Amt, Datum, Telefon

660 Amt für Verkehr, 02.06.2025, 51-35 93

Drucksachen-Nr.

10336/2020-2025

Informationsvorlage der Verwaltung

Gremium	Sitzung am	Beratung
Digitalisierungsausschuss	18.06.2025	öffentlich
Stadtentwicklungsausschuss	01.07.2025	öffentlich

Beratungsgegenstand (Bezeichnung des Tagesordnungspunktes)

KI in Lichtsignalanlagen und die Verbindung zum Verkehrsleitsystem

Betroffene Produktgruppe

11.12.02

Auswirkungen auf Ziele, Kennzahlen

Keine Auswirkungen

Auswirkungen auf Ergebnisplan, Finanzplan

Keine Auswirkungen

Ggf. Frühere Behandlung des Beratungsgegenstandes (Gremium, Datum, TOP, Drucksachen-Nr.)

Digitalisierungsausschuss, 11.02.2025, TOP 5.1, 9611/2020-2025
StEA, 20.05.2025, Ö5.5, 9611/2020-2025

Sachverhalt:

Die Stadt Bielefeld als Oberzentrum mit einer hohen Pendlerquote ist für ca. 300 Lichtsignalanlagen (LSA) verantwortlich. In Bezug auf die Baulast ist zwischen der Stadt Bielefeld und Straßen.NRW zu unterscheiden. Alle LSA innerhalb der Ortsdurchfahrtssteine (OD-Steine) befinden sich dabei in der Baulast der Stadt Bielefeld. Aufgrund der Funktion der Straßenverkehrsbehörde erstellt die Stadt Bielefeld dennoch die Planungsunterlagen und ordnet diese gegenüber Straßen.NRW zur baulichen Umsetzung an.

Die zentrale Steuerung der LSA in Bielefeld geschieht mittels einem Verkehrsrechner aus dem Jahr 2000, welcher autark und somit in einem eigenen Netz arbeitet. Lichtsignalanlagen gehören zur kritischen Infrastruktur und unterliegen darüber hinaus besonderen Auflagen, was deren Sicherheits- und Betriebsaspekte betrifft. Die LSA von Straßen.NRW sind nicht an den städtischen Verkehrsrechner angeschlossen.

LSA bilden einen wichtigen Part bei der sicheren Abwicklung der täglichen Verkehre. Sie bestehen dabei aus Signalgebern, unterschiedlichen Detektoren sowie einem Steuergerät, auf dem die Steuerungssoftware lokal gespeichert ist. Die Steuerungssoftware beinhaltet die Signalprogramme sowie die Parameter und die Programmierung für den verkehrsabhängigen Betrieb der LSA. Viele Steuergeräte sind mittlerweile technisch veraltet und müssen kontinuierlich ausgetauscht werden.
Bis auf wenige Ausnahmen laufen die LSA in Bielefeld im verkehrsabhängigen Betrieb. Darüber hinaus werden tageszeitabhängig verschiedene Signalprogramme mit unterschiedlichen Umlaufzeiten geschaltet und es gibt Sonderprogramme für bestimmte Ereignisse (z.B. bei Heimspielen des DSC Arminia Bielefeld für die An – und Abfahrt großflächig rd. um die Schüco-Arena).

Die LSA-Steuerung reagiert im verkehrsabhängigen Betrieb auf Anforderung und Belegung von Detektoren (Induktionsschleifen, Radarsensoren, Videokameras sowie Fußgänger- und Blindentaster). Zusätzlich werden durch die meisten Detektoren auch die Geschwindigkeit und Wartezeit, die Verkehrsdichte sowie die Klassifizierung der Verkehrsteilnehmer erfasst. Somit kann, im Gegensatz zu einem festen Umlauf die Grünzeit für jede Richtung variieren. Je höher die Verkehrsdichte, desto mehr Grünzeit wird in der Regel dieser Fahrtrichtung gegeben. Die Feuerwehr und der Rettungsdienst können sich durch eine eigene Anmeldung eine Fahrstraße schalten, um priorisiert zu werden. Auch der ÖPNV wird an vielen LSA entsprechend bevorrechtigt. Dazu muss jedoch auch eine On-Bord-Einheit in den Transportmitteln von MoBiel und weiteren Verkehrsunternehmen vorhanden sein.

