

## E. Lichtschrankenmessverfahren

### I. Lichtschranke „µP 80“

901

*Das Wichtigste in Kürze:*

1. Das Messsystem besteht aus einem Lichtwerfer und einem Lichtempfänger, durch welche drei Lichtstrahlen im Abstand von insgesamt 50 cm im rechten Winkel zur Fahrtrichtung der gemessenen Fahrzeuge über die Fahrbahn gesandt werden.
2. Das Messprinzip beruht auf zwei Weg-Zeit-Messungen über die Messbasis von 50 cm einmal bei der Einfahrt und einmal bei der Ausfahrt des Fahrzeuges in den Messlinienbereich.
3. Zu Beginn und am Ende des Messbetriebes müssen jeweils zwei Tests durchgeführt werden, der erste Test ist dabei fotografisch zu dokumentieren.
4. Zur Herstellung der Fahrbahnparallelität ist die Fahrbahneigung mittels Neigungswasserwaage auf das Messgerät zu übertragen.
5. Der Messbereich muss i.H.v. Lichtwerfer und Lichtempfänger so im Beweisbild dokumentiert sein, dass alle Fahrzeuge, welche an der Messwertbildung in irgendeiner Form beteiligt sein könnten, zu sehen sein müssen.

*Wichtige Entscheidungen:*

OLG Karlsruhe, Beschl. v. 27.2.2001 – 2 Ss 87/00

Lichtschranken zur Geschwindigkeitsermittlung im Straßenverkehr sind eine seit langer Zeit praktizierte Messtechnik. Das Auftreten von Messfehlern machte dabei eine ständige Weiterentwicklung der Messtechnik, von der 2-fach-Lichtschranke über die 3-fach-Lichtschranke „3131 JK“ zur 3-fach-Lichtschranke des Typs „ $\mu$ P 80“, erforderlich. In den Jahren 1990 und 1991 festgestellte Messfehler machten schließlich die Aufrüstung von der bis dahin verwendeten Zweifachmessroutine zur **Vierfachmessroutine** des Typs „ $\mu$ P 80 V III/4“ notwendig.

902

*Hinweis*

Das eigentliche **Messsystem** besteht aus Lichtwerfer und Lichtempfänger mit integriertem Rechner. Die vom Rechner ermittelte Geschwindigkeit wird über ein Datenkabel zum Anzeigen-Bedienteil übertragen, von dem aus alle wesentlichen Funktionen ausgelöst werden.

Vom Lichtwerfer werden drei Lichtstrahlen (unsichtbares Infrarotlicht) im rechten Winkel zum Fahrbahnverlauf und parallel zueinander über die Fahrbahn gesandt. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite wird das Licht von den drei infrarotempfindlichen Fotoelementen des Lichtempfängers aufgefangen. Bei Auftreffen des Infrarotlichtes wird ein Stromfluss durch die Fotoelemente ermöglicht. Werden die Lichtstrahlen unterbrochen, wird der Stromfluss durch das Fotoelement abrupt kleiner und man erhält einen deutlich auswertbaren Stromimpuls.

903

## 1. Messprinzip

Das **Messprinzip** beruht auf der **Weg-Zeit-Messung**. Hierzu benutzt man die durch die drei Lichtstrahlen festgelegten Wegstrecken. Die beiden äußeren Lichtstrahlen (I und II) haben dabei einen Abstand von 50 cm zueinander. Genau in der Mitte der beiden Strahlen befindet sich der Kontrollstrahl (III) in einem Abstand von je 25 cm zu den äußeren Lichtstrahlen.

904

Das Fahrzeug durchfährt nun die Lichtschranken. Dabei werden die Strahlen in der Reihenfolge I – III – II nacheinander unterbrochen, wodurch der Lichtempfänger im zeitlichen Abstand  $t_1 - t_k - t_2$  drei Steuerimpulse liefert, die umso schneller aufeinander folgen, je schneller das Fahrzeug fährt.

