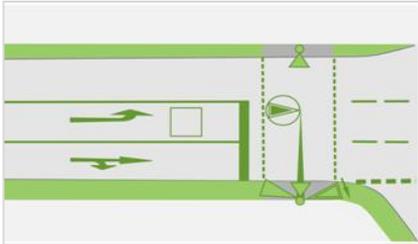


Landkreis
Böblingen

Verkehrstechnische Untersuchung



Verkehrstechnische Untersuchung zur Regelung des Begegnungsverkehr Bus-Lkw zwischen Aidlingen und Ehningen

Auftraggeber: Landratsamt Böblingen
Straßenbauamt
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Auftragnehmer: SCHLOTHAUER & WAUER
Ingenieurgesellschaft für Straßenverkehr
mbH & Co. KG
Im Schelmen 7/1, 72072 Tübingen

Projektnummer: 2016-0228

Projektleiter:
E-Mail: Dipl.-Ing. (FH) Uwe Kaltenmark
u.kaltenmark@schlothauer.de

Bearbeiter: M.Sc. Diana Rodriguez
Dipl.-Ing. (FH) Uwe Kaltenmark

E-Mail: u.kaltenmark@schlothauer.de

Telefon: 07071/54 99 235

Datum: Juni 2016

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	3
2	GRUNDLAGEN	4
3.1	Verkehrsbelastungen	4
3.2	Signaltechnische Möglichkeiten	5
3.3	Technische Umsetzung.....	8
3.3.1	<i>Technik in den Bussen</i>	8
3.3.2	<i>Technische Randbedingungen Signalanlage</i>	10
3.4	Kostenschätzung.....	10
4	ZUSAMMENFASSUNG.....	11

ABBILDUNGEN

Bild 1: Übersicht Untersuchungsgebiet.....	3
Bild 2: Verkehrsbelastungen K 1001 [Kfz/h].....	4
Bild 3: Signalanlagen Engstelle Holzwerk und Ehningen.....	6
Bild 4: Übersichtsplan Signalanlage.....	6
Bild 5: Signalzeitenplan: theoretischer Ablauf bei einer Busanforderung	7
Bild 6: Bewertung nach HBS 2015: Abendspitze	8
Bild 6: Streckenverlauf und Meldepunkte.....	9