Der Verkehrsrechner ist allerdings ziemlich starr eingerichtet, das heißt, er kann nicht flexibel auf unvorhergesehene Situationen wie einen Stau auf der A2 und die damit dann über das Stadtgebiet von Bielefeld laufenden Umleitungsverkehre reagieren. Er besitzt keine eigene „Intelligenz“ oder Befugnisse, um auf Änderungen im Verkehrsfluss zu reagieren. Das System arbeitet nach festen Vorgaben und kann keine spontanen Anpassungen vornehmen. Dem Status Quo entsprechend müssen daher alle Eventualitäten durch den LSA-Planer berücksichtigt werden, sodass der Verkehrsfluss eine akzeptable Qualität erreicht.

Arten von künstlicher Intelligenz (KI) in Ampeln

Aufgrund der Dynamik und der immer größer werdenden Verkehrsmenge wurden verschiedene technologische Möglichkeiten weiterentwickelt, die heute schon Einfluss nehmen können und den Verkehrsfluss optimieren. Hierbei gibt es neben der Möglichkeit einer direkten Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur (C-ITS) erste Ansätze der Implementierung von KI. Im Bereich der Ampelsteuerung werden zwei Arten von KI angewandt:

Die reaktive KI ist derzeit bereits in den Lichtsignalanlagen der Stadt Bielefeld im Einsatz und kann als verkehrsabhängige Steuerung bezeichnet werden. Wie beschrieben, wird durch verschiedenste Detektoren der Verkehr erfasst und vom Steuergerät in Echtzeit verarbeitet. Somit kann hier nicht wirklich von einer KI gesprochen werden, weil die Steuerung auf eingehende Detektordaten immer vorhersehbar reagiert.

Die KI mit (begrenztem) Speicher ist eine Weiterentwicklung der reaktiven KI und kann, je nach Größe des Speichers, Kurzzeit- und/oder Langzeitdaten speichern. Mit diesen Daten kann die Lichtsignalanlage „vorrausschauend“ arbeiten. Diese Art von KI wird in diversen Pilotprojekten in ganz Deutschland getestet. Sie wird zumeist im Bereich der Detektoren angewandt.

Anwendungsbeispiele aus Deutschland

- Hamm, NRW

In Hamm steht seit Juli 2023 Deutschlands erste vollständig KI-gesteuerte Ampelanlage an der Kreuzung Heßlerstraße/Marker Allee. Sie nutzt das System "awareAI" des Münchener Unternehmens Yunex, das mithilfe von sieben Videokameras Verkehrsteilnehmer erkennt und die Grünphasen dynamisch anpasst. Ziel ist es, Fußgängern und Radfahrern eine schnellere und sicherere Überquerung zu ermöglichen, indem die Ampel frühzeitig auf deren Annäherung reagiert.
In einer Testphase zeigte sich die KI-Ampel als erfolgreich: Sie reduzierte Wartezeiten für Radfahrer und passte die Grünphasen an die Bedürfnisse von Fußgängern, insbesondere Schülergruppen, an.
Allerdings traten seit Herbst 2024 Probleme auf: In den Nachmittagsstunden kam es zu langen Rückstaus, da die KI-Ampel den Autoverkehr nicht ausreichend berücksichtigte. Dies führte zu Beschwerden von Autofahrern. Als Reaktion darauf wurde der KI-Modus von 15:30 bis 17:30 Uhr deaktiviert, um den Verkehrsfluss zu verbessern.

Zusätzlich gab es technische Schwierigkeiten mit der zweiten KI-Ampel an der Ostwennemarstraße: Diese zeigte zeitweise Dauerrot, obwohl keine Fußgänger in der Nähe waren. Die Stadt reagierte, indem sie den KI-Anteil vorübergehend reduzierte und an der fehlerfreien Funktion weiterhin arbeitet.

- Ellwangen, Baden-Württemberg

In Ellwangen werden seit September 2024 KI-gesteuerte Ampeln getestet. Das Projekt umfasst zwölf Ampelanlagen, die mithilfe von Detektoren Daten sammeln und in einem zentralen Verkehrsrechnersystem speichern. Dieses System erstellt ein "digitales Modell" des Verkehrsaufkommens, um die Ampelschaltungen entsprechend anzupassen. Durch die Nutzung vorhandener Infrastruktur und die effiziente Speicherung der Daten wird der begrenzte Speicherplatz optimiert.

