aus: verkehrspolitische Zeitschrift
SIGNAL 359 (Juli 2025)
Berliner Fahrgastverband IGEB
www.igeb.org • igeb@igeb.org
Tel. (030) 78 70 55 11

Hokupokus oder nützliche Fahrgastinformation?
Bild KI-generiert

Berliner Fahrgastverband IGEB

Echtzeit oder Halluzination?

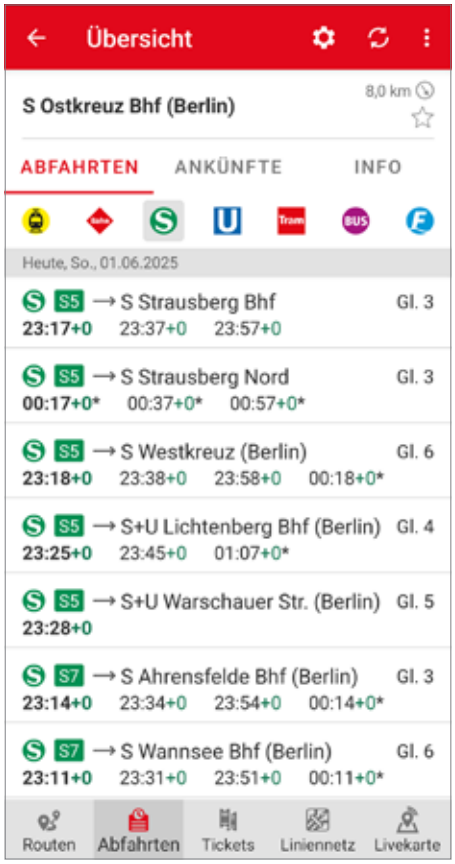
Eine kritische Analyse von Verspätungsvorhersagen der DB

In Zeiten, in denen elektronische Medien die zentrale Informationsquelle für Abfahrten und Fahrplanauskünfte sind, liegt ein immer stärkerer Fokus auf der richtigen „Vorhersage" korrekter Ankunfts- und Abfahrtszeiten. Die DB geht hierbei einen neuen Weg und lässt KI (Künstliche Intelligenz) bei dieser Vorhersage mitraten. Für uns ein Anlass den heutigen Stand von Echtzeitdaten zu beschreiben und der Herangehensweise der DB auf den Zahn zu fühlen – und einen Gegenvorschlag zu machen.

Zunächst zu den Begrifflichkeiten: Worüber wir in diesem Artikel reden wollen, wird in der Öffentlichkeit gern als „Echtzeitdaten" oder „Livedaten" bezeichnet. In der Fachwelt wird von „Prognosen" gesprochen. Wann ein Zug laut Fahrplan **geplant** ankommt, steht im Fahrplan (der schon Monate vor der Fahrt festgelegt wurde). Wann ein Zug dann **wahrscheinlich** tatsächlich ankommt, wird „prognostiziert". Daher wird dann von den eben genannten „Prognose"-Daten gesprochen.

Wie entstehen Prognosedaten?

Im Normalfall erhält ein Zug für all seine Stationen, die er bedienen wird, zuerst eine „+0", das heißt, es wird prognostiziert, dass er pünktlich an den Stationen ankommen und abfahren wird. Die Null bleibt stehen, solange keine neuen Daten erstellt werden, aus denen eine andere Verspätung (oder Verfrühung) hervorgeht.



Oft schon viele Stunden vor der Abfahrt wird an die Halte die „+0" geschrieben. In einigen Apps wird statt dieser Zahl auch zusätzlich eine zweite Uhrzeit geschrieben. *VBB-App*

Steht ein Zug nun unplanmäßig länger an der Station oder auf der Strecke, so wird beim nächsten Vergleich aus der fahrplanmäßigen Uhrzeit und der tatsächlichen Uhrzeit eine Differenz gebildet, zum Beispiel „+3" für 3 Minuten Verspätung. Diese +3 wird dann an allen weiterführenden Stationen fortgeschrieben. Im folgenden Text soll es vor allem um dieses „Fortschreiben" gehen, da genau dies eine Vorhersage für die Zukunft ist. Denn: Wird der Zug wirklich die weiteren Halte mit dieser Verspätung erreichen? Oder wird sich die Verspätung wieder verringern oder gar vergrößern?

