognosequalitätsstufe nicht zielführend ist. Die Art und Weise der Auswirkung ist von Fall zu Fall unterschiedlich und hängt u.a. von

- § der Art und Weise der Fahrzeugortung im Quellsystem,
- § dem verwendeten Datenfunkverfahren,
- § evtl. vorhandenen Zusatzinformationen über Art und Dauer der Störung, sowie
- § dem Zeitpunkt der Anfrage (Prognosehorizont)

ab.

Um zu einer einheitlichen Definition eines vom Anwendungsfall unabhängigen Qualitätsparameters zu gelangen, ist die Definition von Kriterien und Grenzwerten erforderlich. Die Gruppe hat sich intensiv mit der Frage auseinandergesetzt, nach welchen Kriterien die Definition der Prognosequalität erfolgen sollte und welche Grenzwerte/Parameter anzunehmen sind. Darüber hinaus wurde ein Vorschlag für ein angepasstes XML-Schema zur Repräsentation der Qualitätsparameter in der VDV-Schnittstellenspezifikation erarbeitet.

Die UAG hat gemeinsam dieses Papier erarbeitet, das die Ergebnisse der Diskussionen und Arbeitssitzungen vorstellen soll.

2 Zielsetzung

Prognosedaten sind Vorhersagen für die Zukunft und daher potentiell unsicher. In diesem Dokument soll untersucht werden, wie die Zuverlässigkeit von Prognosedaten im Öffentlichen Verkehr definiert werden kann, so dass daraus ein Mehrwert für die Fahrgäste entsteht.

2.1 Umriss der Aufgabenstellung

Die vorliegende Arbeit macht dabei derzeit zwei Einschränkungen. Die erste ist, dass sie sich nur mit Prognosen über Ankunfts- und Abfahrtszeiten von Fahrzeugen an Haltestellen beschäftigt. Themen wie Vorhersagen von Auslastungsgraden von Fahrzeugen oder ihrer Positionen auf der Strecke wurden nicht betrachtet. Die zweite Einschränkung ist, dass die Auswirkungen von Qualitätseinstufungen der Prognoseaussagen vorerst nur auf die unmittelbare Fahrgastinformation bzw. auf die Berechnung von Fahrplanauskünften mit Echtzeit- und Prognosedaten betrachtet wurden. Eine Analyse der Auswirkungen auf die betrieblichen Abläufe (z.B. auf die Disposition von Anschlüssen) bleibt noch zu leisten.

In der Fahrgastinformation stellen Prognosedaten einen erheblichen Mehrwert gegenüber dem Sollfahrplan dar, aber nur wenn die Prognosedaten zuverlässig sind. In einer Fahrplanauskunft, die dem Benutzer eine optimale Reisekette für seinen Reisewunsch von A nach B vorschlägt, müssen die Prognosedaten vor allem beim Umsteigen berücksichtigt werden, um nur solche Anschlüsse darzustellen, die auch tatsächlich erreicht werden können. Fahrplanauskunftssysteme können dabei bei Ankunftszeiten, für die keine zuverlässigen Prognosen ermittelt werden könnten, zusätzliche Zeitpuffer einplanen oder unzuverlässige Verkehre komplett meiden, insbesondere z.B. wenn der Benutzer eine möglichst zuverlässige Routenempfehlung wünscht. Bei personalisierten Reisebegleitungsdiensten können Fahrgäste gezielt informiert werden, wenn Teile ihrer geplanten Reise unzuverlässig und damit unrealistisch zu werden drohen.

In der Kommunikation mit dem Fahrgast ist es wichtig, dass Formulierungen gewählt werden, die andeuten, wie zuverlässig die Prognosedaten einzuschätzen sind. Aussagen wie „kommt heute 10 Minuten später“ oder „kommt heute mindestens 10 Minuten später“ oder „hat heute erhebliche Verspätung“ sind Beispiele, wie dem Fahrgast der unterschiedliche Kenntnisstand nahegebracht werden kann.

Im Rahmen der Unterarbeitsgruppe waren daher u.a. folgende Fragen zu diskutieren:

- § Welche Prämissen sind für einen determinierten Qualitätsparameters zur Beschreibung der Prognosegenauigkeit zugrunde zu legen?
- § Welches Kriterium soll der Qualitätsparameter beinhalten?
- § Wo liegen sinnvolle Grenzen beim gewählten Kriterium, um die Qualitätsstufen voneinander abzugrenzen?

- § Wie wirken sich bestimmte Betriebszustände (Anwendungsfälle) bezüglich des so definierten Qualitätsparameters aus?
- § Welche Änderungen ergeben sich daraus für ein Update der entsprechenden VDV-Schnittstellenspezifikationen?

2.2 Nutzung von Prognosequalitätsangaben in der Fahrplanauskunft

Um Prognosequalität von Ankunfts- und Abfahrtszeiten an eine Fahrplanauskunft zu kommunizieren, bieten sich im Wesentlichen zwei Varianten an:

1. Angabe einer Qualitätsstufe für die Ankunfts- und Abfahrtszeitprognosen
2. Angabe von frühesten oder spätesten Ankunfts- oder Abfahrtszeiten

Für die Nutzung von Qualitätsstufen in der Auskunft stellt sich die Frage, wie die Stufen verwendet werden können. Es ist naheliegend, Verbindungen zu suchen, die Fahrten mit schlechter Einstufung bzgl. der Prognosequalität meiden. In Gebieten mit dichten Verkehren sollte dies häufig funktionieren. In Gebieten, in denen die Verkehrsdichte niedrig ist, kann es aber leicht passieren, dass das Ziel gar nicht mehr erreicht werden kann, wenn eine Störung vorliegt, die zu einer schlechten Prognosequalität führt, und die Fahrten der entsprechenden Qualitätsstufe ausgeschlossen werden.

Daher muss bei der rein auf den Stufen basierenden Suche die Nutzung einer Fahrt mit schlechter Stufe abgewogen werden gegenüber anderen Verbindungen, die nur Fahrten aus besseren Stufen nutzen, aber (zumindest gemäß Sollfahrplan) evtl. wesentlich später verkehren und sicherer zum Ziel führen.

Andererseits ist es durchaus üblich bei Prognosen nicht nur von einer „wahrscheinlichen“ Ankunfts- oder Abfahrtszeit zu sprechen, sondern auch die *spätestmögliche Ankunft* oder die *frühestmögliche Abfahrt* zu betrachten. Bei der Suche nach fahrbaren Verbindungen können diese Zeiten anstelle der prognostizierten Ankunfts- und Abfahrtszeiten verwendet werden. Dies führt zu Verbindungen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Ziel führen, weil bei Umstiegen angemessene Puffer eingeplant werden.

Wenn entsprechende Abschätzungen für die Zeiten vorliegen, ist diese Art der Suche algorithmisch auch deshalb interessant, weil die Abwägung zwischen der Verwendung „unsicherer“ Fahrten und dem möglichst frühen Erreichen des Ziels nicht explizit (und damit doch durch Heuristiken gestützt) stattfinden muss. Außerdem können die frühesten und spätesten Zeiten der Fahrten an den Haltestellen feiner justiert werden (mindestens minutengenau) als die wenigen Stufen einer (wie auch immer gearteten) Qualitätsstufenlogik.

Deshalb hat es sich in den Diskussionen herauskristallisiert, dass es sinnvoll ist, gleichzeitig den Ansatz mit der Verwendung von Qualitätsstufen und den Ansatz mit frühesten und spätesten Zeiten zu unterstützen.

Um aber in heterogenen Echtzeit-Versorgungssituationen (soll heißen: Auskunftssystemen mit mehreren angeschlossenen ITCS) immer einheitlich Verbindungen rechnen zu können, sollten beide Ansätze nicht gleichberechtigt optional (also als entweder-oder-Alternativen) aufgenommen werden. Die Einstufung der Prognosequalität erscheint einfacher als die minutenscharfe Bestimmung frühester und spätester Zeiten. Daher ist es sinnvoll, bei der Angabe einer Prognosequalität in den Schnittstellen die Stufenangabe obligatorisch und die feinere Zeitenangabe zusätzlich optional aufzunehmen.

