

Verkehrsabhängige, effiziente ÖPNV-Beschleunigung mit planfahrt und Vx-LiSA®

Teil 1

Von Rainer Schneider, Hamburg, und Hans Protschka, Flensburg*)

Vorbemerkung – Die planfahrt-Fahrzeitanalyse – Vx-LiSA® verkehrsabhängige LSA-Beeinflussung

1. Vorbemerkung

Städte, Kommunen und Verkehrsunternehmen stehen heute unter einem starken und stetig wachsenden wirtschaftlichen Druck, der ihnen keine andere Wahl lässt, als sämtliche Einspar- und Rationalisierungsmöglichkeiten konsequent zu nutzen.

Eines dieser Einsparpotenziale liegt im Bereich der ÖPNV-Beschleunigung. Dort lassen sich durch unterschiedliche Maßnahmen und unter konsequenter Nutzung vorhandener Potenziale hohe Einspareffekte erzielen. Empirische Untersuchungen aus verschiedenen Verkehrsräumen belegen, dass LSA-Anlagen hieran einen dominierenden Anteil haben. Dieser kann – je nach Verkehrsraum – durchaus 70 % betragen.

Die konsequente Ausschöpfung der Potenziale ist für alle Beteiligten von Vorteil: Fahrgäste kommen schneller ans Ziel und genießen eine höhere Pünktlichkeit, dem Verkehrsunternehmen eröffnen sich Möglichkeiten zur weitergehenden betrieblichen Optimierung und Aufgabenträger erreichen ihr Ziel besser, einen hochwertigen ÖPNV vorzuhalten.

Eine optimale LSA-Beeinflussung kann jedoch nicht, wie in heutigen Systemlösungen üblich, mit geschätzten oder statisch ermittelten Fahrzeiten erfolgen, sondern muss sich an den realen Verhältnissen und damit am fließenden Verkehr orientieren (Bild 1).

Um ein Optimum an verkehrlichem Nutzen und Kostenersparnis zu erreichen, müssen Analyse des Verkehrszustandes und Realisierung ineinandergreifen. Dies wird durch die Kombination der beiden bewährten Produkte planfahrt und Vx-LiSA erreicht. Diese beiden Produkte werden nachfolgend vorgestellt und ihr Zusammenwirken erläutert.

Beide Systeme ergänzen sich durch ihre Systemmerkmale/-eigenschaften:

- Fahrzeitanalyse zur Ermittlung der Beschleunigungspotenziale
- Identifikation und Bewertung von Ursachen für Fahrplanabweichungen
- Kosten-Nutzen-Betrachtung von Maßnahmen anhand der Analyseergebnisse
- Landesweit/bundesweit/grenzüberschreitend einsetzbares einheitliches LSA-Beeinflussungssystem
- Ermittlung der Fahrzeit bis zur LSA-Anlage sowie Erkennung von Staus und

Haltestellen erfolgt im Fahrzeug unter Berücksichtigung der augenblicklichen Verkehrssituation

- Übertragung der Fahrzeit sowie Meldungen über Staus und Haltestellen vom Fahrzeug aus über Funk an die LSA-Steuerung
- Weiterleitung der Vx-LiSA-Daten als Verkehrsinformationen über den „fließenden Verkehr“ auf einen Verkehrsrechner zur Einbindung in ein dynamisch arbeitendes Verkehrsmanagementsystem
- Einfache und preiswerte Integration in bestehende LSA-Anlagen.

2. Die planfahrt-Fahrzeitanalyse

Voraussetzung für eine wirkungsvolle ÖPNV-Beschleunigung ist die Bestimmung von Fahrzeiten. Das Modul Fahrzeitanalyse der Produktfamilie planfahrt ermöglicht die Klärung folgender Fragen (Bild 2):

- Sind die Fahrzeiten stabil, oder gibt es Abweichungen vom Fahrplan?
- Wo treten Verfrühungen oder Verspätungen auf?
- Welche Ursachen sind hierfür verantwortlich?
- Welche Maßnahmen bieten sich zur Mängelbeseitigung an?
- Wie sind diese Maßnahmen zu bewerten?

*) Rainer Schneider, Hamburg-Consult GmbH, Hamburg; Hans Protschka, Ingenieurbüro Hans Protschka, Flensburg.