Bedeutung korrekter Prognosedaten

Ob die Prognosen korrekt fortgeschrieben werden, ist sehr wichtig, denn auf deren Basis werden viele Entscheidungen getroffen. Betrachten wir die vier möglichen Fälle:

- Die Prognose gibt eine **frühere Ankunft** für die nächsten Halte aus, als dann tatsächlich eintrifft. Dann besteht die Gefahr, dass notwendige Anschlüsse nicht warten, da diese nicht über das Warteerfordernis Bescheid wussten.
- Gibt die Prognose eine **spätere Ankunft** aus, als tatsächlich zutrifft, so werden wiederum unnötige Anschlusssicherungen eingeleitet. Der Bus am Vorplatz fährt beispielsweise unnötig später ab als erforderlich.
- Gibt die Prognose eine **spätere Abfahrt** aus, als tatsächlich eintrifft, kann es passieren, dass sich Kunden auf diese verlassen und erst später zum Bahnsteig kommen und ihr Zug bereits abgefahren ist.
- Die Prognose gibt eine **frühere Abfahrt** aus, als tatsächlich eintritt. Dies hat einen relativ geringen Schaden. So besteht zum Beispiel die Gefahr, dass Kunden sich darauf verlassen und einen Anschluss nicht wahrnehmen, den sie eigentlich hätten erreichen können.

Zusammenfassend kann man sagen, dass es nicht nur darum geht, ob man am Bahnsteig noch Zeit hat, sich einen Kaffee zu kaufen. Denn korrekte Prognosen beeinflussen auch Entscheidungen, ob die Fahrplanauskunft die eine oder andere Route als zusätzliche Alternative ausgibt, und beeinflussen betriebliche Entscheidungen, beispielsweise ob andere Verkehrsmittel auf Anschlüsse warten. Die korrekte Vorhersage ist daher sehr wichtig.

Da die korrekte Prognose sehr wichtig ist und hier überwiegend automatische Prozesse arbeiten, kommen mehr oder weniger komplex arbeitende rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL) bei den Verkehrsunternehmen zum Einsatz. Im Folgenden betrachten wir,

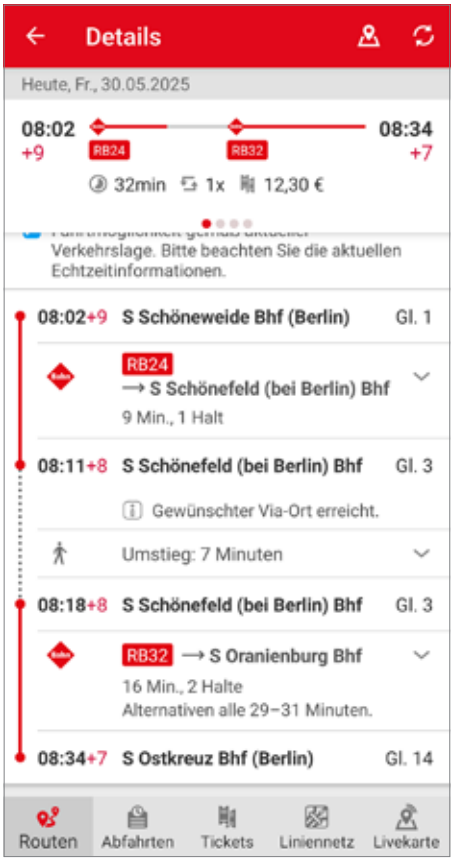
- welche konventionellen Prognosetechniken in diesen Betriebsleitsystemen bisher zum Einsatz kommen,
- wie der sogenannte „Prognoseautomat" der DB mittels Künstliche Intelligenz (KI) diese Prognosen beeinflusst und
- welche Techniken und Verfahren aus Sicht des Fahrgastverbandes zur Verbesserung der Vorhersage angewendet werden sollten.