1 Aufgabenstellung

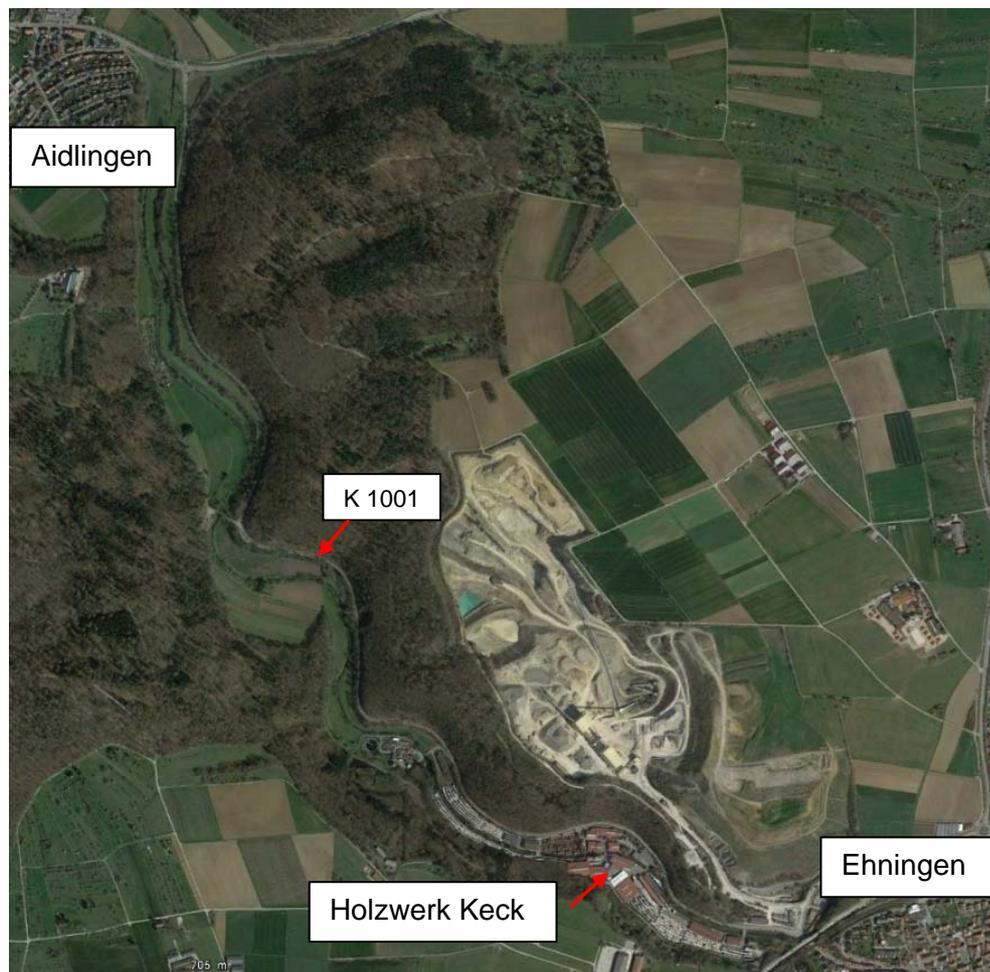
Es ist im Landkreis Böblingen geplant, eine Buslinie zwischen Aidlingen und Ehningen verkehren zu lassen. Die Linie 752 fährt dabei nur in einer Richtung: von Aidlingen nach Ehningen. Der Streckenverlauf i.Z. der K 1001 durch das Würmtal ist nicht nur sehr kurvenreich, der Querschnitt der Straße erlaubt auch keinen Begegnungsverkehr von Schwerlastverkehr. Die Straße ist daher für den Schwerlastverkehr nicht zugelassen.

Ca. 500 m vor Ehningen befindet sich jedoch das Holzwerk der Fa. Keck, welches von Langholzlastern mit Rundholz beliefert werden muss. Ein Fahrversuch hat gezeigt, dass ein Begegnungsverkehr Bus – Langholzlastler nicht möglich ist.

Die Rundholzlastler fahren ausschließlich aus Richtung Ehningen zum Holzwerk. Die Strecke vom Bereich in Ehningen, in dem der Begegnungsverkehr wieder möglich ist, bis zur Einfahrt in das Holzwerk ist ca. 550 m lang. In diesem Teilabschnitt ist kein Begegnungsverkehr möglich.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Untersuchungsbereich.

Bild 1: Übersicht Untersuchungsgebiet



Es ist daher die Aufgabe, eine verkehrstechnische Lösung zu erarbeiten, die einen gefährlichen Begegnungsverkehr ausschließt und die Busse dabei möglichst geringe Verlustzeiten erleiden.

Dabei sind neben den signaltechnischen Möglichkeiten auch technische Lösungen zur gefahrlosen Regelung des Busverkehrs auf dem beschriebenen Streckenabschnitt aufzuzeigen.

2 Grundlagen

Folgende Grundlagen wurden bei der Untersuchung verwendet:

- Verkehrszählungen vom 19. April 2016, übergeben vom Landratsamt Böblingen
- Luftbild des Untersuchungsbereichs, Quelle: Google Earth
- Fahrplan Linie 752
- Plangrundlage im .dwg-Format, Landratsamt Böblingen

3 Untersuchungen der verkehrstechnischen Möglichkeiten

3.1 Verkehrsbelastungen

Am 19. April 2016 wurde eine Verkehrszählung im Zuge der K 1001 durchgeführt. Dabei wurden die Langholzlasten der Fa. Keck getrennt erfasst. Es wurden die Zeitbereiche 6.00 – 9.00 Uhr, 11.00 Uhr - 14.00 Uhr und 15.00 – 19.00 Uhr gezählt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen das Verkehrsaufkommen der Spitzenstunden in den genannten Zeitbereichen.