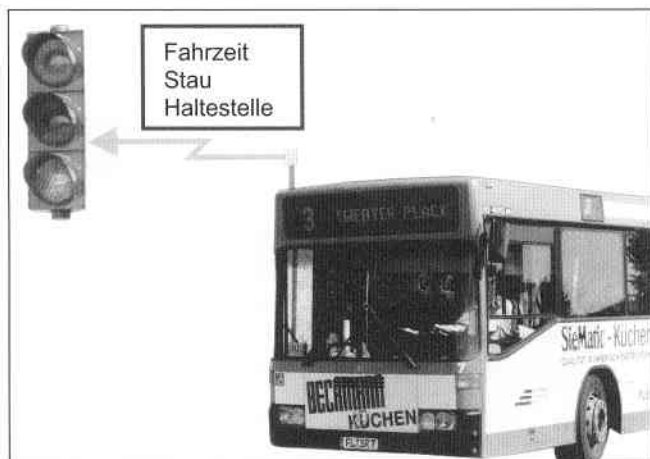


Bild 1: Busbeschleunigung mit Vx-LiSA

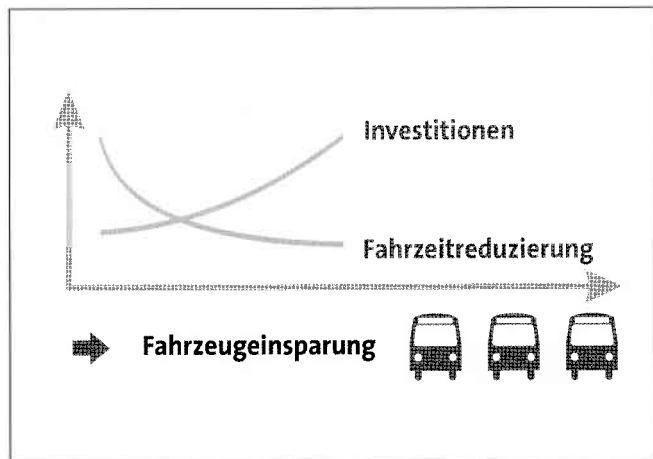


Bild 2: Investitionen und erzielbare Beschleunigung im Zusammenhang

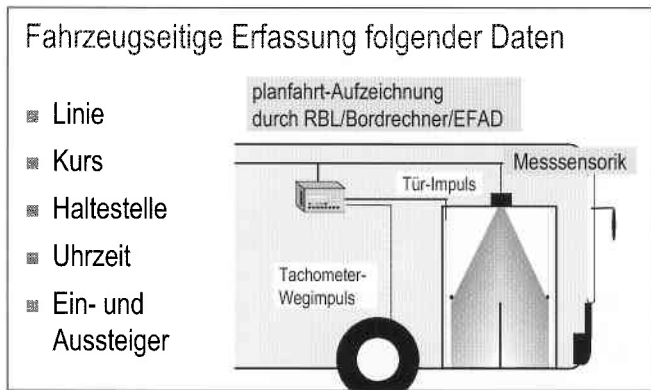


Bild 3: Automatische Erfassung von Fahrtverlaufs- und Ein-/Aussteigerdaten

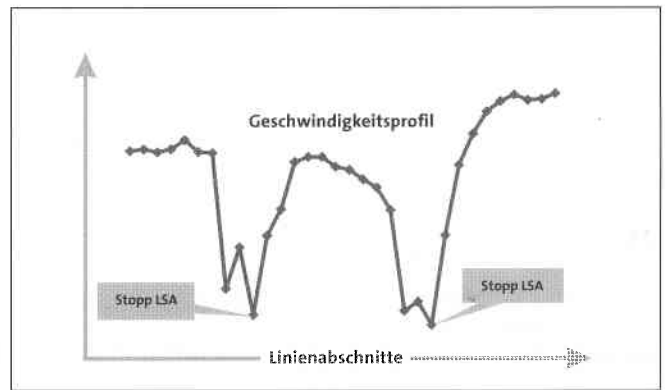


Bild 4: Weg-Geschwindigkeitsdiagramm

2.1 Anforderungen

Die Fahrzeitanalyse bildet die Grundlage weitergehender Betrachtungen. An sie sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Längere Messzyklen mit ausreichender Stichprobengröße zur Abdeckung unterschiedlicher Verkehrssituationen und Schwankungen
- Hinreichende Berücksichtigung von Belastungsspitzen (morgendliche, mittägliche und nachmittägliche Hauptverkehrszeiten)
- Aufzeichnung des gesamten Fahrtverlaufs
- Objektives Messverfahren (automatisch, nicht händisch; keine Beeinflussung des Fahrverhaltens, keine Einflussnahme durch den Fahrer)
- Hinreichende Genauigkeit (auf Meter bzw. Sekunden genau)
- Zusätzliches Erfassen des Türkriteriums (auf, zu) sowie der Anzahl ein- und aussteigender Fahrgäste.