905

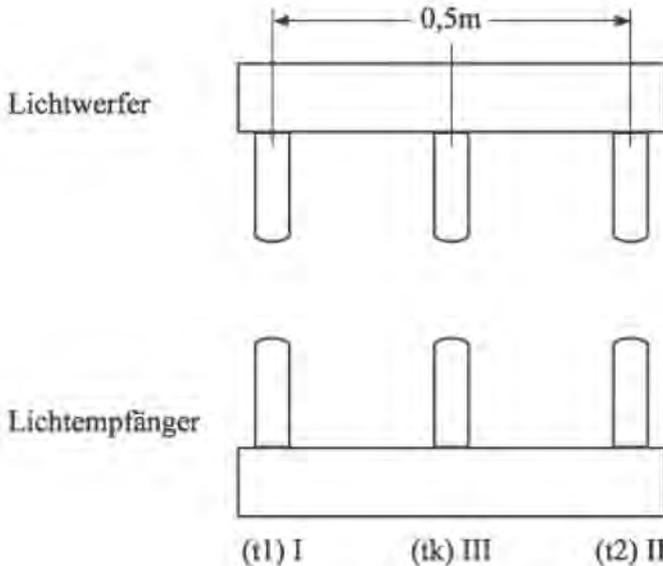


Abbildung 1 – Prinzipskizze  $\mu$ P80: Gerätekomponenten

Diese drei Steuerimpulse werden von dem im Lichtschrankenempfängerunterteil eingebauten Rechner verarbeitet.

- 906** Beim **Durchfahren der Lichtschranke I** werden zwei Zeitmessungen gestartet, die Zeitmessung  $t1 - t2$  sowie die Zeitmessung  $t1 - tk$ . Unterbricht das Fahrzeug nach 0,25 m die Lichtschranke III ( $tk$ ), wird das ermittelte Zeitergebnis als Zwischenergebnis im Rechner abgelegt, während der Zeitzähler selbst weiterläuft. Nach einer Wegstrecke von weiteren 0,25 m unterbricht das Fahrzeug die Lichtschranke II und stoppt die gesamte Zeitmessung.
- 907** Das **Zwischenergebnis der Zeitmessung  $t1 - tk$**  wird im Rechner verdoppelt und mit dem Ergebnis der Zeitmessung  $t1 - t2$  verglichen. Dabei dürfen die beiden Messwerte nicht mehr als 3 % voneinander abweichen. Der jeweils längere Zeitwert wird als Berechnungsgrundlage zur Geschwindigkeitsermittlung herangezogen, womit die geringste ermittelte Geschwindigkeit angegeben wird.
- 908** Bei den bis Ende 1992 geeichten und im Einsatz befindlichen Messgeräten der angegebenen Bauart wurde in der zuvor beschriebenen Art die Geschwindigkeit ermittelt und im Messfoto angezeigt. Aber auch bei dieser „exakten Messwertbildung“ wurden in der Folgezeit Fehlmessungen registriert. Nachweislich überhöhte, im Beweisbild eingeblendete Geschwindigkeitswerte wurden dabei auf das sog. „Stufenprofil“ zurückgeführt.

Bei einem **Stufenprofil** wird davon ausgegangen, dass durch Auf- und Abschwüngen des Fahrzeuges infolge Fahrbahnunebenheit oder wegen nicht nivellierter Lichtschrankenteile unterschiedliche Fahrzeugteile die einzelnen Lichtschranken unterbrechen. In diesem Fall unterbrechen drei hintereinander liegende Fahrzeugteile, die sich etwa in gleichem Abstand zueinander befinden (etwa Stoßstange, Kennzeichen, Scheinwerfer), die drei Lichtschranken in kürzeren Abständen als es der Fahrgeschwindigkeit entspricht, verkürzen dadurch die Messzeit und „produzieren“ damit eine erhöhte Geschwindigkeit, was jedoch in durchgeführten Messversuchen bislang nicht definitiv nachgewiesen werden konnte.

909

Als **Folge dieser „Fehlmessungen“** wurde die zuvor beschriebene Messart von der PTB untersagt und die Geräteausführung in 1992 als nicht mehr eichfähig erklärt. In einer Übergangsphase durften die Messgeräte unter eingeschränkten Bedingungen bis zum Ablauf ihrer Eichgültigkeit weiter betrieben werden. Um eine Beeinträchtigung des Messergebnisses durch Stufenprofile im Stoßstangenbereich zu vermeiden, war dabei die Messhöhe nur im Bereich zwischen 55 cm und 65 cm zugelassen und zusätzlich die Dokumentation von Messhöhe und Messlinie durch die Verwendung von „Lübecker Hüten“ in den Testfotos vorgeschrieben.