Bild 2: Verkehrsbelastungen K 1001 [Kfz/h]

Morgenspitze



Mittagspitze



Abendspitze



Im morgendlichen Zeitbereich verkehrten 5, mittags 7 und im abendlichen Zeitbereich 23 Langholzlaste.

3.2 Signaltechnische Möglichkeiten

Um die Situation des Begegnungsverkehrs Bus – Langholzlaste zu vermeiden, wird es notwendig, dass die zufahrenden Verkehre aus Richtung Ehningen bei gleichzeitigem Busverkehr aus Richtung Aidlingen angehalten werden. Da nicht bekannt ist, ob und wann ein Langholzlaste das Holzwerk anfahren möchte, bleibt nur die Möglichkeit, den gesamten Verkehr entsprechend an einer geeigneten Stelle in Ehningen anzuhalten. Dies kann mit einer Lichtsignalanlage erfolgen.

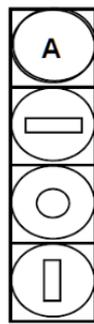
Die Busse aus Richtung Aidlingen müssen sich daher mit geeigneten technischen Mitteln an der Lichtsignalanlage anmelden. Idealerweise wird der Verkehr aus Richtung Ehningen so rechtzeitig angehalten, dass die Busse nach Ablauf der Räum- bzw. Zwischenzeiten unbehindert die Engstelle passieren können.

Es wird daher folgendes signaltechnisches Konzept vorgeschlagen:

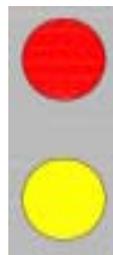
Auf Höhe der Zufahrt der Langholzlaste zum Holzwerk wird eine Signalanlage aufgestellt, die in Fahrtrichtung Ehningen ausschließlich den Busverkehr signalisiert. Im Grundzustand ist dieses Signal für den Bus gesperrt. Es kommen daher nur ÖV-Signale entsprechend Bild 3 zur Anwendung. Zusätzlich sollte ein Meldesignal mit „A“-Symbolik angeordnet werden. Damit wird dem Busfahrer angezeigt, ob seine Anforderung registriert ist.

Aus Richtung Ehningen wird im Bereich des problemlosen Begegnungsverkehrs ebenfalls ein Lichtsignalanlagenquerschnitt für den motorisierten Individualverkehr installiert. Dieses Signal wird zweifeldig Rot/Gelb angeordnet und ist im Grundzustand Dunkel. In Bild 2 sind die Signale dargestellt.

Bild 3: Signalanlagen Engstelle Holzwerk und Ehningen



Signal Bus 1



Signal K 1

Busse, die sich der auf Gesperrt stehenden Lichtsignalanlage annähern, senden eine Anforderung an die Lichtsignalanlage. Das Zweifeldsignal K 1 in Ehningen wird gesperrt und über 5 s Gelb auf Rot geschaltet. Nun beginnt die theoretische Räumzeit, bzw. die Zwischenzeit für den Verkehr in Richtung Holzwerk. Nach Ablauf der Zwischenzeit kann das Bussignal frei gegeben werden. Die Busse senden bei der Vorbeifahrt an diesem Signal eine weitere Meldung an die Lichtsignalanlage – das Bussignal geht wieder in den Gesperrt-Zustand. Passiert der Bus den Standort der Lichtsignalanlage in Ehningen, meldet sich der Bus mit einer weiteren Meldung ab und das Signal wird Dunkel. Die Verkehre können in Richtung Aidlingen wieder fahren. Bei nicht korrekt übertragener Abmeldung wird nach Ablauf einer festzulegenden Zeit eine Zwangslöschung erfolgen.

Bild 4 gibt einen Überblick über die Standorte der Signalquerschnitte.