Für die Auskunftssysteme als Abnehmer ergibt sich damit, dass auf jeden Fall mit den Qualitätsstufen gerechnet werden kann, wenn alle Zuliefersysteme überhaupt Qualitätsangaben liefern.

Wenn der Betreiber der Auskunft nicht nur allein auf Basis der Stufen nach zuverlässigen Verbindungen suchen lassen will sondern lieber die frühesten und spätesten Zeiten verwenden lassen möchte, dann lässt sich dies erreichen, wenn den Qualitätsstufen defensiv (also großzügig) Zeitabweichungen zugeordnet werden, die den prognostizierten Zeiten hinzugerechnet werden, um Abschätzungen für die frühesten und spätesten Zeiten zu erhalten. Es war in den Diskussionen relativ früh Konsens, dass unabhängig von der Definition der Qualitätsstufen diese Zeitabweichungen zu den Stufen angegeben werden sollten, um so das Rechnen mit frühesten und spätesten Zeiten auf jeden Fall zu ermöglichen, auch wenn nicht alle Systeme die feineren Zeiten zuliefern können.

Zusätzlich zu der Zuordnung eines Zeitintervalls für Abweichungen zu jeder Qualitätsstufe, die als Standardeinstellung gilt, sollte in der Schnittstelle auch die Möglichkeit geschaffen werden, dass ein ITCS sein eigenes Abweichungsintervall (Früheste Zeit – Späteste Zeit) zu jeder Prognose zusätzlich zur Qualitätsstufe mitliefern kann. Ein Auskunftssystem ist dann in der Lage, diese vom Standardintervall abweichende, feinere Definition bei der Berechnung der Verbindungsauskunft zu berücksichtigen.

Zusammenfassend kann man festhalten: Ein ITCS sollte stets eine Qualitätsstufe zu jeder Prognose mitteilen. Mit jeder Qualitätsstufe ist ein Standard-Abweichungsintervall Früheste Zeit – Späteste Zeit verknüpft. Systeme, die genauere Abweichungsintervalle liefern können, können diese in der Schnittstelle mitteilen und damit für den jeweiligen Prognosewert die Standardwerte überschreiben. Eine Übermittlung einer Qualitätsstufe ist dennoch zwingend (falls überhaupt Qualitätsstufen gesendet werden).

3 Vorschlag für einen determinierten Qualitätsparameter

3.1 Begriffsdefinitionen

Fahrplanabweichung / Pünktlichkeit	Differenz zwischen planmäßiger und tatsächlicher Ankunfts-, Abfahrts- oder Durchfahrtszeit einer Fahrt an einem bestimmten Ort; ist erst nach Vorliegen der betreffenden Ist-Meldung berechenbar und liegt dann fest.
Prognosewert	Vom Quellsystem-Betreiber im Rahmen seiner Prognosehoheit zu einem bestimmten Zeitpunkt kommunizierte prognostizierte Ankunfts- oder Abfahrtszeit (lt. Def.) eines bestimmten Verkehrsmittels an einem bestimmten Haltepunkt; kann sich mehrfach im Lauf der Fahrt (bei umlaufbezogener Prognose auch schon vor Fahrtbeginn) ändern.
Prognosehorizont	Differenz zwischen Zeitpunkt der Erstellung der Prognose und dem Zeitpunkt der tatsächlichen Ankunft bzw. Abfahrt der betreffenden Fahrt an einem bestimmten Haltepunkt
Prognoseabweichung	Differenz zwischen tatsächlicher und prognostizierter Ankunfts- bzw. Abfahrtszeit
Prognosequalität	Vom Quellsystem zusammen mit dem Prognosewert mitgeliefertes Maß/Kennziffer für den zu erwartenden Prognosefehler gemäß Definition.
Quellsystem	System, welches Fahrt- und Prognosedaten generiert und über VDV-Schnittstellen für externe Zielsysteme bereitstellt (z.B. RBL/ITCS, Regio-RBL, ISTP/RIS, ...)
Zielsystem	System, welches Fahrt- und Prognosedaten über VDV-Schnittstellen empfängt, ggf. weiterverarbeitet (z.B. zur Reisekettenbildung) und an Endnutzer (i.d.R. Fahrgäste) weiterleitet (z.B. stationäre DFI-Anzeiger, Fahrplanauskunft im Internet, mobile Medien), ...

3.2 Prämissen

Für die Definition eines allgemein verbindlichen Parameters für die Prognosequalität wurden die nachfolgend kurz beschriebenen Prämissen zugrunde gelegt.

Kein rein mathematischer Ansatz

Erste Überlegungen, den Qualitätsparameter mit Hilfe mathematischer (Verteilungs-) Funktionen zu beschreiben wurden sehr bald verworfen. Zum einen sind die tatsächlichen Verteilungsfunktionen in der Praxis stark divergierend und zum anderen würde dadurch eine Genauigkeit vorgespiegelt, die in der Praxis nicht erreichbar ist.

Trennung von Ermittlung (im Quellsystem) und Verarbeitung (im Zielsystem)

Die Nutzung der Prognosedaten im Zielsystem soll ohne Kenntnis interner Zustände des Quellsystems möglich sein. Daher soll es nicht erforderlich sein, dass außer den definierten Qualitätsparametern weitere Informationen zwischen Quell- und Zielsystem ausgetauscht werden.

Fünf Stufen

Für die Beschreibung des Parameters bietet sich eine Klassifizierung in fünf Stufen an. Ein fünfstufiger Qualitätsparameter ist, wenngleich mit anderer Semantik, bereits in den VDV- bzw. SIRI-Spezifikationen enthalten. Mit fünf Stufen ist eine hinreichend genaue Beschreibung der Qualitätsmerkmale möglich, ohne eine Scheingenauigkeit zu suggerieren.

Entkopplung der Prognosestufen von den Anwendungsfällen

Erste Versuche, den Anwendungsfällen genau eine Prognosequalitätsstufe zuzuordnen zeigten sehr bald, dass dabei eine 1-zu-1-Zuordnung nicht möglich ist. Vielmehr können die Qualitätsstufen bei gleichen Anwendungsfällen unterschiedliche Werte annehmen, abhängig beispielsweise von der Art der Fahrzeugortung und Datenübertragung, den Ursachen von Störungen im Betriebsablauf sowie dem jeweiligen Prognosehorizont.

Vergleichbarkeit der gelieferten Qualitätsstufen

Damit die gelieferten Qualitätsstufen über alle Systeme die gleiche Bedeutung haben und nicht jedes Mal projektspezifisch festgelegt werden müssen, sind als Grenzen zwischen den einzelnen Qualitätsstufen determinierte Werte festzulegen.

Beschränkung auf AUS-Dienste

Im Rahmen der Arbeitsgruppe wurden zunächst nur die AUS-Dienste betrachtet. Bei Zielsystemen, die eine Reisekettenbildung vornehmen, ist zusätzlich die Verlässlichkeit einer ggf. aktiven Anschlusssicherung an Umsteigepunkten von Interesse.

Im ANS-Dienst kommt es jedoch nicht nur auf die Zeitfenster zwischen den Ankunfts- und Abfahrtszeiten an, sondern ob der Anschluss, unterstützt durch die RBL/ITC-Systeme tatsächlich gehalten wird. Hierbei wäre ebenfalls ein fünfstufiger Parameter denkbar, jedoch mit anderer semantischer Bedeutung (beispielweise mit der Definition bestimmter Verlässlichkeiten, mit der ein Anschluss gehalten/erreicht wird).

Die Definition des Parameters für die Verlässlichkeit der Anschlusssicherung sollte in einem weiteren Arbeitsschritt im Rahmen der Unterarbeitsgruppe erfolgen.

3.3 Stufendefinition, Grenzwerte

Für die Festlegung der Prognosestufen wurden drei Ansätze diskutiert:

- a) mittels Eintreffenswahrscheinlichkeit des Maximums der (unimodalen) Verteilung (bei Granularität von ± 1 Minute),
- b) mittels Breite eines Konfidenzintervalls, in dem mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die beobachteten Prognoseabweichungen liegen sollten, oder
- c) mittels "griffiger" verbaler Beschreibungen, die den aktuellen Betriebszustand einer Prognosestufe zuordnen, sowie Regeln und Implementierungshinweisen hierzu.

