

Eingebaute Grüne Welle

Neue Ampelschaltung auf der Nord-Süd-
Verbindung in Dresden.

**INNOVATION
AUS DRESDEN**

Wir bewegen Dresden.



Vorfahrt für den Nahverkehr



Liebe Fahrgäste,

wer täglich mit Bahn und Bus in Dresden unterwegs ist, weiß um die Zuverlässigkeit unserer Verkehrsmittel. Drei Viertel aller Abfahrten erfolgen fahrplanmäßig und Pünktlichkeit ist unseren Kunden laut Umfragen am wichtigsten. Wir wollen für Sie noch besser werden. Deshalb hat die DVB, zusammen mit dem Straßen- und Tiefbauamt der Landeshauptstadt unter Federführung der TU Dresden, den Versuch gewagt, eine der meistbefahrenen Straßenbahntrassen noch zuverlässiger zu machen. Der Schlüssel dazu lag in der Schaltung der Ampelanlagen: Unsere Bahnen sollen so „Fahrt Frei“ bekommen, dass sie ohne anzuhalten über die Kreuzung rollen. Lichtsignalanlagen, so der Fachbegriff für Verkehrsampeln, können außerdem genutzt werden, um etwa verfrühte Fahrten auszubremsen. Oder sie halten die Tram so lange auf, bis Fahrgäste den Umstieg in andere Straßenbahnen geschafft haben. Gleichzeitig unterstützt ein Informationssystem unser Fahrpersonal bei einer möglichst effizienten Fahrweise.

Mit dieser Broschüre sollen Sie einen Eindruck davon bekommen, welche, zugegeben nicht immer ganz einfachen, Prozesse im Hintergrund ablaufen, während Ihre Bahn zügig und hoffentlich ohne unnötige Zwischenstopps über eine Kreuzung gleitet. Übrigens ist das Dresdner Projekt „Nord-Süd-Verbindung“ in dieser Form eine absolute Weltneuheit im Straßenbahnbetrieb.



Lassen Sie sich überraschen, welche Fortschritte wir erreicht haben und im täglichen Betrieb anwenden. Vielleicht sehen Sie bei Ihrer nächsten Fahrt zwischen Albertplatz und Nürnberger Platz die Vorgänge an den Ampeln mit ganz anderen Augen.

Viel Spaß beim Lesen!

Ihre Dresdner Verkehrsbetriebe AG


Reiner Zieschank
Vorstand Finanzen und
Technik


Lars Seiffert
Vorstand Betrieb und
Personal

Kurz & knapp

Dresdens Nord-Süd-Verbindung ist 4,2 Kilometer lang und führt vom Albertplatz bis zum Nürnberger Platz. Unsere Straßenbahnen fahren auf eigenen Gleisen.

