

## 2.8 Lichtsignalanlagen

Die Verkehrsregelung einer Kreuzung oder Einmündung (Knotenpunkt), sowie an Engstellen (z.B. Baustellen oder Brücken) ist eine Aufgabe, die der Sicherheit und der Erfüllung verkehrstechnischer Anforderungen dient. Bei kleinen und überschaubaren Knotenpunkten mit geringem Verkehrsaufkommen reichen z.B. einfache Beschilderungen aus. Mit steigendem Verkehrsfluss oder an unübersichtlichen Knotenpunkten werden Lichtsignalanlagen aufgestellt.

Vor deren Installation wird der Verkehrsfluss am Knotenpunkt gemessen (i.d.R. über eine Verkehrszählung), wobei zwischen normalen Werktagen (Tageszeit, Stoßzeiten), Feiertagen, Ferienzeiten ebenso unterschieden wird, wie zwischen Fahrzeugtypen (Pkw, Lkw, ÖPNV, etc.).

Nach Auswertung der oben genannten Daten entscheidet der Verkehrsplaner, wie durch eine Lichtsignalanlage der Verkehrsablauf gesteuert werden kann.

### 2.8.1 Bauliche Anforderungen

Die Standard-Lichtsignalanlage steuert den Verkehr mit Hilfe dreier Signalfarben Grün, Gelb und Rot, die einzeln oder in Kombination angezeigt werden.

Je nachdem, welchen Verkehrsteilnehmern und Anwendungszwecken die Signale zuzuordnen sind, lassen sich folgende Signalgeber unterscheiden:

- Kraftfahrzeugsignalgeber
- Fußgängersignalgeber
- Radfahrersignalgeber
- Straßenbahn- und Linienbussignalgeber (ÖPNV)
- Hilfssignalgeber (gelbes Blinklicht)
- Geschwindigkeitssignalgeber
- akustische und taktile Signalgeber für sehbehinderte Fußgänger.

Beim Kraftfahrzeugsignalgeber reicht die Palette vom einfachen grünen Rechtsabbiegepfeil bis zum 3-flächigen, normalen Lichtsignal. Fußgängersignale sind zweiflächig, für Fahrräder werden sie auch dreiflächig dargeboten. Der ÖPNV erhält neben Sperr-, Übergangs- und Erlaubnissymbolen auch Richtungssymbole, die in der BOStrab (Straßenbahn- Bau- und Betriebsordnung) festgeschrieben sind. Hilfssignalgeber zeigen im Regelfall gelbes Blinklicht, als Richtungspfeil, oder auch an Baustellen, Engstellen usw. In diese Kategorie fallen auch die Fahrstreifensignale auf mehrspurigen Straßen (BAB, Schnellstraße ...). Es handelt sich dabei um Pfeile oder rot gekreuzte Schrägbalken (Sperrsignal). Sie werden gele-

gentlich mit Geschwindigkeitssignalen gekoppelt, z.B. an Signalbrücken über Autobahnen.

Der Erkenntbarkeit der Signalleuchten ist hängt im Wesentlichen ab von:

- der Lichtstärke und ihrer Verteilung
- dem Kontrast der leuchtenden Fläche zum Umfeld
- der Größe der leuchtenden Fläche.

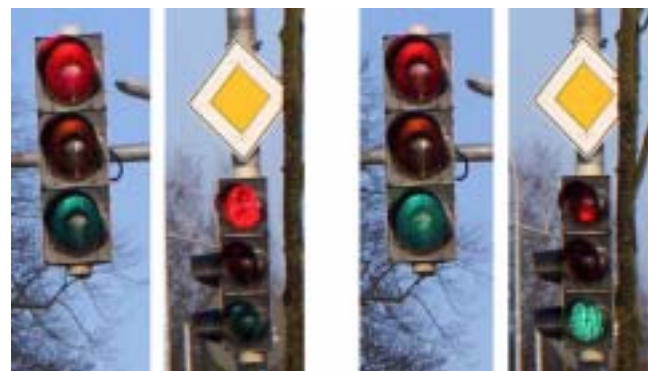
Die lichttechnische Ausführung von Signalgebern ist in der DIN 6163 (Farbe der Signale) und der DIN 67527 (Lichtstärke, -verteilung) geregelt.