Die oftmals zum Einsatz kommende Messung mit Stoppuhren erfüllt nahezu keine dieser Anforderungen. Zunehmend an Bedeutung gewinnende RBL-Systeme weisen den Nachteil auf, dass sie meist nur haltestellenbezogene Auswertungen zulassen

und wesentliche Einflussgrößen auf den Fahrtablauf ausblenden.

Die oben beschriebenen Anforderungen werden von der planfahrt-Fahrzeitanalyse vollumfänglich erfüllt (Bild 3). Die Praxistauglichkeit der planfahrt-Fahrzeitanalyse wird seit rund 20 Jahren in kommunalen und regionalen Bus- und Bahnbetrieben unter Beweis gestellt.

2.2 Ergebnisse

Die Fahrzeitanalyse mit planfahrt liefert objektive und statistisch hochwertige Angaben zu Art, Umfang und Ursache von Störungen im Fahrbetrieb. Sie ist zur Zeit bei rund 50 Verkehrsunternehmen im Einsatz. Damit lassen sich

- haltestellenscharfe Verfrühungen/Verpätungen, Fahr-/Beförderungszeiten und -geschwindigkeiten, Türöffnungszeiten usw. erkennen und ausgeben,
- Verlustzeiten an LSA-Knoten und nicht signalisierten Knotenpunkten durch Verzögern, Stehen, Beschleunigen ermitteln,
- Ursachen für Fahrplanabweichungen identifizieren,
- Anteile von Störungsquellen bestimmen,

- Maßnahmen zur Verstetigung und Beschleunigung anhand von Kosten und Nutzen bewerten,
- Maßnahmen priorisieren,
- Ergebnisse z.B. in Form von Weg-Geschwindigkeitsdiagrammen für Mittelwerte, Maximalwerte usw. darstellen (Bild 4) und
- Daten z.B. zu MS Excel, zu Fahr- und Dienstplanprogrammen (z.B. Microbus), etc. exportieren.

Die empirische Erfahrung belegt die herausragende Bedeutung der LSA-geregelten Knotenpunkte für das Abschöpfen des Beschleunigungspotenzials (Bild 5).

Der Einsatz einer **verkehrsabhängigen** Steuerung verspricht hierzu einen wirkungsvollen Beitrag (Bild 6).

3. Vx-LiSA® verkehrsabhängige LSA-Beeinflussung

3.1 Systemeigenschaften

In „Hinweise zur Bevorrechtigung des öffentlichen Personennahverkehrs bei der Lichtsignalsteuerung“ (FGSV Verlag) steht unter „Bedarfsgerechte Bedienung des ÖPNV“ u.a.: „Die bedarfsgerechte Bedienung des ÖPNV beinhaltet richtungs-