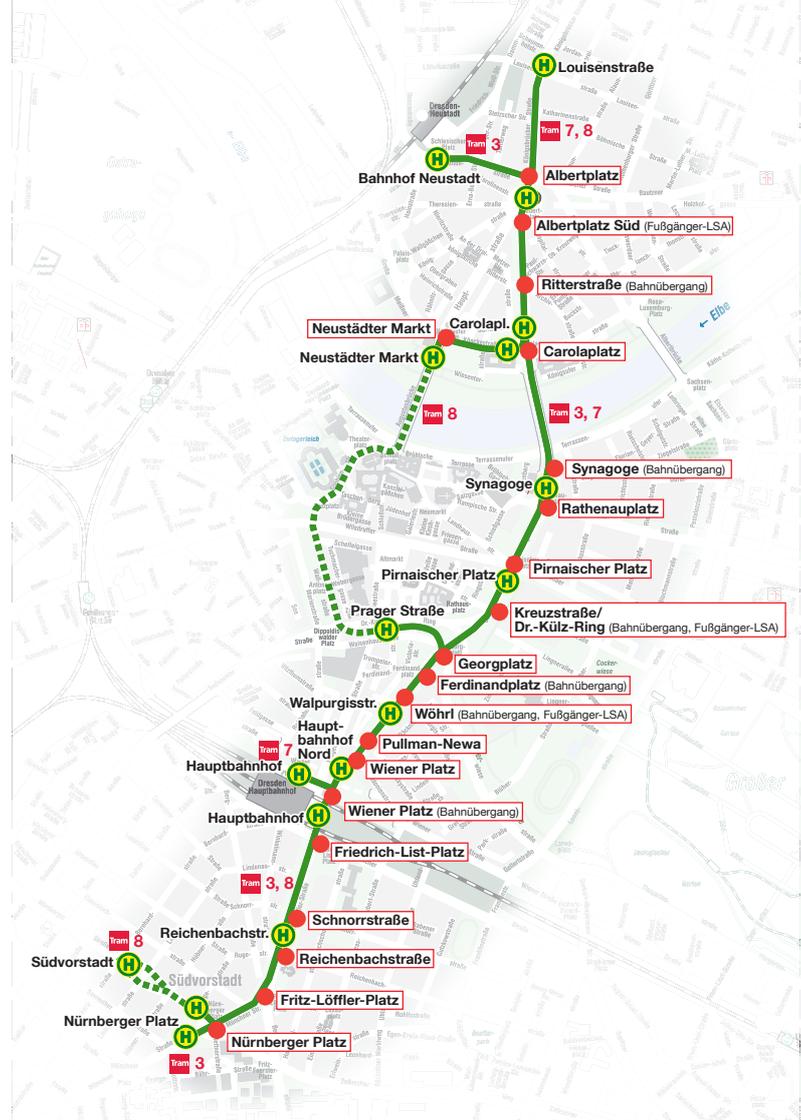
▶ Albertplatz



Die Strecke:

Die direkte Verbindung vom Albertplatz im Norden des Dresdner Stadtkerns bis zum Nürnberger Platz am Campus der Technischen Universität wird stark von unseren Straßenbahnen benutzt. Bis zu fünf Linien teilen sich hier ein Gleis in jede Richtung. Das heißt, dass in Spitzenzeiten planmäßig bis zu 62 Fahrten pro Stunde über den Mittelabschnitt der Nord-Süd-Verbindung rollen. Dabei befahren unsere Bahnen durchgängig ein eigenes, vom Autoverkehr unabhängiges Gleis.

► Übersicht der optimierten Ampeln auf der Nord-Süd-Verbindung



Die Herausforderung:

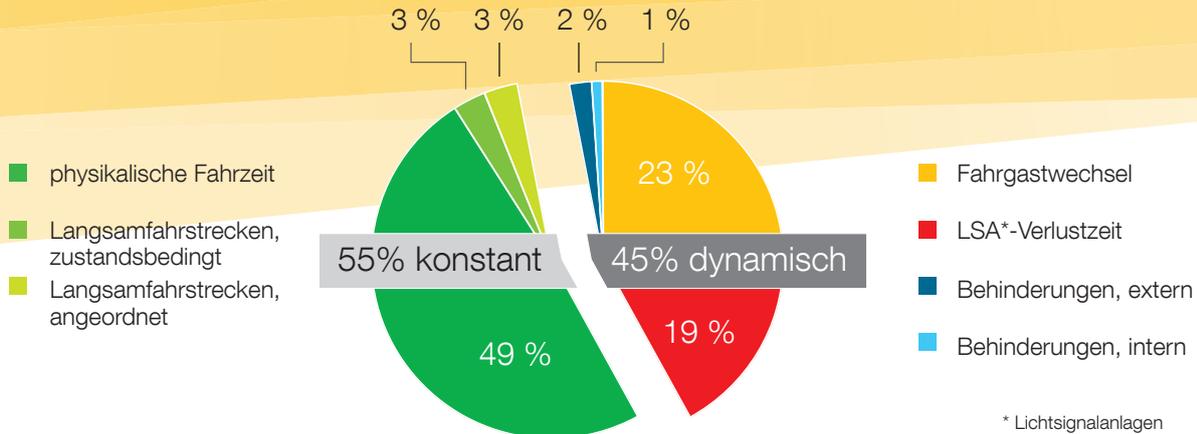
Neunzehn Ampeln regeln den Verkehr auf der Strecke. Die dichte Fahrzeugfolge und zahlreiche Halte an Kreuzungen sorgten schnell für Verspätungen von bis zu drei Minuten pro Fahrt. Zusätzlich besteht die Trasse durch ihre zahlreichen Knotenpunkte zu anderen Straßenbahnlinien. Gerade hier kam bei unseren Fahrgästen oft das Gefühl auf, dass die Anschlussbahn „vor der Nase“ wegfuhr.

