

Alterung von verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerungen

Kurzfassung der Vertieferarbeit von Katja Fritscher

Mit dieser Arbeit werden die Auswirkungen der "Alterung" von verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerungen auf die Qualität des Verkehrsablaufs in Abhängigkeit des jeweiligen Steuerungsverfahrens ermittelt. Mit Hilfe von Simulationen sollen Hinweise zur Verhinderung von Störungen mittels regelmäßiger Kontrollen der Steuerungsprogramme gegeben werden.

Unter "Alterung" von Lichtsignalanlagen versteht man zum einen den physischen Verschleiß von Anlagenteilen der Signalgeber selbst oder auch von Bestandteilen der Fahrbahnen wie z.B. Fahrbahnmarkierungen. Zum anderen wird, und so ist der Begriff im Folgenden zu verstehen, unter "Alterung" das Phänomen verstanden, dass die Lichtsignalsteuerung nicht mehr zu den sich langfristig verändernden Verkehrsbelastungen passt. Die Folgen könnten längere Wartezeiten und Staubildung sein.

In der Literatur gibt es Untersuchungen zur Alterung von Festzeitsteuerungen. Die Aussagen zu verkehrsabhängig gesteuerte Knotenpunkte beschränken sich auf praktische Erfahrungen. Es hat sich gezeigt, dass die Überarbeitungen von Steuerungen die Verkehrsqualität verbessern können. Der Neuentwurf der **Richtlinien für Lichtsignalanlagen** versucht in ersten Ansätzen dieses Thema aufzugreifen, bleibt aber in seinen Aussagen noch sehr allgemein.

Es gibt makroskopische und mikroskopische verkehrsabhängige Steuerungsverfahren, wobei die mikroskopischen Verfahren für die Untersuchung der Auswirkungen der Alterung von Steuerungen auf die Verkehrsqualität wichtig sind. Bei makroskopischen Verfahren handelt es sich nämlich im Wesentlichen um die Auswahl von Schaltprogrammen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten, während die mikroskopischen Steuerverfahren selbst auf die Verkehrssituation reagieren können.

Signalsteuerungen "altern" nur, falls sich die Verkehrsbelastungen verändern. Verkehrsbelastung oder auch Verkehrsstärke lässt sich durch drei Merkmale charakterisieren: Vorzeichen, Betrag und Art der Änderung. Außerdem spielen die zeitlichen Änderungen eine Rolle. Für die Untersuchung sind die kurz- und mittelfristigen Schwankungen nicht von Interesse, da diese in den meisten Fällen von den verkehrsabhängigen Signalsteuerungen aufgefangen werden. Maßgebend für den Zusammenhang von Alterungsprozess und Verkehrsqualität sind die langfristigen Schwankungen über mehrere Jahre.

Langfristige Schwankungen treten nach Aus- und Rückbaumaßnahmen oder nach dem Anschluss neuer Straßen in unmittelbarer Nähe des Knotenpunkts auf. Ursache kann ebenfalls eine veränderte Wegweisung sein. Ein anderer Grund sind die Veränderungen der Belastungen, die auf den generellen Anstieg des Verkehrsaufkommens zurückzuführen sind.

Zur Beurteilung der Verkehrsqualität werden die mittlere Wartezeit und die mittlere Staulänge der einzelnen Ströme in der Simulation bestimmt. So können Aussagen über die Erfüllung der Ansprüche der Verkehrsteilnehmer am Knotenpunkt gemacht werden.

Die Alterung von Lichtsignalsteuerungen wird am leicht veränderten Beispielknoten aus "Grundlagen und Berechnungsverfahren" (Heft 37 der Schriftenreihe des Landesamtes für Straßenbau 1994) untersucht. Es werden die Signalsteuerungsverfahren

Freigabezeitanpassung, Bedarfsphasenanforderung, Phasentausch und Signalprogrammbildung mit den folgenden Szenarien der Belastungsänderungen simuliert.