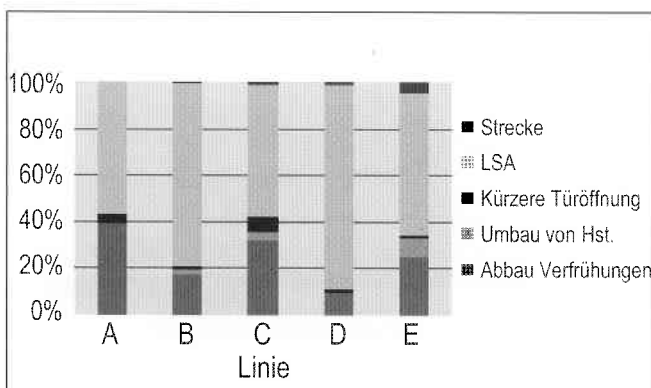


Bild 5: Zusammensetzung Beschleunigungspotenzial

Linien	LSA	Maßnahme Detail	Fahrzeit-reduktion [Min.]	Fahrgaszahl [Ø]	Kosten	Nutzen-Kosten-Indikator
A, B	51 Wulfsbrook	Prüfen zu kurze Grünzeit beim Linksabbiegen, Vorsignal erf.	14	100	1.800	244
C, D	71 Sternstr.	Umrüstung auf ÖPNV-Vorrang in Auftrag, nach Umbau Erfolgskontrolle durchführen	12	67	1.800	193
E, F	32 Schülperbaum	Umrüstung auf ÖPNV-Vorrang erfolgt, Erfolgskontrolle durchführen	9	120	1.800	183
E, F	159 Metzstr.	Umrüstung auf ÖPNV-Vorrang erfolgt, Erfolgskontrolle durchführen	14	78	1.800	173
C, F, H	508 Wischhofstr.	ÖPNV-Vorrang überprüfen, ggf. Optimierung vornehmen	11	133	10.200	43

Bild 6: Maßnahmenbewertung (Auszug, Kiel 2002)

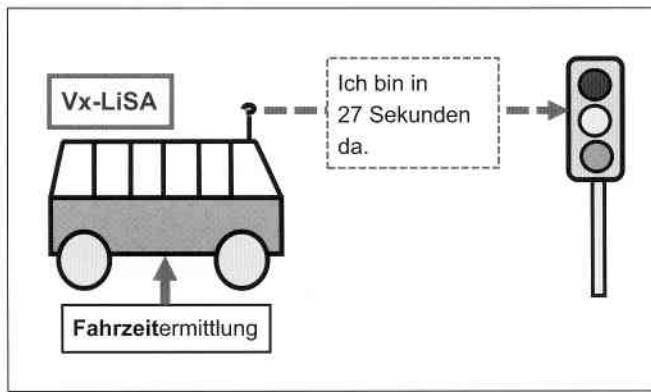


Bild 7: Fahrzeitermittlung im Bus (Vx-LiSA)

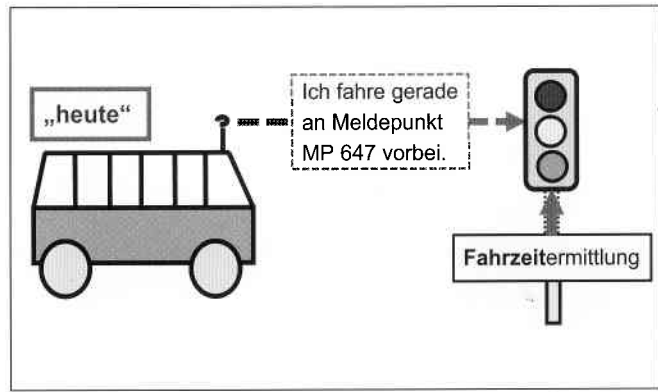


Bild 8: Fahrzeitermittlung in der LSA-Anlage ("heute")

bezogen die sekundengenaue Signalfreischaltung durch geeignete Auswertung von An- und Abmeldungen der ÖPNV-Fahrzeuge und bestimmt die Effizienz des ÖPNV-Beschleunigungsprogramms. **Dabei kommt es in der Hauptsache darauf an, die Fahrzeit zwischen Anmeldepunkt und Signalquerschnitt möglichst realistisch zu schätzen.**"

Genau dieses „realistische abschätzen der Fahrzeit“ ist die Hauptaufgabe von Vx-LiSA (Bild 7) mit dem großen Unterschied zu den heute überwiegend eingesetzten Systemlösungen (im Bild 8 „heute“), dass mit Vx-LiSA die **Fahrzeit** nicht geschätzt, sondern unter Berücksichtigung der Verkehrssituation der LSA-Steuerung als **IST-Wert** bereitgestellt wird.

Dadurch kann die LSA-Steuerung sehr effizient und genau an den Verkehr angepasst werden.

Die beiden Bilder zeigen dies sehr anschaulich und verdeutlichen noch einmal den Unterschied zwischen den beiden Lösungsvarianten.

Um den Unterschied zwischen den beiden Systemlösungen aufzuzeigen und den Vorteil von Vx-LiSA noch deutlicher hervorzuheben, wird nachfolgend als erstes auf die heute am häufigsten eingesetzte Systemlösung eingegangen.

3.2 Heutige Systemlösungen

arbeiten mit so genannten Meldepunktketten. Eine MP-Kette ist dabei nichts anderes als eine Reihe von Meldepunkten, die zu einer metergenau vermessenen Linie einer Bus-Strecke gehören.