Kurz & knapp

Ampeln und hohe Verkehrsdichte führten zu Verspätungen. Anschlussbahnen wurden teilweise nicht erreicht.

Knapp die Hälfte unserer Fahrzeit unterliegt Streuungen

Netzstruktur, Verkehrsaufkommen und Verlustzeiten beeinflussen den Fahrplan und führen zu extremen Fahrzeitstreuungen.





► Nürnberger Platz



” Durch die Beteiligung der Stadt Dresden an dem Projekt „Verbesserung der Verkehrssteuerung auf der Nord-Süd-Verbindung in der Landeshauptstadt Dresden“ konnten wir, gemeinsam mit der Dresdner Verkehrsbetriebe AG, das bereits vorhandene, äußerst moderne Verkehrsleitsystem weiter aufwerten und mit neuen fortschrittlichen Funktionalitäten ausrüsten.

Insbesondere betrifft das die Technik an den Lichtsignalanlagen der Nord-Süd-Verbindung, mit der eine effektivere Steuerung der ÖPNV-Fahrzeuge möglich ist, ohne dass der Individualverkehr Nachteile erfährt. Der ÖPNV ist attraktiver geworden, Autofahrer kommen besser voran und die Stadt wird weiter vom Verkehr entlastet. Damit erfüllt die Landeshauptstadt die Ziele des Luftreinhalteplans noch schneller.



Prof. Reinhard Koettnitz

Leiter des Straßen- und Tiefbauamtes der LH Dresden



► *Friedrich-List-Platz*



” Unsere Fahrgäste profitieren von dieser innovativen Verkehrssteuerung, weil sie neben einer Beschleunigung des Straßenbahnverkehrs vor allem für mehr Verlässlichkeit sorgt. Durch eine ausgeklügelte Berechnung

der Vorrangschaltung erhöht sich die Pünktlichkeit verspäteter Bahnen wieder und, noch wichtiger, an Verknüpfungspunkten fahren die Linien in der fahrplanrichtigen Reihenfolge in eine gemeinsame Haltestelle oder Strecke ein.

Dadurch man kann sich nun besser auf die in der Fahrplanauskunft angegebenen Umsteigeverbindungen verlassen.



*Andreas Hoppe,
Leiter Verkehrsplanung,
DVB AG*

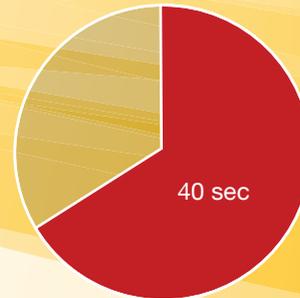
Die Idee:

Ampeln entscheiden, ob unsere Bahnen an der Kreuzung stehen oder fahren. Leider konnten althergebrachte Ampeln nicht erkennen, was die Bahn oder der Bus vorhat. „Fahrt frei“-Phasen wurden verschwendet, weil die Bahn noch an einer Haltestelle anhalten musste. Oder die Bahn stand viel zu lange vor einer roten Ampel.

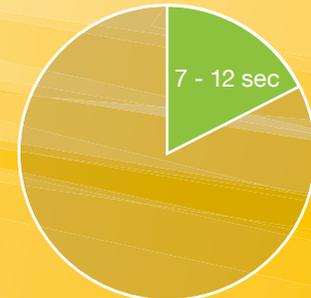
Deshalb wollten wir die Lichtsignalanlagen der Nord-Süd-Verbindung so programmieren, dass alle Ampeln entlang der Strecke Belange der Straßenbahn, aber auch den Autoverkehr berücksichtigen. Gleichzeitig sollte den Bahnen ein kurzes und zeitgerechtes „Frei“ eingeräumt werden, welches zusätzliche Freigabezeiten für den Gesamtverkehr ermöglicht und damit auch den Autofahrern zugutekommt.