Zur Verdeutlichung von Signalen können diese mit Kontrastblenden ausgerüstet werden, die sich optisch vom Umfeld abheben. Zur Vermeidung falscher Signale durch Phantomlicht werden neben der allgemein verbreiteten Kontrastblende (Schute) spezielle Optiken in die Signalkörper eingesetzt.

Phantomsignale treten am häufigsten durch Sonneneinstrahlung auf. Informationen des Signalgebers werden dann entweder falsch gedeutet oder sind nur schwer zu sehen. In Abb. 2.8.1 ist trotz eingeschalteter Ampel das Signalbild nicht zu erkennen. Das Sonnenlicht fällt von schräg hinten auf alle Streuscheiben. Dies können allein die vormontierten Schuten nicht verhindern. Signifikante Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Signalfeldern waren selbst mit einem geeichten Leuchtdichtemesser nicht festzustellen (Leuchtdichte um ca.  $650 \text{ cd/m}^2$ ).

Phantomlicht entsteht durch die auf die Streuscheiben treffenden Sonnenstrahlen, die von den Reflektoren in der Signalkammer zurückgeworfen und wieder nach außen abgestrahlt werden, Abb. 2.8.2.

Eine sehr verbreitete Methode, Phantomlicht zu minimieren, ist der Einbau von Lamelleneinsätzen hinter der Streu-



a) Rotlicht

b) Grünlicht

Abb. 2.8.1: Fragliches Signalbild infolge Sonneneinstrahlung

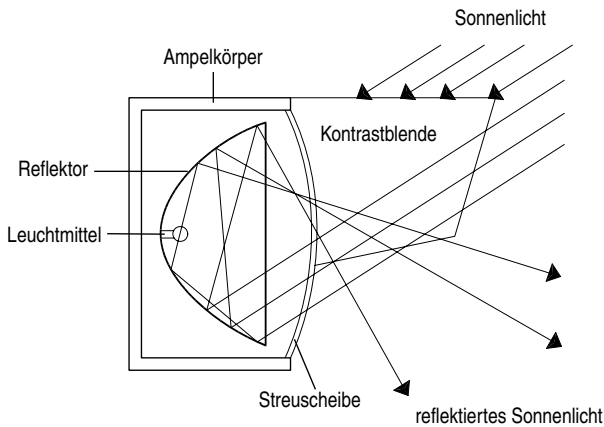


Abb. 2.8.2: Entstehung von Phantomlicht

scheibe. Horizontal in einem Ring angeordnete Metallstreifen absorbieren auf der mattschwarz lackierten Oberseite das dort auftreffende Sonnenlicht. Die Unterseite ist hochreflektierend, wodurch das aus der Signalkammer von schräg unten eingestrahelte Signallicht in Blickrichtung des Beobachters geleitet wird, Abb. 2.8.3.

Neben solchen Lamelleneinsätzen finden oftmals auch Prismenoptiken Verwendung. Die Streuscheibe besteht hier aus vielen kleinen Prismen, die so angeordnet sind, dass einfallendes Sonnenlicht nach unten in Richtung einer absorbierenden Fläche abgelenkt wird. Das austretende Signallicht hingegen wird im Prisma in die Blickrichtung des Beobachters geleitet.

Signalkörper, die mit Leuchtdioden betrieben werden, besitzen keine Reflektoren und verhindern deshalb prinzipbedingt das Entstehen von Phantomlicht. Je nach Bauform dieser Signalgeber werden aber auch hier noch z.T. lichtabsorbierende Blenden eingesetzt [E1].

Leuchtfelder von Signalkörpern haben i.d.R. einen Durchmesser von 200 mm. Solche mit 300 mm Durchmesser werden für Kfz-Signale eingesetzt, wenn eine erhöhte Auffälligkeit notwendig ist und diese nicht durch andere Maßnahmen erzielt werden kann.