Wie bereits angeführt, führt das Vorgehen gemäß Variante c) allein nicht zu einem determinierten Parameter, zudem ist eine 1-zu-1-Zuordnung von Betriebszustand (Anwendungsfall) und Prognosestufe nicht möglich. Zusätzlich muss eine Definition der Prognosestufen nach einem der beiden unter a) oder b) genannten Kriterien erfolgen.

Die Unterarbeitsgruppe schlägt vor, die Prognosestufen anhand von definierten Konfidenzintervallen zu definieren. Das Votum für Ansatz b) ist aus mehreren Gründen entstanden:

- § Dieser Ansatz erlaubt eine Vergleichbarkeit über verschiedene Anwendungsfälle und Datenlieferanten hinweg.
- § Er entspricht am ehesten der Art und Weise, wie die Datengewinnung in den Quellsystemen (z.B. RBL/ITCS) abläuft.
- § Er entspricht am ehesten der geplanten Nutzung in den Zielsystemen (z.B. Auskunftssystemen).
- § Die vom Quellsystem zugesicherte Prognosequalität ist (zumindest bei Vorhandensein von Istdaten bzw. Fahrplanabweichungen) a posteriori im Zielsystem überprüfbar.

Da in der Praxis die Tendenz besteht, dass sich Verspätungen eher noch zusätzlich verstärken, werden keine symmetrischen Intervalle angenommen. Im ersten Ansatz wurden daher Intervalle gewählt, die zu einem Drittel vor dem prognostizierten Wert liegen und zu zwei Dritteln danach.

Als Grenzwerte für die Konfidenzintervalle der Stufen 1 - 4 werden vorgeschlagen:

Prognosequalitätsstufe	unterer Grenzwert (früheste Ankunfts-	oberer Grenzwert (späteste Ankunfts-	Intervallbreite

	/Abfahrtszeit)	/Abfahrtszeit)	
1: Sehr sicher	- 1 min	+ 2 min	3 min
2: Ziemlich sicher	- 3 min	+ 6 min	9 min
3: Unsicher	- 8 min	+ 16 min	24 min
4: Sehr unsicher	- 20 min	+ 40 min	60 min
5: Prognose unmöglich	unbestimmt	unbestimmt	> 60 min

Die Stufe 5 hat keine zeitliche Ausprägung. Diese wird immer dann verwendet, wenn keine belastbare Aussage über die Prognosegenauigkeit getroffen werden kann, d.h. zu erwarten ist, dass die Prognose um mehr als 60 Minuten (-20/+40) "streut".

Die Übermittlung einer bestimmten Stufe bedeutet, dass aus Sicht des Quellsystems der Prognosefehler mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit innerhalb des angegebenen Intervalls liegen wird. Damit ist zwar keine "Garantie" seitens der Quellsysteme verbunden, aber es lässt sich mit relativ einfachen statistischen Tests nachträglich ermitteln, welches Konfidenzniveau tatsächlich eingehalten wurde. Außerdem ermöglicht diese Definition in der VDV-Schnittstelle, dass die Beteiligten je nach Konstellation und technisch-betrieblichen Möglichkeiten unterschiedliche zugesicherte Konfidenzniveaus vereinbaren, die dann beim Zielsystem spezifisch benutzt werden können. In einem ersten Schritt ist die Erzeugung und Nutzung dieser Stufen auch ohne derartige Zusicherungen (z.B. 95%) möglich.

In jedem Fall ist es Sache und Verantwortung der Betreiber des Zielsystems, mit den verschiedenen Liefersystemen auf Basis dieser Qualitätsstufendefinition vergleichbare Qualitätsvereinbarungen mit den Lieferanten zu treffen, um eine einheitliche Nutzung der Daten im Zielsystem zu ermöglichen.

Die Prognosestufe 1 z.B. ist demzufolge dadurch definiert, dass die Abweichung von der prognostizierten Zeit P mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit im Intervall $[P - 1 \text{ min}, P + 2 \text{ min}]$ liegt. Soweit keine zusätzlichen expliziten Intervallgrenzen in der Schnittstelle mit übergeben werden, ergeben sich also die Konfidenzintervallgrenzen in Verbindung mit dem jeweiligen Prognosewert aus der obigen Tabelle.

Darüber hinaus können optional explizite Intervallgrenzen übermittelt werden, die von denen durch obige implizite Regel definierten abweichen.

Falls das liefernde System zur Qualitätsstufe noch explizit ein Zeitintervall angibt, müssen Stufe und Intervallbreite konsistent sein, d.h. es darf keine Qualitätsstufe mitgegeben werden, deren Intervallbreite gem. obiger Definition kleiner ist als das explizit gegebene Intervall (Bsp.: das explizit definierte Intervall $[-5, +5]$ darf nur mit den Qualitätsstufe 3, 4 oder 5, nicht jedoch mit 1 oder 2 geliefert werden.). Falls

diese Bedingung nicht eingehalten wird, ist das Zielsystem frei, für die weitere Verarbeitung eine entsprechende Herunterstufung (im Bsp. etwa auf Stufe 3) vorzunehmen.

Eine wichtige Konsequenz dieser Definition ist, dass die Prognosequalität keine Eigenschaft ist, die sich auf die gesamte (Rest-)Fahrt bezieht, sondern nur zu einem bestimmten Zeitpunkt für ein bestimmtes Ereignis (Ankunft/Abfahrt an einem bestimmten Halt) in der Zukunft gilt. Insbesondere kann sich vor allem bei längeren Fahrten mit größeren Haltabständen (z.B. Schienen-Fernverkehr) die Prognosequalität allein aufgrund des stark unterschiedlichen Prognosehorizonts an den verschiedenen Halten unterscheiden.

In der folgenden Abb. 2 ist die Ausprägung der vorgeschlagenen Prognosequalitäten bei Schienenverkehren der Deutschen Bahn exemplarisch für zwei Zuverlässigkeitsniveaus (60% und 90%) dargestellt. Die Zuordnung der jeweiligen Qualitätstufen erfolgte nach der Breite des jeweiligen berechneten Konfidenzintervalls zum jeweiligen Zuverlässigkeitsniveau gemäß der Legende. Man erkennt

1. dass die gewählte Abgrenzung der Prognosestufen (für Zugfahrten der DB) sinnvolle Differenzierungen liefert,
2. die Wirkung des im Vorschlag als Freiheitsgrad offengehaltenen Zuverlässigkeitsniveaus: 60%-Aussagen sind "optimistischer" als 90%-Aussagen,
3. gerade bei langlaufenden Zügen können auf dem Laufweg sehr wohl unterschiedliche Prognosestufen sinnvoll sein.

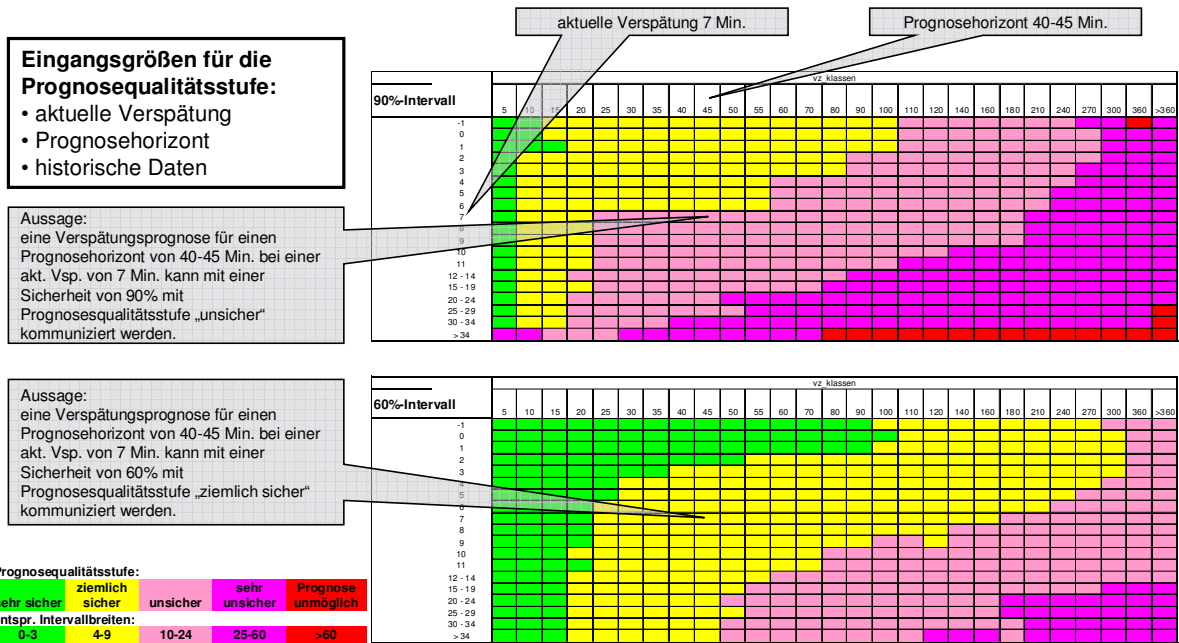


Abb. 1: Exemplarische Ausprägungen der Prognosequalitätsstufen bei Schienenverkehren (Quelle: Deutsche Bahn)