Kurz & knapp

Verkehrssteuerung durch Ampeln soll aktuelle Informationen der DVB und des Autoverkehrs flexibel berücksichtigen.



*Frühere
Freigabezeit*



*Neue optimierte
Freigabezeit*

Die Lösung: Qualitätsgerechte Behandlung unserer Bahnen an Lichtsignalanlagen (QLSA)

QLSA ist ein Computerprogramm, welches wichtige Echtzeit-Verkehrsdaten sekundenschnell auswertet und Ampeln sinnvoll sowie flexibel schaltet.

Anhand dieser Kriterien schalten die Ampeln der Nord-Süd-Verbindung:

Fahrplanlage der Bahn

Der Fahrplan wird mit der tatsächlichen Ankunftszeit der Bahn an der Kreuzung verglichen. Ist die Bahn zu früh, muss sie warten. Ist sie pünktlich oder gar zu spät, sollte sie schnellstmöglich „Frei“ bekommen.

Erreichbare dynamische Anschlüsse

Übergänge zu anderen Bahnen, die sich zufällig an Knotenpunkten ergeben, ermöglicht die LSA. So bleibt die Ampel für eine Bahn, welche noch Zeit hat, auf „Halt“, bis die Fahrgäste aus der anderen Tram eingestiegen sind.

Verkehrsaufkommen der Autos

Ist das Verkehrsaufkommen hoch, optimieren die Ampelprogramme den Knoten so, dass alle Verkehrsträger bestmöglich

bedient werden. Ist das Verkehrsaufkommen niedrig, bekommen unsere Fahrzeuge schnellstmöglich „Frei“.

Aus diesen Parametern sucht der Verkehrsrechner der Stadt Dresden den „Frei“-Zeitpunkt für unsere Bahnen aus, welcher für alle Verkehrsteilnehmer den größten Nutzen bringt.



► Albertplatz

Kurz & knapp

Kriterien für die Freigabe-Entscheidung der Ampel sind Fahrplanlage sowie dynamische Anschlüsse der Bahnen und das Verkehrsaufkommen der Autos im Querverkehr. QLSA ermittelt die beste Freigabemöglichkeit für alle Verkehrsteilnehmer.



Fahrerinformationssystem COSEL zum vorausschauenden Fahren

COSEL steht für Computer-Optimised Speed control for Energy-efficient Light-rails.

Um das durch QLSA berechnete optimale Freigabefenster auch wirklich zu erreichen, gibt COSEL Fahrempfehlungen an den Fahrer der Straßenbahn.

Dadurch werden unnötige Halte an Ampeln vermieden und der Energieverbrauch unserer Trams gesenkt. Gleichzeitig nutzen wir die eingesparte Zeit für längere Haltestellenaufenthalte. Es entstehen noch bessere Anschlüsse für unsere Fahrgäste.

Kurz & knapp

COSEL gibt Fahrtempfehlungen an den Fahrer aus. Ziel ist es, unnötige Halte zu vermeiden.





Wie funktioniert COSEL?

Das Fahrerinformationssystem ist immer mit der nächsten Ampel vernetzt. Diese ermittelt durch QLSA den optimalen Freigabezeitpunkt und sendet ihn an COSEL. Das System berechnet nun die optimale Fahrweise, um genau zur „Frei“-Phase die Kreuzung zu queren und gibt eine Fahrtempfehlung an den Fahrer ab.

Die Empfehlung kann lauten:

- ▶ **Jetzt aus Haltestelle abfahren**
- ▶ **maximale, zulässige Beschleunigung**
- ▶ **konstante Fahrt**
- ▶ **Ausrollen**

Unsere Fahrer haben die Entscheidungsgewalt darüber, ob sie den Anweisungen folgen oder nicht. Wird die Bahn außerplanmäßig aufgehalten, berechnen QLSA und COSEL die Freigabe und die Fahrtempfehlung innerhalb von Sekunden neu.