Konventionelle Prognosetechniken

In einigen Systemen von Verkehrsunternehmen finden noch kleinere Anpassungen beim Fortschreiben der Prognosedaten auf weitere Halte statt, z.B:

- dass längere Standzeiten an Stationen automatisch als Verspätungsabbau eingerechnet werden,
- dass Verspätungen an Endstationen automatisch auf die Folgefahrt fortgeschrieben werden oder
- dass verfrühte Abfahrten grundsätzlich nicht stattfinden und daher auch nicht prognostiziert werden, auch wenn ein Zug gerade auf der Strecke eine Verfrühung aufgebaut hat. Im Verkehr mit Bussen und Straßenbahnen geht man dagegen im Regelfall davon aus, dass diese Verkehrsmittel auch zu früh von einer Haltestelle abfahren können.

Des Weiteren steht den Leitstellen im Regelfall die Möglichkeit zur Verfügung, sogenannte „manuelle Prognosen" zu setzen. Beispielsweise wenn die Leitstelle weiß, dass ein Zug eine Türstörung hat und die Behebung dieser nun 10 Minuten dauern wird. Dann kann die Leitstelle manuell der Zugfahrt eine Verspätung von zusätzlichen 10 Minuten eintragen.



In dieser Verbindung kann man gut sehen, dass die Verspätung der in Schönefeld ankommenden RB 24 auf die Folgefahrt der RB 32 übertragen wird. *VBB-App*

Anpassen der Prognosen auf Basis von Künstlicher Intelligenz – der Prognoseautomat

Im Jahr 2018 startete die Deutsche Bahn AG den Einsatz des sogenannten „Prognoseautomaten", später auch bei DB Regio. Der „Prognoseautomat" ist zunächst einmal ein Computer, der die zuvor vom Verkehrsunternehmen erhobenen Daten weiter bearbeitet. In der Selbstdarstellung der DB heißt es dazu:

„Die KI-Prognose berechnet Ankunfts- und Abfahrtszeiten von Zugverbindungen

auf Basis von Big Data-Technologien und Methoden der Künstlichen Intelligenz. Sie nutzt verschiedene Datenquellen, die in Echtzeit sowie als historische Daten vorliegen (u. a. Kundenfahrplan, Betriebsfahrplan, Ist-Informationen aus Netz-Meldeanlagen). Auf Basis der ***historischen Daten werden mittels Machine Learning*** *Prognosemodelle trainiert, die Verspätungsmuster erkennen. Um einen aktuellen Zuglauf zu prognostizieren, werden die trainierten Prognosemodelle mit den Echtzeit-Daten kombiniert."*

Heißt: Zugfahrten aus der Vergangenheit mit deren tatsächlich realisierten Verspätungen (und Verfrühungen) werden analysiert und für die Prognose zukünftiger Fahrten mit herangezogen. Beispiel: Erreichte eine fiktive Fahrt 4711 in der Vergangenheit regelmäßig dienstags den Bahnhof A-Dorf 3 Minuten zu spät, so errechnet der Prognoseautomat, dass dies auch bei Fahrten, die noch gar nicht stattfanden, so sein wird.

Der Fahrgastverband sieht den Ansatz von KI für die Vorhersage der Pünktlichkeitslage von Zügen kritisch. Die Fahrgäste werden durch mutmaßliche Verspätungen „verrückt gemacht":

Verbindungsalarme schlagen an, die einem mitteilen, dass Anschlüsse nicht erreicht werden, Verbindungen werden als zusätzliche Alternative ausgegeben, die sich wahrscheinlich nicht realisieren lassen. Gerade im dichten Stadtverkehr mit zahlreichen Alternativen springt dadurch die Verbindung schnell zwischen Route A und Route B hin und her.