3.4 Ermittlung des Qualitätsparameters durch die Quellsysteme

Wichtig für die Funktionsfähigkeit des Quelle-Ziel-Gesamtsystems ist, dass der Wert des übermittelten Qualitätsparameters möglichst zutreffend ist. Die UAG hat sich deshalb intensiv mit der Frage befasst, wie die Quellsysteme die "richtige" Qualitätsstufe ermitteln können, wenn diese nicht durch eindeutige Systemzustände evident ist. Ein Lösungsansatz in diesem Fall ist ein rekursives Verfahren zur Einstellung des Qualitätsparameters pro Anwendungsfall, wie es derzeit im FOPS-Projekt 70.822 durch die VCDB erprobt wird.

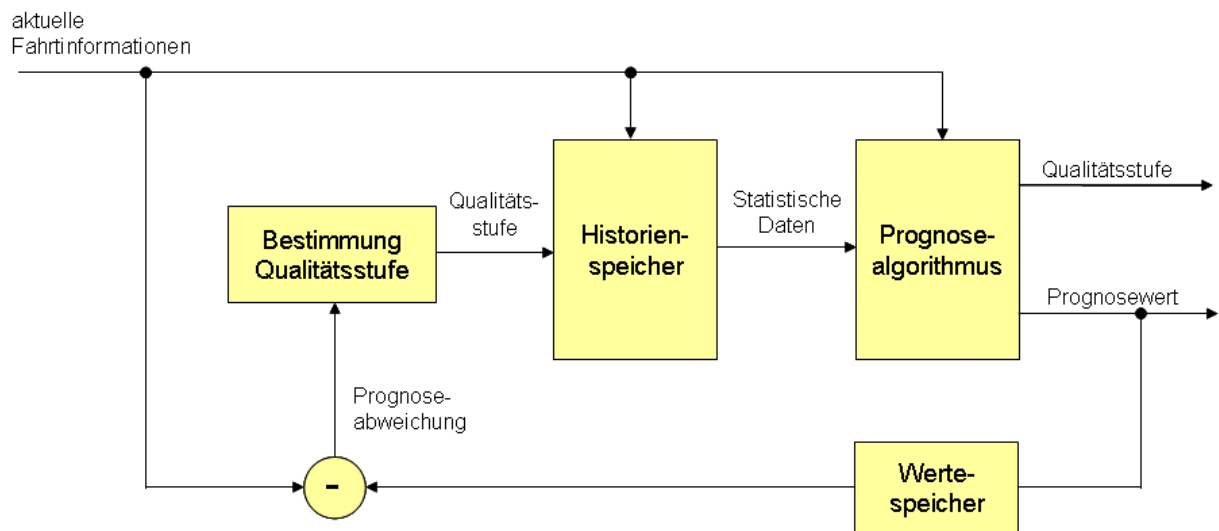


Abb. 2: Rekursives Verfahren zur Anpassung der Prognosegenauigkeit je Anwendungsfall
(Quelle: FOPS-Projekt 70.822)

Aber auch ohne ein solches rekursives Verfahren kann ein Quellsystem sinnvolle Werte für die Prognosequalität produzieren: Zunächst ist eine - u.U. grobe – Heuristik zu implementieren, wie die Prognosequalität systematisch mit dem Prognosehorizont abnimmt. Für gewisse betriebliche Anwendungsfälle können plausible und automatisch umsetzbare Annahmen getroffen werden (s. Abschnitt 5).

Wie oben angedeutet, gibt es mehrere Ereignisse, wann sich die Prognosequalität für ein konkretes Prognosedatum ändern kann:

- Die Zeit schreitet fort und allein aufgrund des kürzeren Prognosehorizonts verbessert sich die Prognosequalität (auch bei gleichbleibender Verspätungslage).
- Die aktuelle Verspätung und damit der Prognosewert ändert sich und damit – je nach hinterlegten Regeln bzw. Daten – auch die Prognosequalität.
- Die Randbedingungen der Prognoseerstellung ändern sich und beeinflussen die Prognosequalität.

Welche der genannten Ereignisse tatsächlich zu einer Aktualisierung der Prognosequalität führen, liegt in der Verantwortung des Quellsystems: Eine Minimalforderung wäre, dass zumindest bei Übergabe von neuen und aktuellen Prognosewerten die mitgegebene Prognosequalität ebenso aktuell ist. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Qualitätsvereinbarungen mit dem Abnehmer so gestaltet sind, dass das Liefersystem eine möglichst gute (aber abgesicherte) Qualitätsstufe liefern sollte. Einstweilen sind wir davon ausgegangen, dass dies dennoch zu keiner signifikant höheren Prognoselieferfrequenz führt (zumindest wenn neue Prognosen bereits bei kleinen Verspätungsänderungen versandt werden).

3.5 Fortschreibungsregel

Es erscheint sinnvoll, für die Prognosequalitätsstufe eine Fortschreibungsregel zu definieren, wie sie für die Mitteilung der aktuellen Fahrplanlage einer Fahrt in der VDV 454 bereits verwendet wird. Solange kein Wissen über weitere Probleme im Fahrtverlauf vorliegen, soll die Einstufung für die nächste erreichbare Haltestelle auch für die weiteren übernommen werden. Sollte aufgrund von Staumeldungen oder vorliegenden Signalstörungen vorhersehbar sein, dass das Fahrzeug später im Laufweg Probleme bekommen wird, dann verschlechtern sich von da ab die Stufe und evtl. auch die berechneten Grenzen. Die Werte sollten dann entsprechend von da ab auf dem weiteren Fahrtverlauf fortgeschrieben werden.

Die Prognosequalität für Ereignisse, die ferner in der Zukunft liegen, grundsätzlich herabzustufen, werden von der Arbeitsgruppe als unrealistisch eingestuft. Die rein theoretische Möglichkeit, dass ein Fahrzeug jederzeit liegen bleiben kann, bedeutet ja nicht, dass Mobilität im ÖV überhaupt nicht zuverlässig planbar wäre. Im Gegenteil gibt es für die meisten Verkehre gute Erfahrungswerte mit welchen Abweichungen vom Fahrplan zu rechnen ist. Eine Prognose für eine Abfahrt oder Ankunft, die weiter in der Zukunft liegt, sollte in der Qualitätseinstufung also nicht schlechter als der übliche Erfahrungswert für die Abweichung dieses Verkehrs eingestuft werden. Wenn beispielsweise bei einer bestimmten Fahrt bekannt ist, dass die übliche Verspätung nicht mehr als 2 Minuten beträgt und derzeit keine weiteren Probleme bekannt sind, ist es durchaus gerechtfertigt, dieser Fahrt die Qualitätsstufe 1 zuzuordnen, auch wenn das Ende der Fahrt noch Stunden entfernt liegt.

Diese Erfahrungswerte sind zwischen den Lieferanten der Fahrpläne, den ITCS-Betreibern und den Betreibern der Auskunftssysteme abzustimmen. Ihre Festlegung erfordert Kenntnis und Erfahrungswerte aus dem Betrieb der jeweiligen Verkehre. Diese erfahrungsgestützte Qualitätseinstufung kann auf Ebene des Verkehrsmitteltyps, der Linien, einzelner Fahrten oder Wochentagstypen und Uhrzeiten erfolgen.