- ▶ *Fahrtempfehlungen zeigt ein Smartphone-Display an*

Das Projekt stellt in dieser Form eine Weltneuheit dar. Aktiv werden die Lichtsignalanlagen im Sinne eine Kooperation zwischen ÖPNV und Lichtsignalanlage beeinflusst und gesteuert. Die Bevorrechtigung der Straßenbahnen wird nicht allein durch die Fahrplanlage bestimmt. Weitere Faktoren sind eine technologisch sinnvolle Reihenfolge des Einfädelns an Stellen, an denen mehrere Linien zusammengeführt werden, die Realisierung dynamischer Anschlüsse, das heißt Zu- und Abbringer erhalten direkt hintereinander ihre Freigabezeit, aber auch die Verkehrslage des motorisierten Individualverkehrs. Damit wird in einer übergeordneten Steuerung für jedes ÖPNV-Fahrzeug exakt eine Freigabezeit berechnet und in der Lichtsignalanlage realisiert. Ein Fahrerassistenzsystem auf den Straßenbahnen gibt dem Fahrer ein daraus abgeleitetes Fahrregime vor. Hält der Fahrer dieses Regime ein, passiert er die entsprechende(n) Lichtsignalanlage(n) garantiert bei Grün.



*Prof. Dr.-Ing.
Jürgen Krimmling
TU Dresden, Fakultät
Verkehrswissenschaften
„Friedrich-List“*

Kurz & knapp

Voraussichtliche „Frei“-Phase wird von QLSA an Fahrerinformationssystem übermittelt. COSEL gibt Fahrempfehlung an Fahrer.



▶ Carolabrücke und Frauenkirche im Hintergrund

Einführung und praktische Erfahrungen – Von der Idee zur Wirklichkeit

QLSA und COSEL benötigten drei Phasen, um die heutige Ausdehnung zu erreichen.

Phase I (2006-2010)

Theoretische Grundlagen

Gemeinsam mit der Technischen Universität und der Landeshauptstadt Dresden erarbeitete die Dresdner Verkehrsbetriebe AG in diesen Jahren die Voraussetzungen für QLSA. Dieses System wurde, genau wie COSEL, von der TU Dresden entwickelt.

Phase II (2011-2012)

Erste Erfahrungen

Am Nürnberger Platz im Dresdner Süden sammelten alle Beteiligten Daten und jede Menge Erfahrungen, um das Projekt zu optimieren und dessen Potential zu erkennen.

- ▶ *DVB-Vorstand Reiner Zieschank und Hans-Jürgen Credé mit COSEL-Entwickler Christian Gassel (Bildmitte). Anlass der feierlichen Sonderfahrt war die Einführung des Fahrerinformationssystems im August 2013.*

Phase III (2013-2015)

Übertragung von QLSA und COSEL auf die Nord-Süd-Verbindung

Alle 19 Ampeln sind mittlerweile auf QLSA umgestellt. Bis Juli 2015 sammelte die TU Dresden Daten, um tatsächliche Zeit- und Energieersparnis berechnen zu können.



Kurz & knapp

Seit 2006 arbeitet die DVB zusammen mit ihren Partnern am Projekt „Nord-Süd-Verbindung“.



► Nürnberger Platz

Wie funktioniert QLSA im Zusammenspiel mit COSEL?

Dresden verfügt über zwei voneinander unabhängige Verkehrsmanagementsysteme.

Zum einen versorgt das Straßenverkehrsmanagementsystem VAMOS die Stadt Dresden mit Echtzeitinformationen zum Verkehrsaufkommen von Kraftfahrzeugen im städtischen Gebiet. Induktionsschleifen in der Fahrbahn zählen die Autos auf den wichtigsten Straßen. Vollautomatisch reagiert dieses System auf verschiedene Verkehrslagen und steuert sie über regelbare Ampelphasen.

Zum anderen vergleicht das Rechnergestützte Betriebsleitsystem (RBL) Sollfahrplandaten mit den aktuellen Standorten der Bahnen und Busse der DVB. Unsere Fahrzeuge im Einsatz sind damit lückenlos überwacht.