Ein so genannter Wegzähler (Tachometerabgriff) misst dabei laufend die gefahrene Strecke und meldet die gefahrenen „Meter“ an die Bus-Steuerung.

Entspricht eine Meterangabe einem zuvor festgelegten und definierten Mel-

depunkt, überträgt die Bus-Steuerung mittels Funktelegramm eine diesem Meldepunkt zugeordnete Nummer (z.B. 647) an die LSA-Steuerung (Bild 9).

Diese Nummer wird jetzt vom Steuerrechner der Lichtsignalanlage dazu verwendet, um herauszufinden, ob es sich um eine Voranmeldung, Hauptanmeldung oder Abmeldung handelt und, im Falle einer Hauptanmeldung, welche Fahrzeit der Bus bis zur LSA-Anlage benötigt. Die Ermittlung der Fahrzeiten erfolgt unter Annahmen, Prognosen und empirischen Ermittlungen und ist dementsprechend ungenau, unsicher und unzuverlässig, denn sie hat keinen Bezug zur augenblicklich vorherrschenden Verkehrssituation.

Wohl gemerkt: Ein Rechner muss anhand einer Nummer die Fahrzeit ermitteln, und zwar ohne weitere Informationen über die momentane Geschwindigkeit des Busses sowie über die gegenwärtige Verkehrssituation!

Um in diesem Fall die Genauigkeit der Zeiterfassung zu erhöhen, werden während der Planungsphase die Fahrzeiten in den Hauptverkehrszeiten „morgens“, „mittags“ und „abends“ sowie zur Normalverkehrszeit ermittelt und die Ergebnisse im ÖPNV-Modul (auch ÖV-Modul genannt) der LSA-Anlage hinterlegt. Die so ermittelten Zeitdaten sind jedoch starre Parameter die keine Reaktion auf den momentan vorherrschenden Verkehrsfluss ermöglichen und somit auch nicht auf einen stockenden oder stehenden Verkehr reagieren können.

Nicht vergessen werden dürfen auch die Probleme, die durch Schlupf, Tachometertoleranzen usw. zu Fehlern bei der Wegstreckerfassung führen.

Fazit:

1. „heutige Systeme“ sind starre Systeme, die keine verkehrsabhängigen Meldungen an die LSA-Anlagen und somit auch keine dynamische Steuerung der Ampelphasen zulassen. Sie ermitteln lediglich die Fahrzeit anhand der übertragenen Meldepunktnummer und hoffen, dass der Bus in dieser Zeit die Haltelinie des LSA-Knotens erreicht.
2. Die Systeme und deren Meldepunktketten orientieren sich an Buslinien und ermöglichen so einen räumlich sehr eingeschränkten Einsatzradius (in der Regel nur innerstädtisch). Zudem ist der planerische Aufwand, der ja für jede Buslinie durchgeführt werden muss, sehr hoch.
3. Alle Anmeldungen, Abmeldungen und Fahrzeitabschätzungen beziehen sich jeweils nur auf **eine** Buslinie und auf **eine** Fahrbeziehung. D.h., jede einzelne Buslinie und Fahrbeziehung muss extra geplant und in das ÖPNV-Modul der LSA-Anlage eingepflegt werden. Dies erfordert einen hohen Aufwand an Entwicklungs- und Planungsleistungen. Denn die Fahrzeiten müssen vorher durch

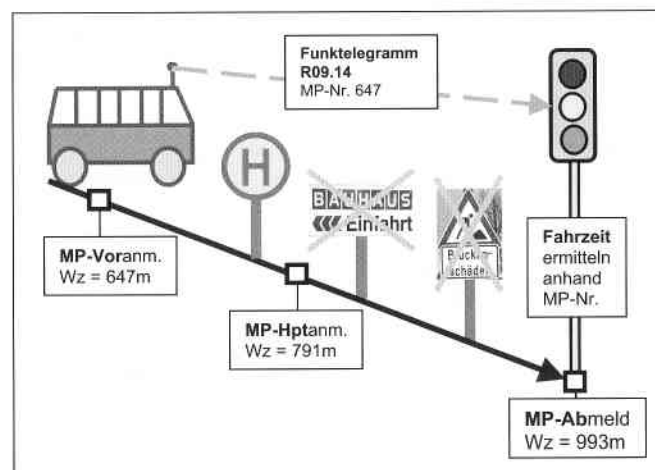


Bild 9: LSA-Beeinflussung „heute“ mit der Übertragung von Meldepunktnummern