Bild 4: Übersichtsplan Signalanlage



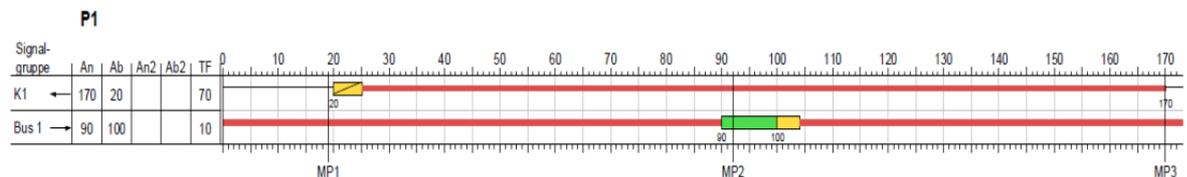
Für den beschriebenen theoretischen Ablauf wurde ein konkreter Signalzeitenplan, beispielhaft für eine Anforderung erarbeitet. Dies ist insbesondere wichtig, damit die Sperrzeiten und die sich daraus theoretisch ergebenden Rückstaulängen abgeschätzt werden können.

Dabei wurde von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die Geschwindigkeit des sich annähernden Busses wurde mit 40 km/h angenommen. Diese Annahme wurde auch vom Busunternehmen bestätigt.
- Die (Räum-) Geschwindigkeit aus Richtung Ehningen wurde mit 30 km/h angesetzt.

Es ergibt sich mit der im Übersichtsplan dargestellten Räumlänge somit eine Zwischenzeit von rund 70 s.

Bild 5: Signalzeitenplan: theoretischer Ablauf bei einer Busanforderung



Bei MP 1 meldet sich der Bus an, bei MP 2 hat der Bus die Signalanlage passiert und das ÖV-Signal kann wieder auf gesperrt geschaltet werden und bei MP 3 meldet sich der Bus ab, so dass die Gegenrichtung aus Richtung Ehningen wieder freigegeben werden kann.

Für die verkehrstechnische Bewertung nach dem HBS 2015 und die Ermittlung der Auswirkungen für den Verkehr aus Richtung Ehningen ist es erforderlich, dass ein Festzeitenprogramm erarbeitet und zugrunde gelegt wird. Es wurde daher davon ausgegangen, dass 70 s nach Freigabe der Signalgruppe K1 bereits wieder ein Bus angemeldet wird. Dies ergibt dann eine Umlaufzeit in diesem Festzeitenprogramm von 220 s. Tatsächlich verkehren nach dem bisher vorliegenden Fahrplan die Busse insgesamt nur 12 mal am Tag und maximal 2 Busse pro Stunde. D.h. die Bewertung liegt extrem deutlich auf der sicheren Seite. Diese Bewertungsmethodik kann als erster Anhaltspunkt gesehen werden, spiegelt aber aufgrund der seltenen Busfrequenz die Realität nur sehr eingeschränkt wider.

Maßgebend für die Bewertung ist die abendliche Spitzenstunde mit einer Belastung in der Fahrtrichtung Ehningen-Aidlingen von 242 Kfz/h.

Es ergibt sich eine Auslastung von ca. 37% und eine Stufe der Verkehrsqualität von D. Diese Verkehrsqualität ist jedoch der langen Wartezeit geschuldet.

Bild 6: Bewertung nach HBS 2015: Abendspitze

P1 (TU=220) - Abendspitzenstunde [Kfz/h]

Zuf	Fstr.Nr.	Symbol	SGR	t _f [s]	t _{Abfl} [s]	t _s [s]	f _{Abfl}	q [Fz/h]	E-Zahl _m [Fz]	t _b [s/Fz]	q _s [Fz]	kAufst	n _c [Fz]	C [Fz/h]	g	w [s]	mRSL [Fz]	mRSL-MS [Fz]	RSL-MS95 [Fz]	erfSRL [m]	QSV	Bemerkung	
	1	←	Kl	70	71	150	0,323	242	14,789	1,811	1988	-	39	642	0,377	59,386	0,353	11,753	17,551	105,938	D		
Knotenpunktssummen:								242						642									
Gewichtete Mittelwerte:															0,377	59,386							
				TU = 220 s T = 3600 s																			