Neue Schnittstellen zwischen beiden Systemen führen diese Daten zusammen und ermitteln für eine an die Ampel kommende Bahn den optimalen Freigabezeitpunkt. Diesen

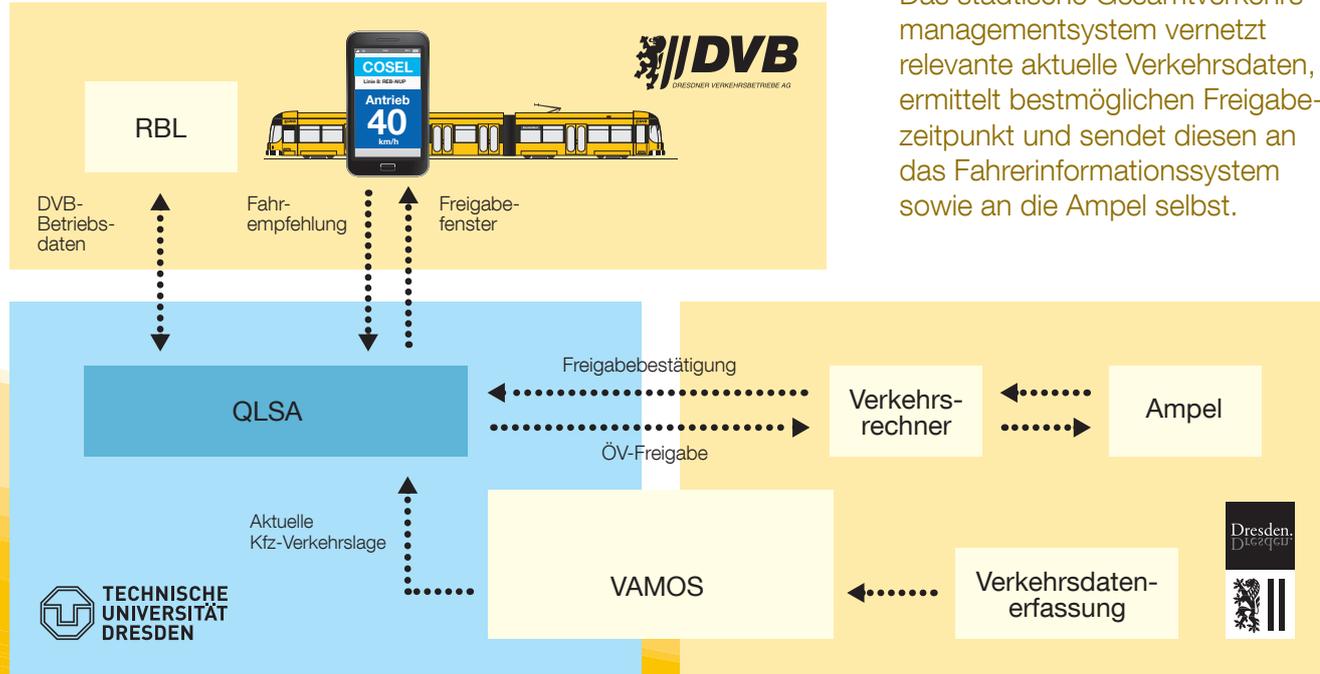
sendet das Programm an den Verkehrsrechner der Stadt Dresden und an das Fahrerinformationssystem COSEL im Fahrzeug.

Der Verkehrsrechner der Stadt Dresden sorgt dafür, dass die Ampel tatsächlich wie geplant auf „Frei“ schaltet. COSEL gibt die Fahrtempfehlung für den Fahrer aus und meldet die Tram gleichzeitig an der Ampel an.

Unsere Straßenbahn erreicht genau zum Freigabezeitpunkt die Kreuzung und überquert diese. Unmittelbar danach rollen auch die Autos wieder quer zur Fahrtrichtung der Bahn.

Multimodale Systemarchitektur

Qualitätsgerechte Lichtsignalsteuerung



Kurz & knapp

Das städtische Gesamtverkehrsmanagementsystem vernetzt relevante aktuelle Verkehrsdaten, ermittelt bestmöglichen Freigabezeitpunkt und sendet diesen an das Fahrerinformationssystem sowie an die Ampel selbst.