In gleicher Weise kann übrigens eine Einstufung von Verkehren durchgeführt werden, die gar keiner Überwachung durch ein ITCS unterliegen, z.B. weil sie erst an einem Tag in der Zukunft durchgeführt werden, weil ihnen die notwendige Fahrzeugausrüstung fehlt oder sie durch kein ITCS erfasst werden.

Eine weitere Möglichkeit - die in diesem Vorschlag einstweilen nicht verfolgt wird - ist, diese Erfahrungswerte für die Zuverlässigkeit auch über eine geeignet erweiterte VDV-Schnittstelle vom Fahrtbetreiber (auf dem Weg über sein jeweiliges ITCS) ins Auskunftssystem zu übertragen. Da es sich hierbei um Werte handelt, die sich auf Soll-Fahrpläne beziehen, wäre hierzu eine Erweiterung der REF-AUS-Syntax denkbar, die analog der hier skizzierten Erweiterung der AUS-Syntax zu gestalten wäre. Die Bedeutung der Werte wäre dann eben nicht mehr eine Zuverlässigkeitsbewertung der mitgegebenen Prognosewerte, sondern eine Zuverlässigkeitsbewertung der geplanten Fahrten im oben beschriebenen Sinn. Die Daten (z.B. obige für Schienenverkehre) für die Prognosequalitäten bei pünktlichen Verkehren (Zeile mit Verspätung 0) liefern dabei eine erste, schon sehr gute

Schätzung für diese Zuverlässigkeitsbewertungen. Ggf. lassen sich diese durch Auswertung von historischen Daten zu Startverspätungen noch schärfen.

Beispiel für die Fortschreibungsregel:

Haltestellenfolge einer Fahrt	Halt A	Halt B	Halt C	Halt D	Halt E
Soll-Fahrplanzeit	06:47	07:24	07:53	08:18	08:49
Prognosezeiten und -stufen					
Beispiel 1:		07:29 Stufe 1			
Beispiel 2:		07:29 Stufe 3		08:23 Stufe 2	
Beispiel 3:		07:24 Stufe 1	07:53 Stufe 2		

Tabelle 1: Drei Beispiele für die Übermittlung von Prognosequalitätsstufen mit Hilfe der Fortschreibungsregel, die fehlenden Werte werden implizit fortgeschrieben.

Tabelle 1 zeigt drei Beispiele, wie mit Hilfe der Fortschreibungsregel die Prognosestufen für die zukünftigen Halte einer Fahrt dargestellt werden können. Die Fahrt im Beispiel fährt entlang der fünf Halte A bis E. Die Sollfahrplanzeiten sind in der ersten Tabellenzeile angegeben. Die Fahrt befindet sich jetzt um 06:50 aktuell zwischen A und B.

In Beispiel 1 wird die Prognosezeit für den Halt B mit 07:29 angegeben. Die Fahrt ist also aller Voraussicht nach in B gegenüber dem Sollfahrplan um 5 Minuten verspätet. Die Prognosestufe 1 zeigt an, dass die zu erwartende Schwankung um den prognostizierten Wert herum innerhalb der Toleranzwerte der Qualitätsstufe 1 liegen wird. Aufgrund der Fortschreibungsregel kann man in gleicher Weise für die weiteren Halte C, D und E von einer Verspätung von 5 Minuten mit Prognosestufe 1 ausgehen.

Im zweiten Beispiel liegt ebenfalls für B eine prognostizierte Verspätung von 5 Minuten vor. Diesmal ist die Unsicherheit aber erheblich größer. Daher wird nur Prognosestufe 3 vergeben. Da in diesem Beispiel zwischen C und D Fahrzeitzeserven angenommen werden, wird für D eine Verbesserung der Prognosequalität auf 2 signalisiert (bei gleich bleibender Verspätungsprognose von 5 Minuten).

Im dritten Beispiel wird für den Halt B eine pünktliche Abfahrt mit Prognosestufe 1 übermittelt. Bei diesem Beispiel geht man davon aus, dass die weitere Prognose für die Fahrt bei Überschreitung eines Prognosehorizonts von mehr als einer Stunde größere Schwankungen enthalten wird. Daher wird für die Halte nach 07:50 eine schlechtere Prognosestufe angezeigt. Wegen der Fortschreibungsregel reicht es, dies explizit für Halt C (Stufe 2) zu übermitteln.

In Tabelle 2 sind die Werte, die sich aufgrund der Fortschreibungsregel implizit ergeben, ohne ausdrücklich übertragen werden zu müssen, in grau eingetragen.

Haltstellenfolge einer Fahrt	Halt A	Halt B	Halt C	Halt D	Halt E
Soll-Fahrplanzeit	06:47	07:24	07:53	08:18	08:49
Prognosezeiten und -stufen					
Beispiel 1:		07:29 Stufe 1	07:58 Stufe 1	08:23 Stufe 1	08:54 Stufe 1
Beispiel 2:		07:29 Stufe 3	07:58 Stufe 3	08:23 Stufe 2	08:54 Stufe 2
Beispiel 3:		07:24 Stufe 1	07:53 Stufe 2	08:18 Stufe 2	08:49 Stufe 2

Tabelle 2: Die gleiche Tabelle mit den obigen Beispielen. Die Werte, die sich implizit mittels der Fortschreibungsregel ergeben, sind in grau eingetragen.

4 Integration in das XML-Schema

Für die Aufnahme der Qualitätseinstufung von Prognosezeiten in das XML-Schema der Schnittstelle VDV 454 wird ein Ansatz gewählt, der abwärtskompatibel zur früheren Version des Schnittstellenschemas ist.

4.1 Derzeitige Definition der Prognosezeiten im XML-Schema

Abbildung 1 zeigt die derzeitige Struktur des Elements *IstHalt*. Ein *IstHalt* beschreibt Echtzeitdaten und Prognosedaten für einen Haltepunkt einer Fahrt in einer AUS-Meldung. Es gibt dort sechs mögliche Zeitwerte für Sollzeit, Prognosezeit und Dispositionszeit jeweils für Ankunft und Abfahrt. Zusätzlich kann mit dem Element *PrognoseUngenau* angezeigt werden, dass der Prognosewert nicht die übliche Genauigkeit hat und was der Grund dafür ist. Was unter der üblichen Genauigkeit zu verstehen ist und wann dieses Element zu setzen ist, ist bisher nicht genauer festgelegt. Auch die Auflistung möglicher Gründe für eine ungenauere Prognose scheint nicht vollständig (vgl. Abbildung 2).

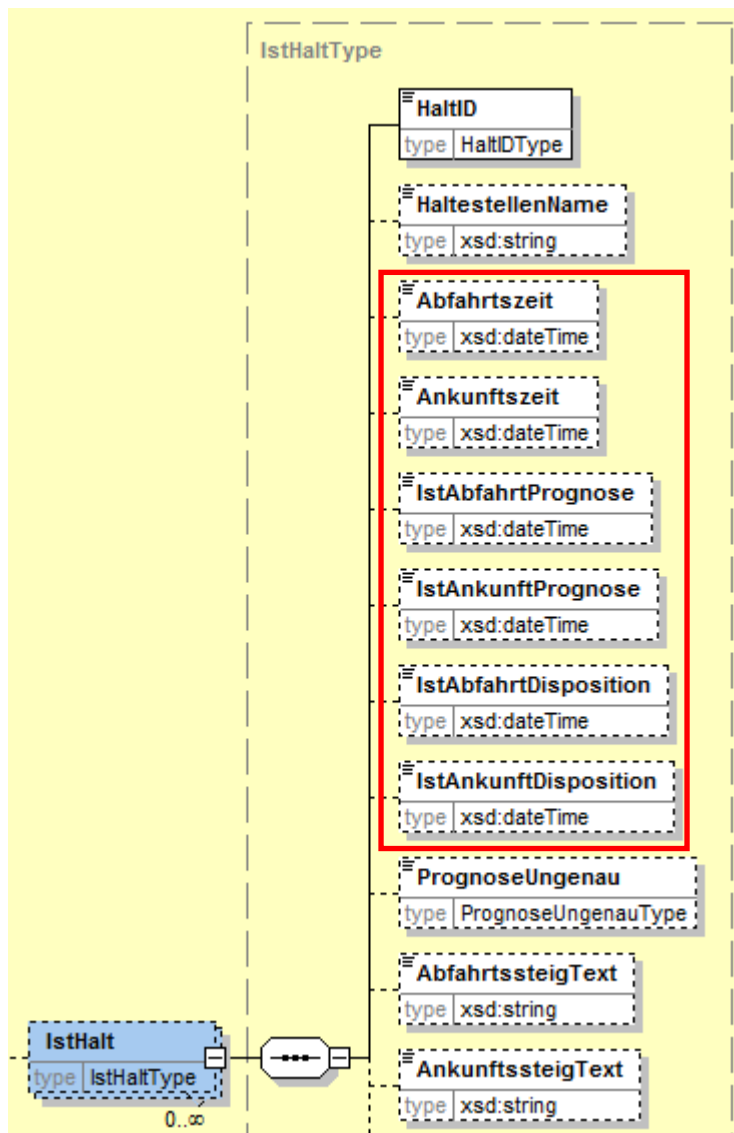


Abbildung 1: Die derzeitige Struktur des Elements *IstHalt* mit ihren ersten Unterelementen (Schema-Version 2.3e). Rot umrandet sind die drei möglichen Zeitangaben Sollzeit, Prognosezeit und Dispositionszeit jeweils für Ankunft und Abfahrt. Darunter befindet sich das Element *PrognoseUngenau*.