Zuf	Zufahrt	[-]
Fstr.Nr.	Fahrstreifen-Nummer	[-]
Symbol	Fahrstreifen-Symbol	[-]
SGR	Signalgruppe	[-]
t _f	Freigabezeit	[s]
t _{Abfl}	Abflusszeit	[s]
t _s	Sperrzeit	[s]
f _{Abfl}	Abflusszeitanteil	[-]
q	Belastung	[Fz/h]
E-Zahl _m	Mittlere Eintreffenzahl pro Umlauf	[Fz]
t _b	Mittlerer Zeitbedarfswert	[s/Fz]
q _s	Sättigungsverkehrsstärke	[Fz]
kAufst	Kurzer Aufstellstreifen	[-]
n _c	Abflusskapazität pro Umlauf	[Fz]
C	Kapazität des Fahrstreifens	[Fz/h]
g	Sättigungsgrad	[-]
w	Mittlere Wartezeit	[s]
mRSL	Mittlere Rückstaulänge	[Fz]
mRSL-MS	Mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau	[Fz]
RSL-MS95	95%-ige Rückstaulänge bei Maximalstau	[Fz]
erfSRL	Erforderliche Stauraumlänge	[m]
QSV	Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs	[-]

Ein realitätsnaher Ansatz zur Bewertung der verkehrlichen Auswirkungen geht davon aus, dass in der Stunde ca. 240 Fahrzeuge diese Richtung passieren. Die Sperrzeit für die Fahrtrichtung nach Aidlingen beträgt bei einem Buseingriff ca. 150 s. Bei einer angenommenen gleichmäßigen Verteilung des Verkehrs ergibt sich ein Rückstau innerhalb einer Sperrzeit von ca. 10 Fahrzeugen. Dies entspricht ungefähr 60 m. Vom Standort der Signalanlage bis zum Knotenpunktbereich Aidlinger/Steinwerkstraße stehen ca. 140 m zur Verfügung, so dass hier keine Störeinflüsse zu erwarten sind.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass mit den vorhandenen Verkehrsbelastungen die vorgeschlagene Engstellensignalisierung ohne verkehrliche Probleme eingerichtet werden kann. Der Rückstau bei einer Sperrzeit von ca. 150 s reicht nicht bis zur Einmündung der Steinwerkstraße zurück. Es kann von zu einer Aufstauungen bei gleichmäßiger Verteilung der ankommenden Fahrzeuge von ca. 10 Fahrzeugen kommen.

Aus Gründen der Leistungsfähigkeit und der Funktionalität der vorgeschlagenen Lösung kann diese Signalisierungsmöglichkeit empfohlen werden.

3.3 Technische Umsetzung

3.3.1 Technik in den Bussen

Die vorgeschlagene Lösung geht davon aus, dass sich die Busse an der Lichtsignalanlage anmelden. Diese Anmeldung sollte idealerweise so weit entfernt liegen,

dass bei Ankunft des Busses an der Lichtsignalanlage die Freigabe erfolgt und der Bus ohne Halt passieren kann. Bei einer angenommenen Fahrgeschwindigkeit von 40 km/h liegt die Voranmeldung ca. 780 von der Lichtsignalanlage, bzw. der Haltlinie entfernt.