Laut DIN 67527 soll unter Normalbedingungen (Tageslichtverhältnisse, keine Sonnenblendung) ein Lichtsignal bei erlaubten 50 km/h in mindestens 75 m, bei 70 km/h in mindestens 125 m zu erkennen sein.

Die Signalgeber werden an Masten neben der Fahrbahn oder an Auslegemasten über der Fahrbahn befestigt. An jedem Knotenpunkt befindet sich ein Schaltschrank für das

Steuergerät der Gesamtanlage. In ihm sind die Hardwarekomponenten der Verkehrssteuerung installiert.

Das Steuer- oder auch Knotenpunktgerät steht mit den Signalgebern über Erdkabel in Kontakt. Die Maste müssen alle einzeln über je ein Kabel angeschlossen werden (Sternverkabelung). Eigene Verteilungen innerhalb des Mastens sind hinter einer gesonderten Zugangsklappe montiert.

Für die Erfassung des Verkehrsaufkommens gibt es eine Reihe von Detektoren, die nach den unterschiedlichsten physikalischen Prinzipien arbeiten. Die verbreitetsten Detektoren sind:

- Anforderungstaster (Fußgänger)
- Ultraschalldetektor
- Induktivschleifendetektor.

Anforderungstaster lösen durch Drücken einer Taste bzw. Berühren einer Sensorplatte ein Anforderungssignal aus (Fußgängersignale).

Ultraschalldetektoren werten Ultraschallwellen aus, die von einem Sender am Signalmast ausgesandt und vom Fahrzeug wieder reflektiert werden. Es werden Änderungen der Frequenz oder der Laufzeit der gesendeten und der reflektierten Wellen gemessen und ausgewertet. Abb. 2.8.4 zeigt solche Detektoren.

Induktivschleifendetektoren bestehen aus einer in die Fahrbahn verlegten stromdurchflossenen Drahtschleife und einer Auswerteinrichtung. Die Metallteile der Fahrzeuge verändern im Wahrnehmungsbereich der Schleife deren elektromagnetisches Feld. Dieser Effekt wird im Kontrollgerät registriert und ausgewertet. Die Ansprechempfindlichkeit (Triggerschwelle) der Detektoren ist bisweilen so gering, dass

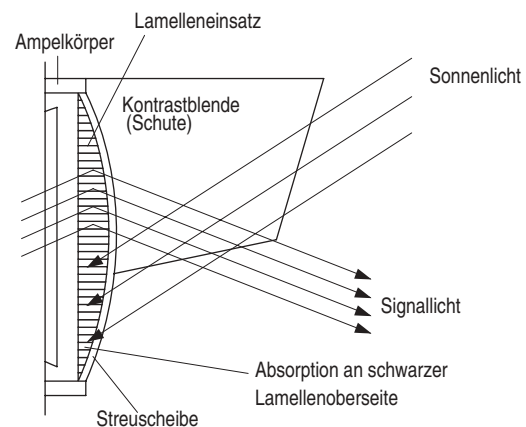


Abb. 2.8.3: Verminderung von Phantomlicht durch einen Lamelleneinsatz

auch Fahrräder und Fußgänger eine Auslösung bewirken können.

Das Steuer- oder Knotenpunktgerät muss die Verkehrssicherheit und auch die elektrische Sicherheit gewährleisten. Die Verkehrssicherheit wird in der RiLSA (Richtlinien für Lichtsignalanlagen) [R1] festgeschrieben. Sie enthält grundlegende verkehrstechnische Bestimmungen und Empfehlungen für die Einrichtung und den Betrieb von Lichtsignalanlagen. Ihre Kenntnis ist für den auf diesem Gebiet tätigen Gutachter unverzichtbar.

### 2.8.2 Phaseneinteilung

Signalprogramme sind in verschiedene Phasen eingeteilt. Hierunter versteht man Zeitabschnitte, in denen sich der Zustand eines Lichtsignals nicht ändert. Während einer Phase werden nur verträgliche oder bedingt verträgliche Verkehrsströme freigegeben.