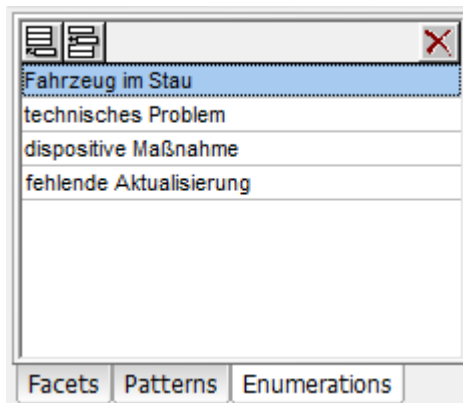


Abbildung 2: Die möglichen Enumerationswerte von *PrognoseUngenauType*.

4.2 Vorgeschlagene Schnittstellenerweiterung

Der Vorschlag besteht nun darin, die notwendigen Schnittstellenerweiterungen in einer abwärtskompatiblen Form in das derzeitige Schema einzubringen (vgl. Abbildung 3).

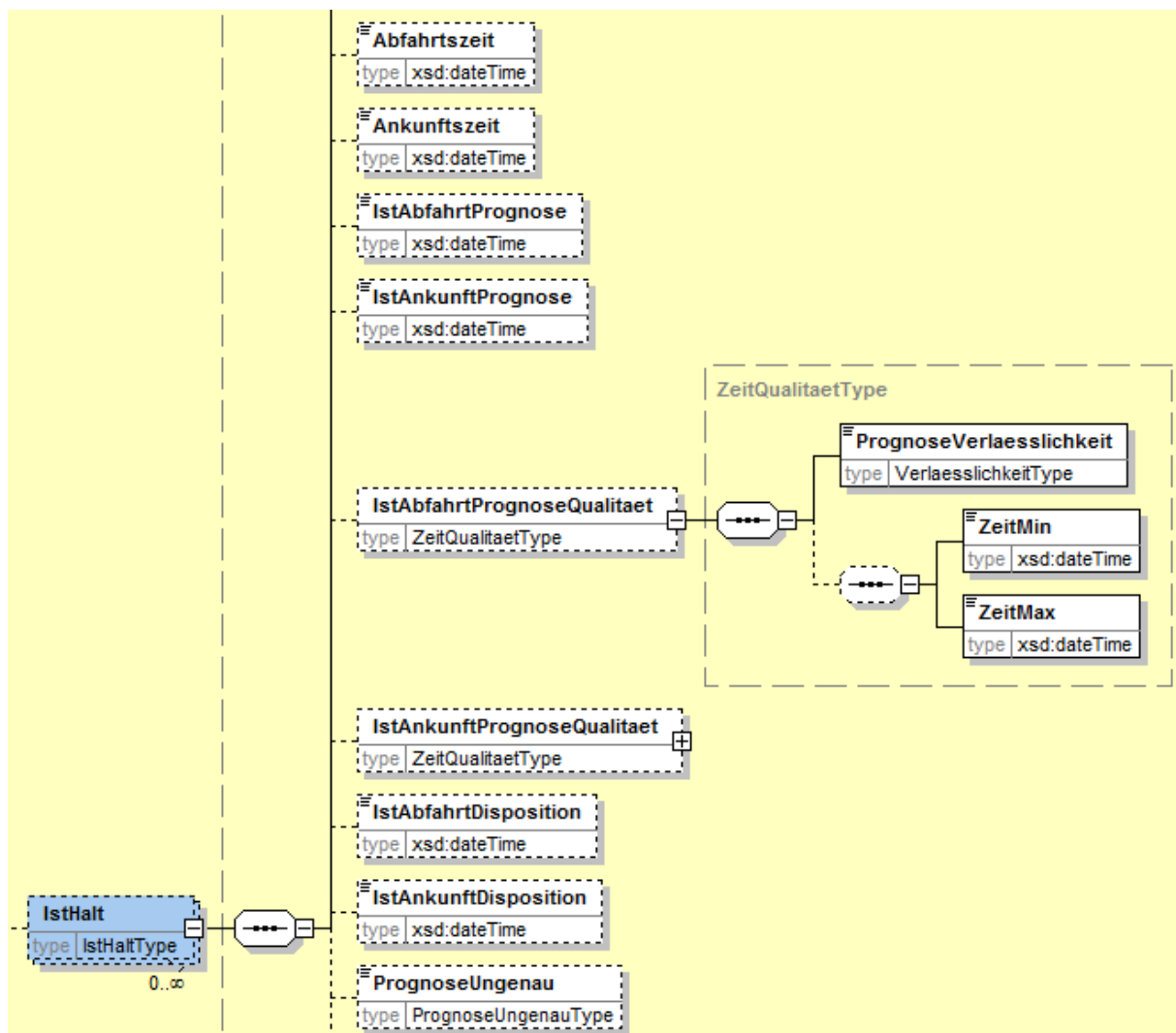


Abbildung 3: Abwärtskompatible Version der Schnittstellenerweiterungen.

Das Element *IstHalt* wird um zwei weitere optionale Elemente *IstAbfahrtsprognoseQualitaet* und *IstAnkunftPrognoseQualitaet* erweitert. Diese Elemente sind vom Typ *ZeitQualitaetType*.

Erstes Unterelement von *ZeitQualitaetType* ist das Pflichtelement *PrognoseVerlaesslichkeit* vom Datentyp *VerlaesslichkeitType*, der im derzeitigen Schema bereits im Element *WartetBis* im ANS-Dienst verwendet wird. Dieser Datentyp kann einen der Werte 1 bis 5 annehmen.

Optional ist die Angabe einer Zeitspanne von *ZeitMin* bis *ZeitMax*. Damit kann der Sender der Nachricht sehr genau angeben, in welchem Zeitrahmen die Prognosezeit höchstens variieren kann.

Die Prognosequalität bezieht sich stets auf die Prognosezeit, also auf das Element *ZeitPrognose*.

5 Verifikation anhand beispielhafter Anwendungsfälle

Die Praxistauglichkeit der vorgeschlagenen Begriffs- und Schnittstellendefinitionen soll in diesem Kapitel anhand einer Reihe von Anwendungsfällen aus dem betrieblichen Alltag untersucht werden. Für jeden Anwendungsfall werden folgende Aspekte beschrieben:

- **Beschreibung des Anwendungsfalls:**
Kurze Erläuterung, um welchen speziellen betrieblichen Vorgang es sich handelt.
- **Erkennung des Anwendungsfalls:**
Beschreibung mit welchen Methoden oder Messungen der Vorfall erkannt werden kann.
- **Meldungen bei Eintreten des Anwendungsfalls:**
Beschreibung der Meldungen, die über die Schnittstelle mitgeteilt werden, wenn der Vorfall eintritt.
- **Meldungen während des Anwendungsfalls:**
Beschreibung der Meldungen, die über die Schnittstelle mitgeteilt werden, während der Zustand anhält und sich im Laufe der Zeit evtl. auch verändert.
- **Meldungen bei Ende des Anwendungsfalls:**
Beschreibung der Meldungen, die über die Schnittstelle mitgeteilt werden, wenn der Vorfall beendet ist.
- **Varianten des Anwendungsfalls bei Vorliegen zusätzlicher Informationen oder Annahmen:**
Beschreibung von Ablaufvarianten, die sich ergeben können, wenn weitere Informationen vorliegen oder Annahmen gemacht werden können.