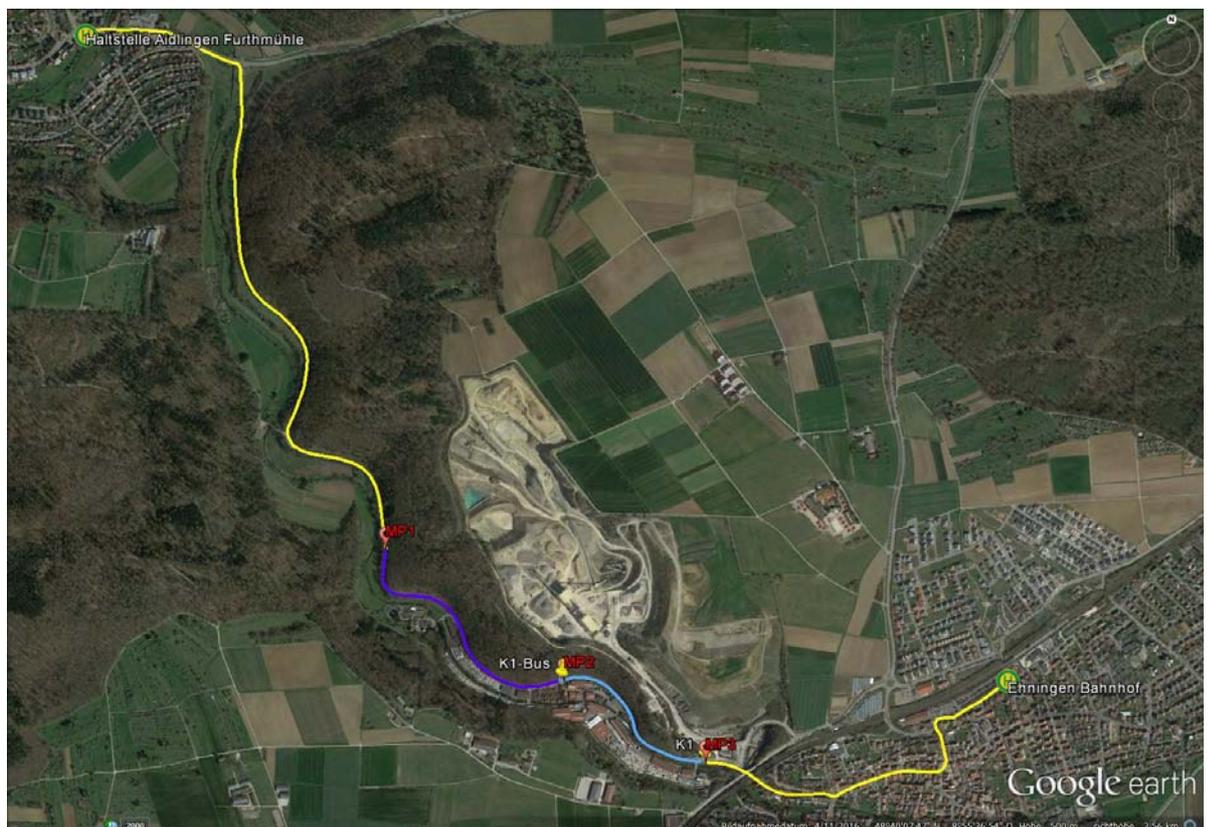
Auf der neuen Linie verkehren Busse der Fa. RegioBus Stuttgart. Diese Busse sind mit Bordrechnern und weiterer Technik ausgestattet, die eine Ortung der Busse erlauben. Diese sog. logische Ortung erfolgt über GPS und Radumdrehung. Die Busse eichen sich in den Haltestellen. Ebenso verfügen die Busse über datenfunktaugliche Funkgeräte. Mit den genannten Einrichtungen können die Busse nach einheitlichem VDV-Standard auch in anderen Städten oder Landkreisen Lichtsignalanlagen beeinflussen. Es sind also zunächst alle technischen Voraussetzungen gegeben. Das Versenden der Meldetelegramme erfolgt automatisch, so dass der Busfahrer hier keine Handlungen vollziehen muss.

Es musste jedoch getestet werden, ob die Funkverbindungen im Würmtal ausreichend gut sind. Diese Tests wurden am 14. Juni 2016 erfolgreich durchgeführt.

Es wird daher empfohlen, die Beeinflussung und Steuerung der Engstelle mit der bereits vorhandenen Technik – Senden von Meldepunkten nach VDV-Standard – umzusetzen.