- Münster, NRW

An der Weseler Straße in Münster wird in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen ein Pilotprojekt durchgeführt, bei dem KI den Busverkehr beschleunigen soll. Kameras an den Ampelanlagen erkennen herannahende Busse und können die Grünphase bei Bedarf verlängern. Die erfassten Daten werden verarbeitet, ohne den verfügbaren Speicherplatz zu überschreiten, indem nur relevante Informationen gespeichert und analysiert werden.

- Potsdam, Brandenburg

Seit Juni 2023 wird in Potsdam eine fußgängerfreundliche KI-Ampel getestet. Die Ampel erkennt Fußgänger und passt die Grünphasen entsprechend an. Die dabei gesammelten Daten werden effizient gespeichert und verarbeitet, um den begrenzten Speicherplatz optimal zu nutzen.

- Essenbach, Niederbayern

Seit April 2024 steht in Essenbach eine "intelligente" Ampel, die mithilfe von KI den Verkehr sicherer und effizienter gestalten soll. Die Ampel erkennt Verkehrssituationen und gewährt Rettungsfahrzeugen Vorrang. Anfangs gab es jedoch Probleme mit der Effizienz der neuen Steuerungssysteme, was zu Beschwerden von Autofahrern führte. Diese Erfahrungen unterstreichen die Bedeutung der Optimierung von Speicherressourcen bei der Implementierung von KI in Ampelanlagen.

- Hamburg

Projekt Greenlight: KI-gestützte Ampeloptimierung in Hamburg
Hamburg ist eine der ersten Städte weltweit, die das Greenlight-Projekt von Google implementiert. Dabei nutzt Google KI und Verkehrsdaten aus Google Maps, um Ampelschaltungen in Städten wie Hamburg zu optimieren. Ziel ist es, die Wartezeiten an Ampeln zu reduzieren und dadurch Emissionen zu senken. In ersten Tests konnte Google bereits gute Ergebnisse erzielen: Das System reduzierte die Stopps an Ampeln um rund 30 Prozent und die Emissionen um zehn Prozent.

PrioBike: Smarte Ampeln für Radfahrer
Ein weiteres innovatives Projekt in Hamburg ist PrioBike, das speziell auf die Bedürfnisse von Radfahrern zugeschnitten ist. Im Stadtteil Eimsbüttel wurden bereits erste Ampeln entsprechend justiert, sodass bei einer Geschwindigkeit von 18 km/h alle Ampeln bei Grün angetroffen werden. Diese Technologie wird durch eine Smartphone-App ergänzt, die Radfahrern die ideale Geschwindigkeit anzeigt, um die nächste Grünphase zu erreichen.

Fazit zu den obigen Anwendungsbeispielen

Die vielen Pilotprojekte in Deutschland zeigen, dass sich die KI in Ampelsteuerungen derzeit noch in der anfänglichen Entwicklung befindet und umfangreich getestet werden muss. Darüber hinaus gibt es auf europäischer Ebene Rahmenbedingungen, inwieweit KI bei kritischer Infrastruktur angewandt werden darf.

Zudem erfordern alle über die reaktive KI hinausgehenden KI-Systeme als Mindestvoraussetzung, dass die Daten über einen gewissen Zeitraum gespeichert werden können. Um die Daten speichern zu können, wird entweder eine Datenbank bzw. Cloud benötigt. Zudem müssen die Daten zwischen der Hardware, auf der sich die gespeicherten Daten befinden, oder der Cloud und der Ampel regelmäßig ausgetauscht werden können.

C-ITS als Ergänzung zu vorhandenen Detektorsystemen

Als weitere technologische Entwicklung kann das Kooperative intelligente Transportsystem (englisch: Cooperative Intelligent Transport Systems = C-ITS) genannt werden. C-ITS kann eine KI-Ampel mit zusätzlichen Informationen unterstützen und nutzt drahtlose Technologie, um eine Echtzeit-Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur zu ermöglichen. Durch die Integration von C-ITS können somit zusätzliche Informationen an die LSA-Steuerung übermittelt werden. Mit C-ITS können die Fahrzeug-, Fahrrad- und Fußgängerpositionen genau ermittelt werden und es wird die direkte Kommunikation von Ampel zu Fahrzeug (C2X – Car to Infrastructure/Car) ermöglicht.