5.1 Prognoseaktualisierung

Anwendungsfall „Prognoseaktualisierung“

Beschreibung	Die jeweilige Meldetechnik liefert den Fahrzeugstandort bzw. nach Soll-Ist-Vergleich die aktuelle Verspätung. Soweit plausibel ist, dass das Fahrzeug sich noch auf dem geplanten Laufweg befindet und diesen weiterverfolgen wird, ermittelt das Quellsystem daraus eine zeitliche Prognose und Prognosequalitäten für den Restlaufweg. Diese können an abnehmende Systeme übergeben werden.
Erkennung des Anwendungsfalls	Erfolgreicher Soll-Ist-Vergleich auf Basis aktueller Standortdaten.
Meldungen bei	Auf Basis der aktuellen Verspätung erzeugte Prognosen für

Eintreten des Vorfalls	alle Halte des Restlaufwegs; die Prognosequalität wird für jeden dieser Halte gemäß den implementierten Regeln ermittelt, im einfachsten Fall nur in Abhängigkeit vom Prognosehorizont („je weiter in der Zukunft, umso ungenauer“). Eine Übergabe dieser aktualisierten Prognosen und Prognosequalitäten erfolgt nach Maßgabe vereinbarter Regeln (z.B. Hysterese gem. VDV 454) an die Abnehmersysteme.
... während des Vorfalls	-
... bei Ende des Vorfalls	-
Varianten des Anwendungsfalls	Es werden weitere (u.U. statistisch untermauerte) Einflussgrößen auf die Prognosequalität berücksichtigt, etwa aktuelle Verspätungslage, Gattung (z.B. ICE, IC, RE...), Staumeldungen und typische Stauauswirkungen.

5.2 Funkstörung

Anwendungsfall „Funkstörung“	
Beschreibung	<p>Eine Funkstörung liegt vor, wenn eine Positionsmeldung von einem Fahrzeug ausbleibt, das sich in regelmäßigen Abständen bei seiner Leitstelle melden müsste, und infolgedessen mangels aktueller Ortung durch die Leitstelle keine Aktualisierung des Soll-Ist-Vergleichs durchgeführt werden kann.</p> <p>Im günstigsten Fall setzt das Fahrzeug wie erwartet seine Fahrt fort, es kann aber auch sein, dass ein Ereignis seine Weiterfahrt stört.</p> <p>Ursachen können sein: Eintritt des Fahrzeugs in ein Funkloch, Defekt am Funkgerät, Bedienungsfehler des Fahrers, ...</p>
Erkennung des Anwendungsfalls	Die Leitstelle erkennt eine Funkstörung daran, dass ein oder mehrere erwartete Funkmeldungen eines Fahrzeugs nicht eintreffen.
Meldungen bei Eintreten des Vorfalls	Sobald die letzte erfolgreiche Ortung länger zurück liegt, als es die Toleranzbreite der aktuellen Prognosestufe zulässt, soll die Leitstelle die Prognose am nächsten Halt in die nächstniedrigere Prognosestufe einordnen und melden. Die Prognosestufen an weiteren Folgehalten ergeben sich aus

	der allgemeinen Logik abhängig vom Prognosehorizont.
... während des Vorfalls	Wenn die Funkstörung so lange anhält, dass die Toleranzschwelle zur nächsten Prognosestufe erreicht wird, soll die Leitstelle die Prognose am nächsten Halt weiter herabstufen und melden, bis die schlechteste Stufe 5 erreicht wird (Folgehalte wie oben).
... bei Ende des Vorfalls	Sobald die Ortung wieder erfolgreich durchgeführt werden konnte und daher zuverlässige Prognosen für die Folgehalte gegeben werden können, kann die Leitstelle die Prognosen wieder in die jeweils passende bessere Stufe einordnen und melden (Folgehalte wie oben).
Varianten des Anwendungsfalls	Falls durch externe Information (z.B. Sprechfunkmeldung des Fahrers, statistische Auswertungen) bekannt ist, dass sich das Fahrzeug mit hoher Wahrscheinlichkeit wie erwartet fortbewegt, kann eine Herabstufung der Prognosestufe unterbleiben.

5.3 Zug steht ohne automatische Standortinformation

Anwendungsfall „Zug steht“	
Beschreibung	Aus technischen oder betrieblichen Gründen oder z.B. wegen eines Unfalls bleibt der Zug außerplanmäßig stehen. Je nach Situation kann er seine Fahrt mehr oder weniger bald wieder fortsetzen. Der Disponent kann bei hinreichend genauer Kenntnis der Ursache eine voraussichtliche Verspätung für die nächste Ankunft abschätzen und mit einer Streubreite versehen.
Erkennung des Anwendungsfalls	Eingang einer „Zug steht“-Meldung bei der Transportleitung; Mitteilung von DB Netz; Anruf des Triebfahrzeugführers beim Disponenten.
Meldungen bei Eintreten des Vorfalls	Der Disponent erzeugt eine manuelle Ankunftsprognose mit situationsabhängiger Streubreite für den nächsten Halt; diese wird in eine Prognosequalität übersetzt (Folgehalte wie oben, Fall „Prognoseaktualisierung“).
... während des Vorfalls	Bei Eingang neuer Erkenntnisse über Ursache und Maßnahmen kann der Disponent die manuelle Ankunftsprognose und die zugehörige Prognosequalität verändern; Ziel ist hier, die Prognosequalität sukzessive hochzusetzen.
... bei Ende des Vorfalls	Wenn der Zug tatsächlich wieder fährt, entstehen wieder laufend Standortmeldungen und folglich Prognosen; je nach

Varianten des Anwendungsfalls	<p>Situation ist immer noch die manuelle Prognose maßgebend (z.B. Zug fährt langsamer als geplant) oder die automatisch erzeugten Prognosen können verwendet werden. In jedem Fall werden die Prognosen und die Prognosequalitäten der Folgehalte wie oben (Fall „Prognoseaktualisierung“) nachgeführt.</p> <p style="text-align: center;">-</p>
--------------------------------------	--

5.4 Zug steht und hat Standortinformation

Anwendungsfall „Zug steht“	
Beschreibung	Aus technischen oder betrieblichen Gründen oder z.B. wegen eines Unfalls bleibt der Zug außerplanmäßig stehen. Je nach Situation kann er seine Fahrt mehr oder weniger bald wieder fortsetzen. Es liegen aber Ortungsinformationen über den aktuellen Zugstandort vor.
Erkennung des Anwendungsfalls	Der Anwendungsfall tritt bei DB-Verkehren nur auf, wenn das Fahrzeug mit RIS-Tf ausgestattet ist. Die Verspätungsprognose von RIS-Tf enthält im Fall eines stehenden Zuges Ankunftsprognosen, die die bereits aufgelaufene unplanmäßige Standzeit berücksichtigen.
Meldungen bei Eintreten des Vorfalles	Da die Fortschreibung der Prognose bereits erfolgt, ist in diesem Fall ist nur die passende Qualitätsstufe zu ermitteln. Im einfachsten Fall geschieht dies gemäß den Regeln zur Berücksichtigung der Vorschauzeit, ggf. unter Nutzung der jeweils aktuellen Verspätungslage.
... während des Vorfalles	Fortschreiben der Prognose und der Prognosequalität für den nächsten Halt (Folgehalte wie oben Fall „Prognoseaktualisierung“).
... bei Ende des Vorfalles	Wenn der Zug tatsächlich wieder fährt, entstehen wieder laufend Standortmeldungen und folglich Prognosen; die Prognosen und die Prognosequalitäten der Folgehalte werden wie oben (Fall „Prognoseaktualisierung“) nachgeführt.
Varianten des Anwendungsfalls	Der Disponent kann bei Vorliegen von zusätzlichen Informationen auch eine manuelle Prognose anlegen.