Im nachfolgenden Bild sind der Streckenverlauf und die Stellen eingetragen, an denen die Meldepunkte gesendet werden.

Bild 7: Streckenverlauf und Meldepunkte



3.3.2 Technische Randbedingungen Signalanlage

Die zu errichtende Lichtsignalanlage muss in der Lage sein, die Meldepunkte der Busse zu empfangen, auszuwerten und entsprechend die Signalisierung umzusetzen. Weiter ist zu beachten:

- Das Steuergerät der Lichtsignalanlage wird im Bereich der Zufahrt der Langholzlaster aufgestellt. Ein Stromanschluss ist erforderlich
- Beide Signalquerschnitte müssen vom Steuergerät aus verkabelt werden. Eine Stromversorgung ist zwingend erforderlich. Es wird empfohlen, auch die Steuerungsbefehle mittels Kabelverbindung zu übertragen.
- Zum Signalquerschnitt K 1 in Ehningen wird eine Luftverkabelung vorgeschlagen. Denkbar ist auch die Verlegung von Leerrohren entlang der K 1001 im Grünbereich.
- Als Ersatzanforderung ist am Querschnitt Bus 1 ein Schlüsseltaster zu installieren, damit die Busfahrer ihre Freigabe anfordern können. Dies ist als Rückfall-eben erforderlich.

3.4 Kostenschätzung

Auf Basis der entwickelten Vorschläge wurde eine erste grobe Kostenschätzung erstellt. Die Kosten sind insbesondere abhängig von der Wahl der Verkabelungsart zum Standort des Signalquerschnitts in Ehningen (K1).

Position	Menge	Einheit	Einheitspreis [€]	Gesamtpreis [€]
Lichtsignalanlage (Steuergerät, Maste, Signalgeber, Schlüsseltaster)	1	Stk	15.000,00 €	15.000,00 €
Tiefbau für die LSA (Fundamente Steuergerät und Maste)	1	psch	6.500,00 €	6.500,00 €
Verkabelung der Lichtsignalanlage: Luftverkabelung, incl. prov. Maste	1	psch	15.000,00 €	15.000,00 €
Optional: Verrohrung der LSA im Randstreifen	550	m	80,00 €	(44.000,00 €)
Stromanschluss	1	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
Ausführungsplanung	1	psch	8.500,00 €	8.500,00 €
Summe netto				50.000,00 €
MwSt. 19 %				9.500,00 €
Gesamtsumme brutto				59.500,00 €

4 Zusammenfassung

Zur Vermeidung des Begegnungsverkehrs zwischen Bussen und Langholzlastern i.Z. der K 1001 zwischen Ehningen und Aidlingen wurden die technischen Möglichkeiten unter Beachtung der verkehrlichen Belange zur Einrichtung einer Engstellensignalisierung erarbeitet und geprüft.

Die Wartezeiten bei einer Busanforderung betragen ca. 150 s. In dieser Zeit ist mit einem Rückstau im Mittel von 10 Fahrzeugen (ca. 60 m) in der abendlichen Spitzenstunde zu rechnen. Da im Tagesverlauf nur 12 Busse verkehren und dabei maximal 2 pro Stunde, sind die Einflüsse und negativen Auswirkungen als sehr gering einzuschätzen.

Da die vorhandene Technik in den Bussen im Versuch positiv getestet wurde, wird empfohlen die vorgeschlagene Datenfunktechnik einzusetzen. Weitere technische Möglichkeiten, wie z.B. Anforderungen mit Schleifen oder Handsendern, wurden daher nicht weiter verfolgt.

Als Rückfallebene ist die Anforderung mittels Schlüsseltaster vorzusehen.

Die vorgeschlagene Lösung wird daher zur Umsetzung empfohlen.

Je nach Wahl der Verkabelungsart (Luftverkabelung oder Verrohrung) ist mit Kosten zwischen 60.000,00 € und 100.000,00 € (brutto) zu rechnen.