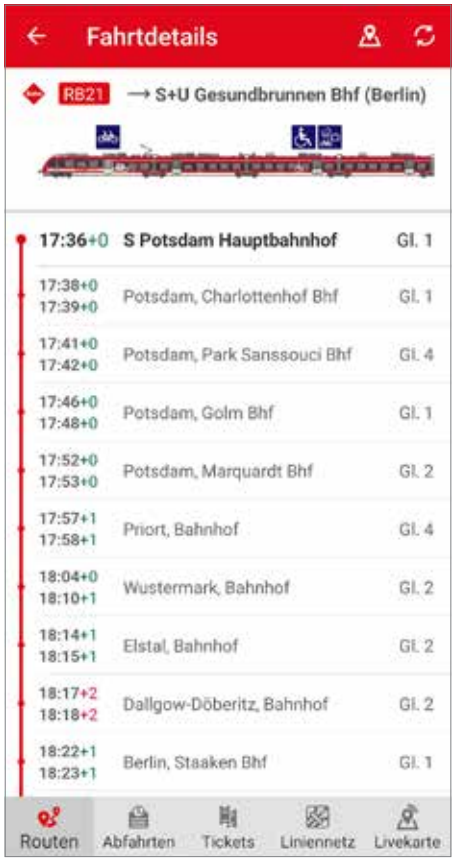
Des Weiteren geben die Verkehrsunternehmen die Hoheit und Nachvollziehbarkeit über ihre Echtzeitdaten auf. In konventionellen Verfahren, bei denen die Daten ausschließlich vom Verkehrsunternehmen kommen (und nicht vom Prognoseautomaten zusätzlich nachbehandelt werden), war jede Verspätung nachvollziehbar. Nun erscheinen Zahlen, deren Herleitungen nicht mehr nachvollziehbar sind. Dabei können auch nachweislich völlig unsinnige Vorhersagen entstehen. Dieses Phänomen ist im Einsatz von KI in anderen Bereichen auch als „Halluzinieren" bekannt. Doch während man über eine absolut unsinnige Antwort, beispielsweise von ChatGPT, noch lachen kann und deren Wahrheitsgehalt sich nachprüfen lässt, wäre das Halluzinieren von zufällig aus Big Data errechneten, nicht nachvollziehbaren Pünktlichkeitsdaten sehr schädlich für das Vertrauen in die Fahrgastinformation.

Beim Digitalisierungsforum 2025 in Frankfurt stellte die DB in einer Präsentation dar, dass die „Verlässlichkeit" von Prognosen, die mit KI errechnet wurden, eine höhere Genauigkeit haben als die Prognosen, die ohne KI errechnet wurden.

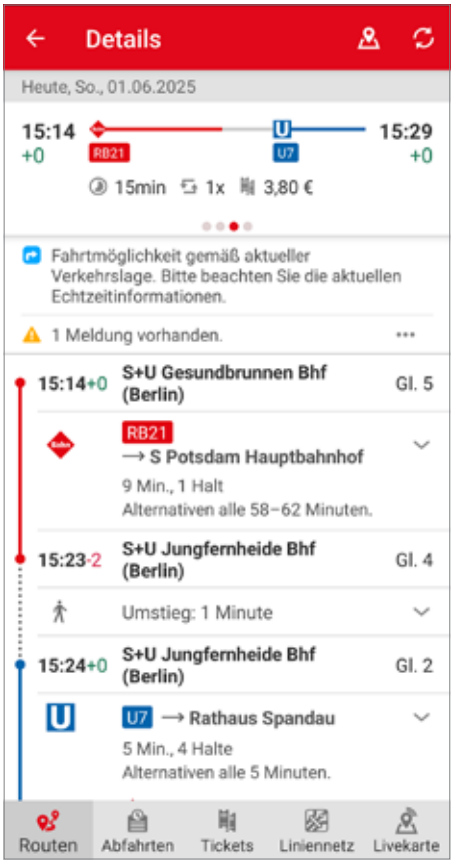
Dabei war nach der Messmethode der DB eine Prognose dann verlässlich, wenn sie 15 Minuten vor der tatsächlichen Ankunft bzw. Abfahrt um plus oder minus 3 Minuten zutraf. Diese Messmethode ist äußerst kritisch zu bewerten. Betrachten wir hierfür folgendes einfaches, aber realistisches Beispiel:

100 Abfahrten werden mittels KI mit einer Prognose von „+2" errechnet, wenn die

Beispiel 2: Prognose einer Verfrühung in der Ankunft: Prognosedaten werden nicht nur in Fahrinfoapps angezeigt, auch auf Monitoren im Zug oder am Bahnsteig. Hier wird zu einem Zeitpunkt, als der Zug gerade erst in Gesundbrunnen abgefahren ist, bereits vorhergesagt, dass dieser in Jungfernheide mit 3 Minuten Verfrühung ankommen wird. Auch diese Prognose bewahrheitete sich nicht. Dem Fahrgast wird auf Basis dieser Prognose jedoch eventuell ein Umstieg in Jungfernheide angeboten (z. B. zur U-Bahn oder Bus), die er nicht erreichen wird. *Foto: IGEB*