5.5 Fahrzeug wird sollpositioniert geführt

Anwendungsfall „Fahrzeug sollpositioniert“	
Beschreibung	Das Fahrzeug hat dauerhaft oder für einen längeren Zeitraum keine Datenkommunikation zur Zentrale. Es wird vom ITCS auf Basis der letzten ermittelten Prognose-Zeit so lange sollpositioniert weiter geführt, bis ggf. wieder eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Zentrale aufgebaut werden kann.
Erkennung des Anwendungsfalls	Der Anwendungsfall tritt immer dann auf, wenn entweder kein Fahrzeug auf einem Umlauf angemeldet wird (Ursache: z.B. fehlende Fahrzeugausrüstung) oder über längere Zeit keine Übertragung von Ist-Daten vom Fahrzeug an die Zentrale erfolgt (z.B. aufgrund einer Störung beim GPRS-Provider).
Meldungen bei Eintreten des Vorfalls	<p>Im ITCS erfolgt eine Meldung für die Störungsursache (z.B. „fehlende Fahreranmeldung“ oder „Ausfall der Kommunikation“ nach Überschreitung eines Schwellwertes). Diese kann in geeigneter Form an die Informationssysteme weiter gereicht werden.</p> <p>Die Prognose wird laufend fortgeschrieben auf Basis der letzten bekannten Ortungsmeldung vom Fahrzeug (soweit vorhanden).</p>
... während des Vorfalls	Bei fehlender Fahrzeuganmeldung ist die Prognosequalität dauerhaft als sehr niedrig einzustufen, da für das reale Fahrzeug keinerlei Ist-Informationen vorliegen. Ist ein Kommunikationsausfall die Ursache für die Sollpositionierung, sinkt die Prognosequalität mit der Dauer der Störung.
... bei Ende des Vorfalls	Die Prognosewerte werden gemäß der neu eintreffenden Fahrzeugmeldungen aktualisiert. Die Prognosequalität kann wieder als „Sehr sicher“ eingestuft werden, sobald die Kommunikation zum Fahrzeug reibungslos funktioniert.
Varianten des Anwendungsfalls	Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen sollpositionierten Fahrzeugen, auf denen ein echtes Fahrzeug angemeldet ist (Ursache z.B. Kommunikationsstörung) und solchen, auf denen gar kein Fahrzeug angemeldet ist („virtuelles“ Fahrzeug, Ursache: ausbleibende Fahreranmeldung bzw. fehlende Fahrzeugausrüstung).

In Spontanfunksystemen kann eine Sollpositionierung auch dann zum Tragen kommen, wenn die Kommunikation zwar nicht gestört ist, aber über längere Zeit die Fahrplanlage des Fahrzeugs unverändert bleibt, so dass eine Datenübertragung vom Fahrzeug zur Zentrale nicht notwendig ist.

5.6 Fahrzeug ist „Off Route“

Anwendungsfall „Fahrzeug ist Off Route“

Beschreibung	Ein Fahrzeug verlässt den geplanten Linienweg. Es ist nicht bekannt, wann es wieder auf den geplanten Weg zurückkehrt.
Erkennung des Anwendungsfalls	Die Erkennung der „Off-Route-Situation“ erfolgt in der Regel durch den Bordrechner, der die GPS-Position mit seiner Sollposition vergleicht. Die Zentrale wird über das Auftreten der Störung informiert.
Meldungen bei Eintreten des Vorfalls	<p>Im ITCS wird eine allgemeine Störmeldung erzeugt die – manuell überarbeitet und ggf. durch die Störungsursache ergänzt - an die Informationssysteme weiter gereicht werden kann.</p> <p>Die Prognose kann auf Basis der bisherigen Fahrplanlage und unter der Annahme, dass das Fahrzeug sich mit normaler Geschwindigkeit bewegt, fortgeschrieben werden. Jedoch muss die Prognosequalität dann deutlich herabgestuft werden. Für die Behandlung der betreffenden Fahrt in den Informationssystemen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, wie löschen oder als „unsicher“ kennzeichnen.</p>
... während des Vorfalls	s.o. Prognose kann mit abgestufter Qualität fortgeschrieben werden. Wenn die Prognose fortgeschrieben wird, sinkt ihre Qualität mit Dauer des Vorfalls.
... bei Ende des Vorfalls	Sobald sich das Fahrzeug wieder auf dem geplanten Linienweg befindet, kann wieder eine Prognose mit „sehr hoher“ Qualität ermittelt werden. Wurde die „Off-Route-Fahrt“ vorher aus dem Informationssystem gelöscht, kann sie jetzt wieder dargestellt werden.
Varianten des Anwendungsfalls	Unterschiedliche Behandlung je nach Störungsursache und Dauer der Störung sind empfehlenswert. Auch eine Fortschreibung der Prognose unter der Annahme, dass das

Fahrzeug steht, ist denkbar.

5.7 Fahrzeug steht im Stau

Anwendungsfall „Fahrzeug steht im Stau“

Beschreibung	Ein Fahrzeug steht im Stau oder im zähflüssigen Verkehr und bewegt sich langsam oder gar nicht mehr vorwärts.
Erkennung des Anwendungsfalls	Erkennung kann im Fahrzeug oder auch in der ITCS-Zentrale automatisiert erfolgen (Bewegung des Fahrzeugs pro Zeiteinheit ist deutlich geringer, als zu erwarten wäre)
Meldungen bei Eintreten des Vorfalls	Im ITCS wird eine Staumeldung erzeugt, die auch an Informationssysteme weiter gereicht werden kann. Die Prognose wird gemäß den üblichen Algorithmen fortgeschrieben, aber ggf. mit herabgestufter Qualität.
... während des Vorfalls	Mit der Dauer des Vorfalls nimmt die Qualität der Prognose ab.
... bei Ende des Vorfalls	Sobald das Fahrzeug wieder im normalen Tempo weiter fährt, erfolgt eine normale Prognoseberechnung auf Basis der letzten ermittelten Fahrplanlage. Der Meldungstext wird aufgehoben.
Varianten des Anwendungsfalls	Die Prognosequalität bei Stau ist in der Regel geringer einzustufen als bei zähflüssigem Verkehr.

5.8 Fahrzeug fährt auf Umleitung

Anwendungsfall „Fahrzeug auf Umleitung“

Beschreibung	Ein Fahrzeug verlässt den Linienweg, um auf einer geplanten oder ad hoc definierten Umleitung weiter zu fahren. Die Fahrzeiten und Entfernungen zwischen den einzelnen Haltestellen sind bekannt, so dass eine Prognose berechnet werden kann.
Erkennung des Anwendungsfalls	Die Aktivierung der Umleitung inkl. einer Darstellung auf der Bedienoberfläche erfolgt in der Regel am Disponentenarbeitsplatz, so dass sich eine Erkennung

<p>Meldungen bei Eintreten des Vorfalls</p> <p>... während des Vorfalls</p> <p>... bei Ende des Vorfalls</p> <p>Varianten des Anwendungsfalls</p>	<p>erübrigt. Die für das Fahrzeug relevanten Informationen werden von der Zentrale an den Bordrechner übertragen.</p>
	<p>Bei Aktivierung der Umleitung können automatische Meldungen generiert und an die Informationsmedien übertragen werden. Die Fortschreibung der Prognose erfolgt gemäß den üblichen Algorithmen, wobei Fahrzeiten und Entfernungen der Umleitungsstrecke zugrunde gelegt werden. Wenn alle notwendigen Informationen für die Prognose vorhanden sind, muss die Prognosequalität nicht zwangsläufig herabgestuft werden.</p>
	<p>Die Prognose wird kontinuierlich berechnet, die zu Beginn festgelegte Prognosequalität kann beibehalten werden.</p>
	<p>Die Prognose wird weiter fortgeschrieben, ggf. generierte Umleitungsinformationen werden aufgehoben, die Prognosequalität wird auf „Sehr hoch“ gesetzt, falls sie überhaupt herabgestuft wurde.</p>
<p>Vordefinierte Umleitungen sind in der Regel mit zuverlässigeren Fahrzeiten hinterlegt als ad hoc definierte Umleitungen. Letztere haben teilweise vielleicht gar keine Fahrzeitangaben. Es kann sinnvoll sein, die Prognosequalität mit Aktivierung der Umleitung und abhängig von der Qualität der Umleitungsdefinition manuell zu definieren bzw. zu überschreiben.</p>	