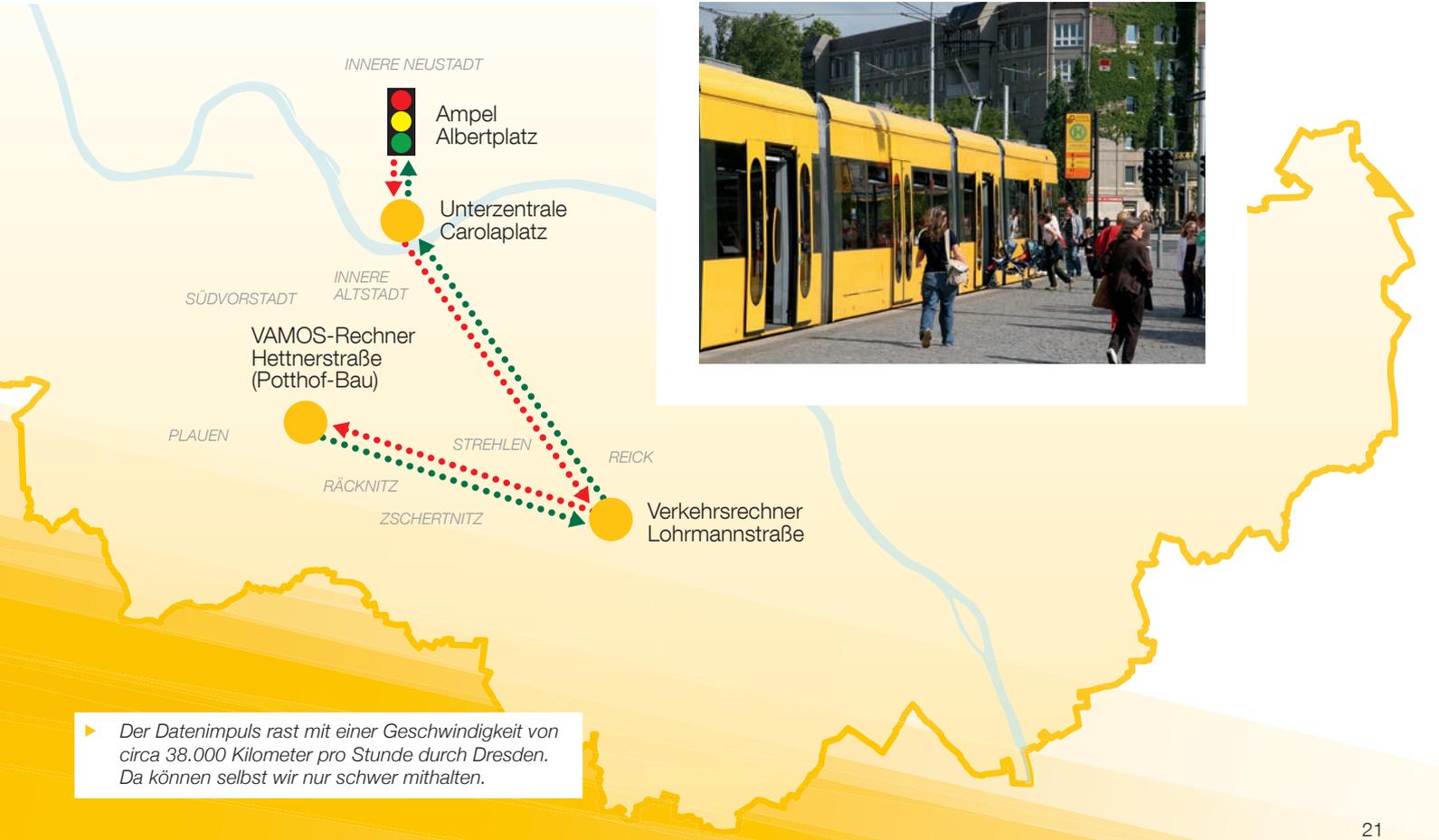
Besonderheit:

Weg des Datenimpulses von der Ampel am Albertplatz

Ampel Albertplatz → Unterzentrale Carolaplatz →
Verkehrsrechner Lohrmannstraße → VAMOS-Rechner
Hettnerstraße (Potthoff-Bau) → Verkehrsrechner
Lohrmannstraße → Unterzentrale Carolaplatz →
Ampel Albertplatz

Von der Annäherung einer Bahn bis zu deren Anmeldung
mit errechneter Freigabezeit legt der Datenimpuls über
26 Kilometer in zwei bis drei Sekunden zurück.