**Verträgliche** Verkehrsströme benutzen keine gemeinsamen Verkehrsflächen im Kreuzungsbereich. Bei bedingt verträglichen Verkehrsströmen ist dies anders. Als Beispiel sei der Linksabbieger genannt, der entgegenkommenden Verkehr zu beachten hat (gemeinsame Konfliktfläche). Letzgenannter befährt also die Haupttrichtung (übergeordneter, bevorrechtigter Verkehrsstrom). Als Nebenrichtung wird der Verkehr des untergeordneten, wartepflichtigen Stroms bezeichnet.

**Unverträgliche** oder feindliche Verkehrsströme müssen in unterschiedlichen Phasen Freisignal erhalten. Fahrstreifen im Kreuzungsbereich können hinsichtlich Abbiege- oder Geradeausverkehr unterteilt werden. Die Ampelphasen des Abbiegeverkehrs sind gegenüber den Phasen der Hauptfahrstreifen zeitversoben. Linksabbieger sollen signaltechnisch getrennt gesichert werden, wenn etwa im Gegenverkehr schnell gefahren wird, der Linksabbiegestrom zügig geführt werden soll, oder wenn die Aufmerksamkeit der Linksabbieger aufgrund häufiger Verkehrsunfälle zu steigern ist. Wenn Linksabbieger nicht frühzeitig erkennen können, dass entgegenkommender Verkehr oder Fußgänger und Radfahrer nicht wartepflichtig sind, soll im Kreuzungsbereich ein zusätzlicher Signalgeber (gelbes Blinklicht) aufgestellt werden. Das gelbe Blinklicht wird dann während der gesamten Räumzeit des Geradeausverkehrs geschaltet.

Bei Rechtsabbiegern stellt sich diese Problematik nicht – sie bekommen in aller Regel nur dann eine getrennte Signalisierung, wenn Fußgänger oder Radverkehr zeitgleich ein Freigabesignal erhalten und die bauliche Gestaltung der



Abb. 2.8.4: Ultraschalldetektoren am Auslegemasten

Kreuzung ein zügiges Abbiegen ermöglicht. Hier werden oftmals zweiflächige Signalgeber (Rot, Gelb) aufgestellt.

Die Länge der einzelnen Phasen ist sowohl durch das Verkehrsaufkommen in Haupt- und Nebenrichtung als auch durch die Anzahl der Lichtzeichen am Knotenpunkt vorbestimmt. Für die Steuerung eines Verkehrsablaufs sind wenigstens zwei Phasen erforderlich, wenn abbiegende Ströme signaltechnisch nicht gesichert sind. Je nach Ausbauform der Signaleinrichtung können mehrere Phasen erforderlich sein.

Ist die Phasenanzahl festgelegt, so wird im Steuerplan die Phasenfolge bestimmt. An einfachen Knotenpunkten können wechselseitig Verkehrsströme frei gegeben und sofort danach wieder gesperrt werden. Bei komplexen Knotenpunkten kann es sein, dass bestimmte Verkehrsrichtungen nacheinander ablaufen müssen, damit keine Behinderungen durch gestaute Fahrzeuge im Knotenpunkt auftreten. Auch durch die Koordination benachbarter Knotenpunkte können sich Freigabezeiten ergeben, die die Phasenfolge von vornherein festlegen (grüne Welle).

Durch zusätzliche, dem Knotenpunkt vorgelagerte Detektoren kann ein bestimmter Verkehrsstrom nacheinander mehrmals freigegeben werden, wodurch die weitere Wahl der Phasenabfolge ebenfalls eingeschränkt wird.

Dies zeigt, dass je nach Ausbauform des Knotenpunkts unterschiedliche Steuerprogramme notwendig werden. In den betrieblichen Aufgabenbereich eines Steuergeräts fallen ergo auch unterschiedliche Steuerungsarten, nämlich:

- Festzeitsteuerung
- zeitabhängige Steuerung
- verkehrsabhängige Steuerung
- Zentralen-Steuerung.