Beispiel 1: Prognose einer Verspätung. Der Fahrtverlauf dieses Zuges wurde um 17:27 Uhr abgerufen, ein Zeitpunkt, zu dem der Zug noch nicht mal an der Starthaltestelle abgefahren ist. Aufgrund der Verarbeitung des Prognoseautomaten wird nun bekannt gegeben, dass der Zug Dallgow-Döberitz mit zwei Minuten Verspätung ankommen und abfahren wird. Eine Vorhersage, die sich an dem Tag nicht verwirklichte. Schlecht für Fahrgäste, die sich hierauf einstellten. *VBB-App*



Auf Basis der errechneten Verfrühung wird dem Kunden nun auch eine "aktuelle Alternative" vorgeschlagen, also eine Verbindung, die auf Basis der aktuellen Pünktlichkeitslage der Fahrten zusammengesetzt wurde. *VBB-App*

aus: verkehrspolitische Zeitschrift
SIGNAL 359 (Juli 2025)
Berliner Fahrgastverband IGEB
www.igeb.org • igeb@igeb.org
Tel. (030) 78 70 55 11

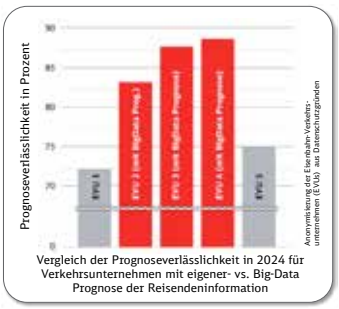
konventionelle Prognose „+0" sagen würde. Tatsächlich fährt der Zug 70 mal davon mit „+0" ab, also pünktlich, 20 mal fährt der Zug 5 Minuten verspätet ab und 10 mal mit deutlich größerer Verspätung, die auch nicht von der KI vorhergesagt wurde, weil der Zug aus einzelnen operativen Gründen erst in einem Zeitraum bis ca. 10 Minuten vor Abfahrt die Verspätung aufbaute, die keinem Muster folgte, die eine KI vorhersagen konnte.

Nun entstehen folgende Kennzahlen für die Verlässlichkeit:

- Für die konventionelle Prognose liegt die Verlässlichkeit bei 70%. Denn für 70 Abfahrten wurde diese korrekt vorhergesagt. für 30 Abfahrten lag die tatsächliche Abfahrt dagegen mehr als 3 Minuten später als zunächst vorhergesagt,
- Für die Prognose des Prognoseautomaten liegt die Verlässlichkeit jedoch nun bei 90%. Zu den 70 Abfahrten mit der Prognose von „+2" kommen wegen der +/-3-Minuten-Toleranz die weiteren 20 Abfahrten mit der Prognose von „+5".

Die Zuverlässigkeit des Prognoseautomaten wurde also als besser gewertet, obwohl die Fahrgäste in 70% der Fälle ihren Zug verpasst hätten, wenn sie sich tatsächlich auf die Prognose verlassen hätten. Da diese falschen Verspätungen nun positiv bewertet werden und die KI sich dafür „belohnt", werden diese falschen Prognosen in Zukunft noch weiter zunehmen.

Hier in Baumschulenweg wird sowohl für die S 8 als auch die S 47 eine Abfahrt in 3 Minuten angekündigt. Dies kann nicht stimmen, denn die Züge benutzen Richtung Schöneweide dasselbe Gleis. Der Fahrdienstleiter weiß bereits, welcher Zug abfahren wird. Leider fließt diese Entscheidung nicht in die Prognosedaten ein. *Foto: IGEB*



Qualitätsvergleich der Prognoseverlässlichkeit

- Die gezeigte **Prognosegüte** ist gemessen in der **Standard-KPI** aus den Performance-Dialogen von DB InfraGO Personenbahnhöfe (15 Minuten Prognosehorizont mit +/- 3 Minuten Korrektheitsintervall) und bezieht auf das gesamte Jahr 2024 (01.01.-31.12.)
- Im **Vergleich** zum lokalen Wettbewerb zeigt sich klar die **höhere Güte** der Prognosequalität bei den EVUs, die bereits an die Big-Data-Prognose der Reisendeninformation angebunden sind (rot hinterlegte EVUs)
- Für alle Verkehrsunternehmen besteht ein **deutliches Potential** zur Verbesserung der Prognosequalität durch Nutzung der Big-Data-Prognose