Auswirkungen von QLSA – Pünktlicher und schneller mit weniger Energie

Seit 2006, dem Beginn des Projektes Nord-Süd-Verbindung, haben wir viel erreicht. Hier finden Sie einige ausgewählte Zahlen, die unseren Fahrgästen der Straßenbahnlinien 3, 7 und 8 sehr gefallen dürften:

Energieeinsparung bis zu - 21 % (gemessen am Fahrzeugverbrauch)

Pünktlichkeit + 7 % (Linien 3, 7, 8 auf NSV-Streckenabschnitt)

Reisegeschwindigkeit Linie 3: + 11 %
Linie 7: + 10 %
Linie 8: + 6 %

Fahrzeit Linie 3: - 3 Minuten
Linie 7: - 3 Minuten
Linie 8: - 1 Minute

Fazit:

Diese positiven Entwicklungen wirken sich auch auf die Fahrgastzahlen im Bereich der Nord-Süd-Verbindung aus. Fuhren 2006 noch 93.000 Fahrgäste am Tag mit den Linien 3, 7 und 8, ließen sich 2015 bereits 106.000 Personen schnell und sicher durch die Dresdner Innenstadt bringen. Auch trug das Projekt unter anderem dazu bei, dass die Kundenzufriedenheit insgesamt ein sattes Plus von 18 Prozent verzeichnen konnte.





MEHR

QUALITÄT



MEHR

KONTROLLE



MEHR

REPORTING



MEHR

KUNDENZUFRIEDENHEIT

Ausblick

Nach der erfolgreichen Testphase haben wir zusammen mit der Landeshauptstadt Dresden weiterhin viel vor. Zukünftig soll jede neue Ampel im Stadtgebiet mit QLSA-Technik ausgerüstet sein. Das nächste komplexe Ziel ist es, die Ost-West-Verbindung vom Bahnhof Mitte bis zur Zwinglistraße mit QLSA zu beschleunigen.

Unsere Fahrgäste möchten wir bessere Abfahrtsprognosen in unseren Bahnen, aber auch über Internetdienste anbieten. So sind Sie noch schneller über geplante und zufällige Anschlüsse an Umsteigehaltstellen informiert.

In den Führerständen unsere Bahnen wollen wir in Zukunft das Fahrerinformationssystem COSEL fest in die Bedienkonsole integrieren. Dadurch empfängt das Fahrpersonal seine Empfehlungen auf dem Bildschirm, auf welchem es schon heute seinen Fahrplan und die Pünktlichkeit seines Fahrzeuges angezeigt bekommt. Ein zusätzliches Smartphone wird für die Übertragung dann überflüssig.

Unser Anspruch ist es, die Pünktlichkeit aller Bahnen und Busse von derzeitigen circa 75 Prozent auf 90 Prozent zu steigern. Mit der Qualitätsgerechten Behandlung unserer Bahnen an Lichtsignalanlagen (QLSA) kommen wir diesem ehrgeizigen Ziel einen großen Schritt näher.

Ein Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt Dresden und der Dresdner Verkehrsbetriebe AG
unter Projektsteuerung der Technischen Universität Dresden – gefördert durch die Europäische Union.



Herausgeber:
Dresdner Verkehrsbetriebe AG
Verkehrsmanagement/Marketing

Redaktionsschluss:
November 2015

Titelbild:
Ilya Trofimenko

Änderungen vorbehalten, für Fehler
und Irrtümer keine Haftung.



Dresdner Verkehrsbetriebe AG
Trachenberger Straße 40
01129 Dresden
Service 0351 857-1011
E-Mail service@dvbag.de