- Szenario A: generelle Stagnation
- Szenario B: Anstieg aller Ströme in gleichem Maß
- Szenario C: Anstieg einiger Ströme, bei gleichzeitiger Stagnation der anderen Ströme
- Szenario C* (Bedarfsphasenanforderung): Anstieg der Bedarfsphase bei gleichzeitiger Stagnation der anderen Ströme
- Szenario D: Anstieg einiger Ströme, bei gleichzeitiger Abnahme der anderen Ströme

Für den Knotenpunkt A 94 in Darmstadt werden die Veränderung der Belastungen im Zeitraum von 1999 bis 2004 ebenfalls in der Simulation nachgebildet und die mittleren Wartezeiten und Staulängen ermittelt, um die Ergebnisse mit den Simulations- ergebnissen des fiktiven Knotenpunkts zu vergleichen.

Die Signalsteuerung Freigabezeitanpassung ist in der Lage, Verschiebungen innerhalb des Knotenpunkts zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Erst wenn die maximal mögliche Gesamtbelastung des Knotenpunkts erreicht ist, sind die Anpassungsreserven ausgeschöpft.

Die Signalsteuerung Phasentausch funktioniert, solange die Belastungen der einzelnen Ströme in den verwendeten Freigabezeiten abgewickelt werden können. Auch Verschiebungen der Gesamtbelastung innerhalb der Ströme können nicht zu einer Entlastung führen, falls eine Strombelastung größer ist als in der Grünzeit abgeleitet werden kann.

Für die Bedarfsphasenschaltung gibt es mehrere Versagensmöglichkeiten. Entweder übersteigen die Belastungen der Bedarfsphase die in der vorgesehenen Freigabezeit ableitbaren Fahrzeuge oder die Belastungen eines anderen Stroms steigen zu weit an, um in der durch Bedarfsphasen eingeschränkten Freigabezeit abgewickelt zu werden. Bei dem Beispielknoten steigen nur die Belastungen anderer Ströme an, während der reale Knoten A94 beide "Versagensfälle" fast zeitgleich zeigt. Das Steuerungsverfahren der Signalprogrammbildung ist sehr flexibel und passt sich den verschiedenen Belastungsänderungen und Verschiebungen der Verhältnisse gut an. Allerdings werden dabei die mittleren Wartezeiten nicht als Schaltkriterium der Steuerung verwendet, sondern die Zeitlücken der freigegebenen und die Anforderung der mit Rot signalisierten Phasenströme.

Diese Aussagen basieren auf den durchgeführten Simulationen. Da es sich nur um einen Knotenpunkt handelt, dessen Signalprogramme nicht immer optimal gewählt wurden, sind Verallgemeinerungen nur eingeschränkt möglich. Weiterhin handelt es sich um spezielle Schaltungen, nicht alle Anlagen einer Schaltart reagieren zwangsläufig gleich. Außerdem wird nur eine Auswahl an Belastungsschwankungen simuliert.

Hinweise zu Turnus, Umfang und Vorgehensweise bei der Untersuchung verkehrsabhängiger Lichtsignalsteuerungen können aus oben genannten Gründen nur schwer gemacht werden.

Der Turnus der Untersuchungen hängt sehr stark von den Veränderungsraten der Belastungen ab. Zur Vorgehensweise sind keine detaillierten Untersuchungen gemacht worden. Der Umfang und damit die Fokussierung auf einzelne Ströme hängt vom Steuerungsverfahren ab. Grundsätzlich sollten alle Ströme einzeln auf ihre Kapazitätsreserven hin beobachtet werden. Je nach Schaltung sind dann bestimmte Ströme oder bei anderen Schaltungen auch die Gesamtbelastung für das "Versagen" der Steuerung interessant.

Die Ergebnisse und Aussagen beruhen ausschließlich auf den erläuterten Simulationen, bei denen die Verkehrsgruppen Radfahrer, Fußgänger und öffentliche Verkehrsmittel nicht berücksichtigt werden. Es bleibt deshalb interessant, wie sich deren Verkehrsqualität mit den Belastungsschwankungen ändert. Weiterhin wird nur ein Knotenpunkt untersucht. Die Ausführungen sollten deshalb durch andere Beispiele untermauert werden. Die Frage nach der Wahl der Beurteilungskriterien, ob die mittlere Wartezeit oder die mittlere Staulänge oder vielleicht weitere oder immer eine Kombination aus ihnen zur Bewertung der Verkehrsqualität bei verkehrsabhängig gesteuerten Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten herangezogen werden sollte, bleibt offen und sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden.