

Umsetzungshinweise zum Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen

FA 3.408

Forschungsstelle: Leibniz Universität Hannover, Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau (Prof. Dr.-Ing. B. Friedrich) / TRANSVER GmbH, München

Bearbeiter: Friedrich, B. / Hoffmann, S. / Pohlmann, T. / Kutzner, R. / Bartels, S.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Oktober 2008

1 Aufgabenstellung

Lichtsignalanlagen (LSA) sind ein wesentlicher Bestandteil innerstädtischer, aber auch außerörtlicher Verkehrssysteme. Bezüglich der Qualität des Verkehrsablaufs sowie der Verkehrssicherheit kommt ihnen eine große Bedeutung zu. Dem gegenüber steht der komplexe Prozess der Planung, Realisierung, Implementierung und des Betriebs von LSA.

Für eine optimale LSA-Steuerung ist eine kontinuierliche Anpassung an sich ändernde Rahmenbedingungen und eine Wartung und Kontrolle der LSA und ihrer Bestandteile notwendig. Die Vielschichtigkeit der Teilprozesse der LSA-Planung und -Anpassung sowie häufig nicht ausreichende Ressourcen seitens der Betreiber erschweren die Gewährleistung von Qualitätsanforderungen an LSA-geregelte Knotenpunkte. Bisherige Aktivitäten zur Qualitätssicherung sind daher überwiegend von der Reaktion auf akute Mängel sowie von individu-

ellem Sachwissen geprägt. Diese Sachverhalte sprechen für die Einführung eines systematischen Qualitätsmanagements (QM) für LSA, das eine fachlich korrekte und den Randbedingungen des Knotenpunkts und aktuellen Entwicklungen im Verkehrsgeschehen angepasste Verkehrssteuerung ermöglicht, die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer verbessert, einen effizienten Einsatz von Ressourcen fördert und die erreichte Qualität belegbar macht.

Ziel des Projektes war es, ein QM für LSA für Betreiber anwendbar zu machen und ihnen hierzu eine Hilfe in Form eines Leitfadens an die Hand zu geben. Bisher entwickelte Ideen und Vorschläge wurden aufgegriffen, auf ihre Praxistauglichkeit überprüft und, sofern positiv bewertet, integriert. Mit dem Leitfaden wird es für die Betreiber möglich, ein QM-System einzuführen, umzusetzen und zu bewerten. Die Betreiber erhalten eine Orientierungshilfe, die sie bei der Festlegung ihrer Qualitätsziele, der Erfassung der entsprechenden Kennwerte sowie der Identifizierung von Mängeln und Maßnahmen unterstützt.

Das QM kann auf die Anforderungen, Bedürfnisse und auch finanziellen Möglichkeiten der Betreiber angepasst werden. Im Sinne einer Ressourcen schonenden Umsetzung des QM wurde in diesem Zusammenhang ein hoher Anteil automatisierter Prozesse in den Leitfaden integriert.

Um einen für die Praxis anwendbaren Leitfaden zu entwickeln, wurden die Betreiber von LSA konsequent in den Entstehungsprozess des Leitfadens miteinbezogen. Das vorliegende Ergebnis ist eine konkrete Anleitung für eine angepasste und für alle Betreiber gemäß ihren Bedürfnissen und Anforderungen ausführbare Handlungsempfehlung eines QM für LSA.

2 Untersuchungsmethodik

Aufbauend auf einer Auswertung der relevanten Literatur wurde zunächst der aktuelle Sachstand dokumentiert. Zusätzlich wurde anhand einer schriftlichen Befragung von verschiedenen Betreibern von Lichtsignalanlagen die Vorgehensweise von Betreibern bei der Planung und Qualitätssicherung von LSA evaluiert. Anschließend wurden die aus der Literaturanalyse und der Betreiberbefragung resultierenden Anforderungen an ein betreiberorientiertes QM zusammengestellt.

Darauf aufbauend wurden konkrete Instrumente und Verfahrensweisen für ein praxistaugliches QM erarbeitet und in einem Prototyp für ein QM für LSA integriert. Im Mittelpunkt stand hierbei der verkehrs- und systemtechnische Bereich, da hierfür bislang in der Praxis noch keine bzw. nur vereinzelte Ansätze, Verfahren und Methoden vorliegen. Wichtige Aspekte waren in diesem Zusammenhang die Definition von Qualitätszielen und die sich daraus ergebenden Anspruchsniveaus, Hinweise zur notwendigen Datengrundlage, ihrer Erhebung und Dokumentation und zur Identifizierung, Bewertung und Kontrolle von Maßnahmen. Für die Bestimmung der Qualität des Verkehrsablaufs und der Qualität der Lichtsignalsteuerung wurden geeignete Messmethoden identifiziert. Für den Bereich Qualitätsmanagement und Verkehrssicherheit wurden die bereits in der Praxis genutzten Verfahren und Methoden in den Prototyp übernommen. Dies gilt auch für die geltenden Normen und Regelungen zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit von LSA (Betriebssicherheit).

Um ein praxisorientiertes Ergebnis zu erreichen, wurden die Betreiber von LSA konsequent miteinbezogen. Der mehrstufig aufgebaute Prototyp eines QM für LSA wurde auf einem 1. Betreiberworkshop in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen vorgestellt und mit Vertretern aus Kommunen und Straßenbauverwaltungen der Länder diskutiert. Auf Basis der Ergebnisse des 1. Workshops wurde der Prototyp überarbeitet und auf ausgewählten Streckenabschnitten im Stadtgebiet von Hannover im Rahmen eines Feldversuchs angewendet. In Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Tiefbau der Stadt Hannover wurden dabei die entwickelten Messmethoden und automatischen Verfahrensweisen zur Auswertung der Messmethoden evaluiert. Weiterhin wurden die für die verschiedenen Anwendungen notwendigen Ressourcen protokolliert und die Anwendbarkeit und Wirksamkeit der einzelnen Module abgeschätzt.

Mit den im Feldversuch gewonnenen Erkenntnissen wurde der Prototyp zu praxistauglichen Empfehlungen für eine abgestimmte Anwendung des Verfahrens in Form eines anwenderfreundlichen und praxisgerechten Leitfadens weiterentwickelt. Dieser Leitfaden wurde abschließend mit Betreibern auf einem 2. Betreiberworkshop diskutiert und daran anschließend endgültig ausformuliert.

3 Untersuchungsergebnisse

Das entwickelte und im Leitfaden beschriebene Konzept für das QM für LSA sieht einen modularen Aufbau vor, der von den Betreibern gemäß ihrer Anforderungen und Randbedingungen angepasst werden kann. Der Schwerpunkt des QM liegt auf den Aspekten Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit. Dem gesamten QM übergeordnet sind einige Grundsätze, welche ein Informationsmanagement, ein Beschwerdemanagement und die Prozesse zu Abnahme, Betrieb und Wartung von LSA beinhalten.

Das QM gliedert sich in mehrere Phasen. Die gesamte Struktur des Konzeptes für ein QM für LSA ist in Bild 1 dargestellt. Sie spiegelt sich in dieser Form auch im Aufbau des Leitfadens wider.

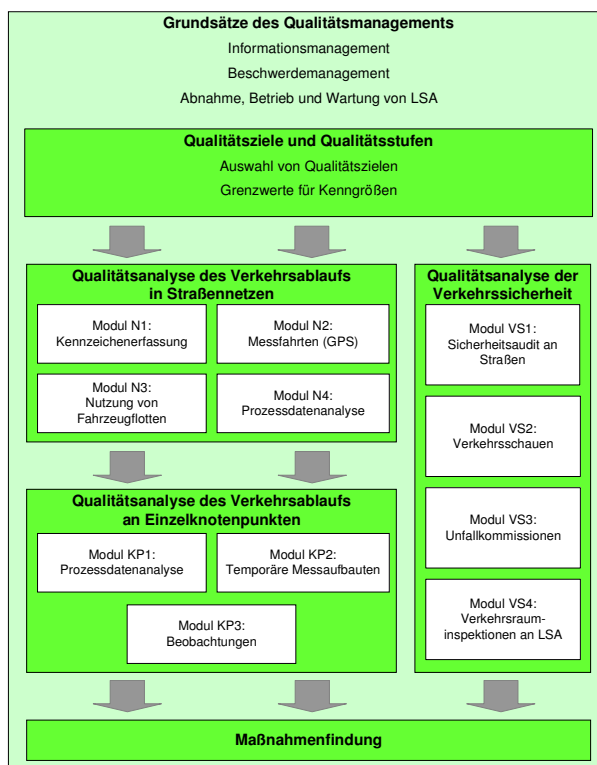


Bild 1: Struktur des Leitfadens QM für LSA

In der ersten Phase des QM für LSA werden die Qualitätsziele und darauf aufbauend die konkreten Anforderungen festgelegt, die erreicht werden sollen. Hierbei sind strategische Planungen und Vorgaben aus der Politik zu berücksichtigen. Vom einzelnen Betreiber sind hiervon abhängig konkrete Grenzwerte für Qualitätskenngrößen festzulegen. Die Einhaltung dieser Grenzwerte kann dann durch die im QM vorgesehenen Analysen überprüft werden.

Die folgenden drei Phasen des QM beschäftigen sich mit der Qualitätsanalyse des Verkehrsablaufs in Straßennetzen und an Einzelknotenpunkten sowie der Gestaltung von Knotenpunkten hinsichtlich der Verkehrssicherheit.

Bei der Analyse der Qualität des Verkehrsablaufs erfolgt zunächst eine netzweite Analyse, bei der die Gesamtqualität im Straßennetz beurteilt wird. Dabei werden auch schon konkrete Aussagen zu einzelnen LSA erzielt, sodass es möglich ist, kritische LSA zu identifizieren, die einer genaueren Betrachtung bedürfen.

Das erste Modul (N1) umfasst Reisezeitmessungen auf ausgewählten Streckenabschnitten oder Straßennetzen eines Betreibers. Hierüber wird es möglich, kritische Streckenzüge oder Teilnetze zu identifizieren. Rückschlüsse auf einzelne LSA sind mit dem Modul N1 jedoch nicht möglich.

Das Modul (N2) sieht gezielte Reisezeitmessungen entlang bestimmter Streckenzüge vor. Über eine händische Fahrtenmitschrift oder eine automatische Mitschrift der sekundlichen GPS-Datenpunkte sind hierdurch sehr konkrete Aussagen nicht nur zu den Reisezeiten und -geschwindigkeiten entlang der einzelnen Streckenabschnitte, sondern auch zu den einzelnen LSA entlang der Strecke möglich. Auf Basis der Reisezeitmessungen lassen sich grundsätzlich die folgenden verkehrlichen Kenngrößen bestimmen:

- Reisezeiten,
- Reisegeschwindigkeiten,

- Rückstaulängen,
- mittlere Wartezeiten,
- Verlustzeiten,
- Anzahl der Durchfahrten ohne Halt,
- Anzahl der Mehrfachhalte und
- Koordinierungsqualität eines Streckenabschnitts.

Die Auswertung der erhobenen Daten sollte automatisiert mithilfe speziell angepasster Auswertesoftware geschehen. Hierzu gibt der Leitfaden ausführliche Hinweise.

Als Modifikation des Moduls N2 wird im Leitfaden die Verwendung von Fahrzeugflotten oder Taxiflotten vorgeschlagen (Modul N3), die mit entsprechenden GPS-Datenloggern ausgestattet sind. Die Mitschriften der regulären Fahrten könnten dann regelmäßig ausgewertet werden und erlauben ebenfalls Aussagen bis hin zum Einzelknotenpunkt.

Ein weiteres Modul (N4) zur netzweiten Analyse ist die automatische Auswertung archivierter Prozessdaten, die im laufenden Betrieb der LSA anfallen und zentral zugänglich sind. Hierüber können Angaben zu einzelnen Kenngrößen der Verkehrsqualität und zum Steuerungsablauf gemacht werden. Der Leitfaden gibt Hinweise, wie eine Auswertesoftware aufgebaut sein sollte. Folgende Kennwerte lassen sich aus den Prozessdaten prinzipiell ableiten bzw. berechnen:

- tatsächliche Kapazität einer Zufahrt,
- mittlerer Sättigungsgrad,
- mittlere Wartezeit von Fußgängern und Radfahrern,
- mittlere Anzahl der während eines Umlaufs haltenden Fahrzeuge,
- mittlere Länge des maximalen Rückstaus,
- Anteil der überlasteten Umläufe sowie
- mittlere Wartezeiten im MIV.

Wurden bei der Analyse der Qualität des Verkehrsablaufs in Straßennetzen kritische LSA identifiziert, so können diese in der Phase der Einzelknotenpunktanalyse detaillierter untersucht werden. Für solche Anlagen, bei denen aufgrund erschwelter Zugänglichkeit der Prozessdaten deren Auswertung in der Phase der netzweiten Analyse noch nicht erfolgt ist, sollte sie spätestens in dieser Phase erfolgen. Das Modul KP1 unterscheidet sich daher nicht wesentlich vom zuvor beschriebenen Modul N4.

Für den Fall, dass an einer kritischen LSA keine Prozessdaten zur Verfügung stehen, wird im Leitfaden ein temporärer Messaufbau vorgeschlagen (Modul KP2), mit dem die Verkehrsströme am Knotenpunkt und die Freigabezeiten der LSA vor Ort erfasst werden können. Im Leitfaden werden generelle Hinweise gegeben, wie bestimmte Qualitätskenngrößen erfasst werden können und welcher Messaufwand hierfür erforderlich ist.

Für die Analyse des Einzelknotenpunkts sollte zusätzlich auch immer eine Beobachtung des Verkehrsablaufs vor Ort erfolgen. Der Leitfaden enthält hierfür das Modul KP3, in dem durch entsprechende Beobachtungsprotokolle eine gezielte Analyse des Einzelknotenpunkts vorgenommen werden kann. Dabei wird durch systematisches Abarbeiten von konkreten Fragestellungen zu sicherheitsrelevanten Aspekten der Verkehrsraumgestaltung die Identifizierung von eventuell vorhandenen Mängeln sichergestellt.