Quelle: Deutsche Bahn AG, Digitalisierungsforum 2025

Empfehlungen des Fahrgastverbandes für die Verbesserung der Prognose

Wenn Verspätungen errechnet werden, die für einen Zeitraum in der Zukunft liegen, sollte dies allein aufgrund realer Kausalitäten betrachtet werden und nicht auf Basis der Historie von Fahrten in der Vergangenheit. Gerade ein spurgeführtes Verkehrssystem wie die Bahn mit festgelegten Reihenfolgen von Zugfahrten und klar definierten Parametern von Beschleunigung und Zugfolgeabständen bietet hier gute Rahmenbedingungen, um verlässliche Vorhersagen zu treffen. Der Prognoseautomat sollte also eher folgende Kausalitäten auswerten:

- **Züge können nur in einem zeitlichen Abstand hintereinander fahren und nicht gleichzeitig.**
  Züge können sich nicht gleichzeitig auf derselben Strecke in dieselbe Richtung bewegen. Der Prognoseautomat könnte beispielsweise angelernt werden, wo das Streckennetz wie gestaltet ist. Züge fahren in dieselbe Richtung im sogenannten Blockabstand hintereinander her. Dabei beträgt ihr Abstand mindestens 90 Sekunden. Bei der Fernbahn meist 5 Minuten oder länger.
- **Eingleisige Strecken und Übertragung von Verspätungen auf den Gegenzug**
  Nehmen wir den Bahnhof Oberspree. Hier fahren S-Bahnen beider Richtungen über dasselbe Gleis. Sie können nicht gleichzeitig in beide Richtungen abfahren. Dennoch konnte man dort bereits mehrfach beobachten, wie der Anzeiger genau dies ausgab. Eine Prognose, die die reale Infrastruktur zur Berechnung heranzieht, kommt nicht zu solchen Ausgaben.

Selbstverständlich werden hier nicht in zwei Minuten vom selben Gleis zwei Züge unterschiedlicher Richtungen abfahren, dies ergäbe sonst eine gefährliche Betriebssituation. *Foto: IGEB*

- **Berücksichtigung von Langsfahrstellen des Streckennetzes**
  Im Streckennetz sind Informationen hinterlegt, wo sich welche Langsamfahrstelle befindet. Diese können sogar Fahrgäste größtenteils sehen, beispielsweise unter *www.strecken.info*. Aus der verringerten Geschwindigkeit und der Länge der Langsamfahrstelle ist errechenbar, wie stark die Fahrzeitverlängerung mindestens sein wird. Solche Fahrzeitverlängerungen lassen sich in die Prognosen einbauen. Ist die Langsamfahrstelle beseitigt, wird für die nächsten Züge, die die Stelle durchfahren, kein Verspätungsaufbau mehr berechnet. Die heutige KI muss dagegen erst durch mehrere Zugfahrten lernen, dass die Langsamfahrstelle beseitigt wurde.

Langsamfahrstellen führen zu Fahrzeitverlängerungen. Diese Informationen könnten in eine Prognose von Verspätungen einfließen. *DB AG*

- **Berücksichtigung von Fahrzeitreserven**
  Fahrpläne werden mit Fahrzeitreserven berechnet. Diese Fahrzeitreserven sind dem Infrastrukturbetreiber bekannt.

Fazit

Eine korrekte Vorhersage von Verspätungen und Verfrühungen ist und bleibt wichtig, gerade in einem Streckennetz mit hoher Störanfälligkeit. Die DB setzt hier künstliche Intelligenz ein und maschinelles Lernen, um verbesserte Vorhersagen von Verspätungen zu treffen. Der Fahrgastverband bezweifelt sowohl die Methodik der Vorhersage, wie auch die Methodik der Berechnung der Verlässlichkeit der Prognose und empfiehlt, dass Verspätungsvorhersagen ausschließlich auf Basis aktueller, real im Streckennetz vorhandener Kausalitäten errechnet werden und keinesfalls statistische und historische Daten zum Einsatz gebracht werden. *hm*