Die Daten, die aktuelle Detektoren liefern, würde die C-IST-Technologie noch genauer erfassen. Als Anwendungsbeispiele können dabei u.a. genannt werden:

- ÖPNV-Beschleunigung durch direkte Mitteilung über mögliche Grünzeiten, unabhängig davon, wo der Bus genau positioniert ist
- Bildung von Fahrstraßen für Feuerwehr-, Rettungsdienst- und Polizeifahrzeuge im Einsatzfall
- Kommunikation der Fahrzeuge untereinander, bspw. an Gefahrstellen
- Verflüssigung des Verkehrs durch Harmonisierung der Geschwindigkeiten im Bereich von LSA (Meldung über Start der Grünzeit)
- Generierung von Live-Daten zu Wartezeiten und Staulängen, um Verkehrslenkung zu betreiben.

Umsetzung in Bielefeld und weiteres Vorgehen

Die vorgenannten technologischen (neuen) Möglichkeiten werden auch in Bielefeld schrittweise umgesetzt. Dazu setzt die Verwaltung derzeit den Beschluss zur Implementierung eines Verkehrsleitsystems um (Drucksachennummer 6430/2020-2025). Das Verkehrsleitsystem ist dabei modular aufgebaut und bildet die Grundlage für die Digitalisierung der städtischen Infrastruktur.

Wesentliche Bausteine sind dabei:

- Errichtung von LED-Matrix-Tafeln zur Weitergabe von Verkehrsinformationen und zur Verkehrslenkung
- Neubeschaffung eines Verkehrsrechners zur Steuerung der Informationen des Verkehrsleitsystems
- Beschaffung und Implementierung von Sensorik zur Erfassung von Reisezeiten und Verkehrsmengen
- Ausstattung von max. fünf LSA mit der C-ITS Technologie
- Bereitstellung der Daten für Dritte (App-Anbieter), um entsprechende Informationen bspw. bei Baustellen direkt an die Kfz-Nutzenden weiterzugeben.

Aktuell läuft die Ausschreibung der ca. 70 LED-Matrix-Tafeln, die auf dem gesamten Stadtgebiet installiert werden sollen, damit bis Mitte 2026 die Matrix-Tafeln Vorort installiert werden können. Parallel dazu wird die Vergabe der Sensorik und des Verkehrsrechners vorbereitet. Es ist davon auszugehen, dass das Verkehrsleitsystem Ende 2026 erfolgreich in Betrieb genommen werden kann. Um die gesammelten Daten auch Drittanbietern zur Verfügung zu stellen, sowie die städtische Verkehrslenkung durch bestehende Daten zu ergänzen sind erste Gespräche mit einem Navigationsanbieter und dem Datenschutzbeauftragten aufgenommen worden. Auch müssen die technischen Voraussetzungen entwickelt werden, um die Daten über diverse Schnittstellen mit Datenanbietern und Open Data Plattformen zu teilen.

Weiterhin möchte die Stadt Bielefeld an fünf LSA entsprechende Hardware für C-ITS installieren, um erste Erfahrungen mit der Technologie zu sammeln. Hierbei soll der Anwendungsfall einer Fahrstraße für die Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr im Bereich der Hauptfeuerwehrwache erfolgen.

Im Rahmen der Konzipierung und Prüfung auf Anwendungsfälle für C-ITS ist deutlich geworden, dass die vorhandene technische Infrastruktur der Stadt Bielefeld häufig die Mindestvoraussetzungen nur bedingt erfüllt. Aus diesem Grund erfolgt derzeit eine Bestandsaufnahme sowie die Erarbeitung einer Strategie zur Erneuerung der LSA-Technik in Bielefeld. Bei der Umsetzungsstrategie sollen auch die Anforderungen an KRITIS (Kritische Infrastruktur) erfüllt werden. Eine Verpflichtung dazu besteht erst ab 500.000 Einwohnern. Die Stadt Bielefeld beabsichtigt dies aber dennoch, um die Infrastruktur bei allen zukünftigen Weiterentwicklungen vor Unbefugten zu schützen.

Beigeordneter **Adamski**	Wenn die Begründung länger als drei Seiten ist, bitte eine kurze Zusammenfassung voranstellen.