Die Phase der Qualitätsanalyse der Verkehrssicherheit beinhaltet überwiegend Verfahren, die in der Praxis schon etabliert bzw. gesetzlich verankert sind.

Das Modul VS1 sieht die Durchführung von Sicherheitsaudits vor. Im Rahmen eines Sicherheitsaudits findet eine systematische und unabhängige Ermittlung möglicher Sicherheitsdefizite von Straßenbaumaßnahmen statt. Dem Aspekt der Verkehrssicherheit wird dabei während des gesamten Planungs-, Entwurfs- und Bauablaufs der Straßenbaumaßnahme besondere Beachtung geschenkt.

Das zweite Modul (VS2) beschäftigt sich mit den gesetzlich vorgeschriebenen Verkehrsschauen. Vorrangiges Ziel von Verkehrsschauen ist es, vorbeugend den Zustand und die Sichtbarkeit der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen zu überprüfen sowie potenzielle Gefahren im öffentlichen Straßen- bzw. Verkehrsraum zu beseitigen.

Die Reduzierung von Verkehrsunfällen bzw. die Erhöhung der Verkehrssicherheit setzt eine möglichst genaue Kenntnis aller mitwirkenden Ursachen bei der Entstehung eines Verkehrsunfalls voraus. Aus diesem Grund beinhaltet das Modul VS3 den Teilaspekt "Unfallkommissionen".

Örtliche Unfalluntersuchungen und die Zusammenarbeit von Polizei, Straßenverkehrsbehörde und Straßenbaulastträger in Unfallkommissionen haben vor allem das Ziel zu ermitteln, wo sich Unfälle häufen, worauf Unfälle gerade dort zurückzuführen sind und welche Maßnahmen an der entsprechenden Örtlichkeit geeignet erscheinen, um erkannte Unfall- bzw. Gefahrenquellen zu beseitigen.

Während das Modul VS2 "Verkehrsschauen" den Fokus auf die Beurteilung der Sichtbarkeit und Erkennbarkeit von Verkehrszeichen und Markierungen legt, werden mit einem weiteren Modul (VS4), welches sich der Verkehrsrauminspektion widmet, gezielt Informationen zur gesamten Systemgestaltung von Knotenpunkten mit LSA erfasst. Hierfür werden im Leitfaden wiederum Protokolle zur Verfügung gestellt.

In der letzten Phase, der Maßnahmenfindung, müssen geeignete Maßnahmen identifiziert werden, um die in den vorherigen Phasen identifizierten Mängel zu beseitigen. Der Leitfaden enthält hierfür einen Maßnahmenkatalog, in dem grundlegend mögliche Maßnahmen für erkannte Mängel aufgezeigt werden. Der verantwortliche Betreiber muss dann entscheiden, welche Maßnahme im Einzelfall im Rahmen des QM für LSA umgesetzt werden soll.

4 Folgerungen für die Praxis

Mit dem entwickelten "Leitfaden Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen" erhalten Betreiber von LSA eine Orientierungshilfe, die sie bei der Festlegung ihrer Qualitätsziele, der Erfassung der entsprechenden Kennwerte sowie der Identifizierung von Mängeln und der Ableitung von Maßnahmen unterstützt.

Am Anfang des QM steht die Festlegung von Qualitätszielen und den darauf basierenden konkreten Anforderungen und Grenzwerten für ausgewählte Kenngrößen. Die Einhaltung dieser Grenzwerte wird dann durch die im QM vorgesehenen Analysen überprüft.

Im Mittelpunkt des Leitfadens stehen die Methoden zur Analyse des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit. Es werden verschiedene Verfahren zur Erfassung von verkehrlichen Kenngrößen und zur Beurteilung des Verkehrsablaufs sowie der Verkehrsraumgestaltung beschrieben.

Der Leitfaden enthält zu diesem Zweck eine Vielzahl von praxistauglichen Arbeitsanleitungen und auch Checklisten. Der Leitfaden enthält auch Hinweise auf mögliche zu automatisierende Prozesse und gibt Hinweise bezüglich des Softwareaufbaus bzw. der Programmierung entsprechender Softwaretools. Durch seinen modularen Aufbau kann das QM auf die verschiedenen Anforderungen, Bedürfnisse und auch finanziellen Möglichkeiten von verschiedenen Betreibern angepasst werden.

Für die abschließende Maßnahmenfindung wird ein Maßnahmenkatalog bereitgestellt, der mögliche Maßnahmen für erkannte Mängel aufzeigt.

Mithilfe des Leitfadens wird es für Betreiber von LSA möglich, ein QM-System einzuführen, umzusetzen und die Qualität des Verkehrsablaufs sowie die Verkehrssicherheit an LSA-gesteuerten Knotenpunkten zu bewerten.