910

Der Hersteller hat daraufhin, in Absprache mit der PTB, bei der Messanlage die **Zweifachmessroutine** durch die **Vierfachmessroutine** ersetzt.

911

Hierbei wird die bisher angewendete Messmethode als Einfahrtmessung beibehalten und durch die im Folgenden beschriebene Ausfahrtmessung ergänzt.

912

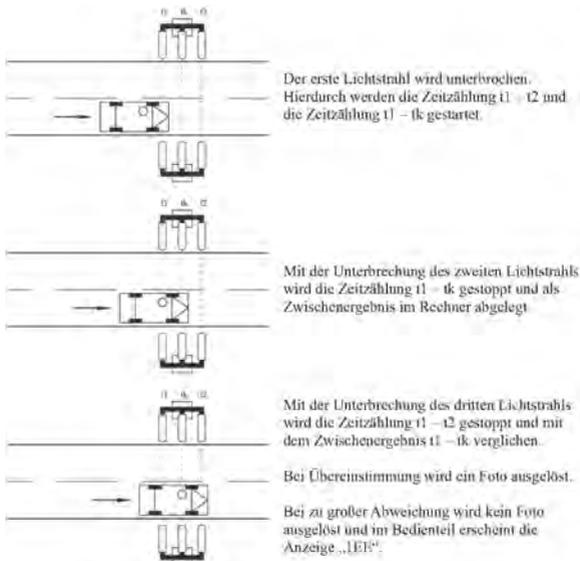
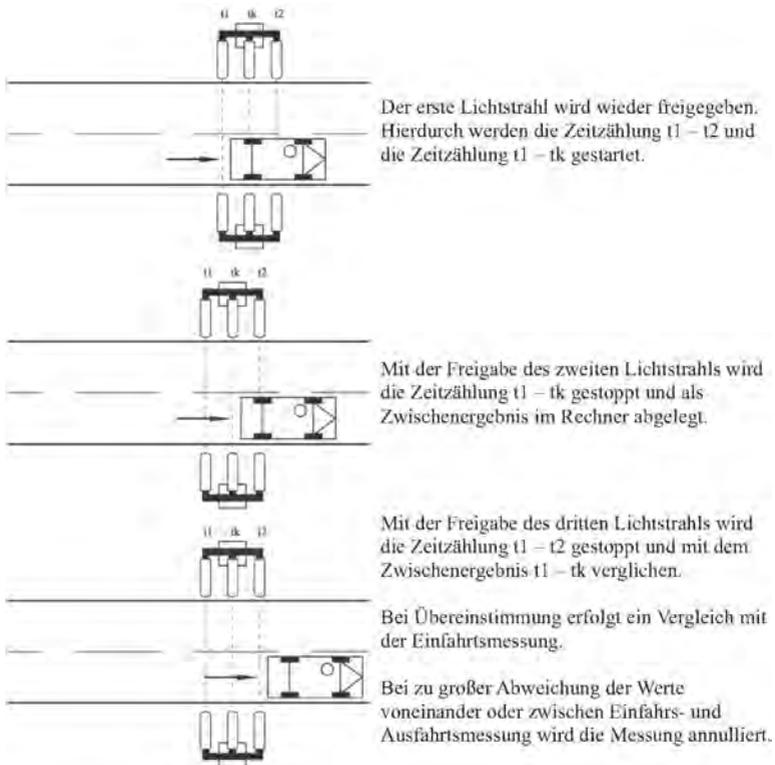


Abbildung 2 – Prinzipskizze  $\mu$ P80: Einfahrtmessung

Abbildung 3 – Prinzipskizze  $\mu P80$ : Ausfahrtsmessung

- 913** Nach der **Einfahrtsmessung** bleiben die drei Lichtstrahlen unterbrochen, bis das Fahrzeug die Lichtschranke ganz durchfahren hat. Dann werden die Lichtstrahlen in der gleichen Reihenfolge wieder frei, in der sie zu Messbeginn unterbrochen wurden. Durch das Ansteigen des Stromflusses in den Fotoelementen erhält man erneut einen deutlich messbaren Stromfluss, der die gleichen Zeitmessabläufe in Gang setzt wie bei der Einfahrtsmessung. Auch bei der Ausfahrtsmessung müssen die eigentliche Messung und die Kontrollmessung im Toleranzbereich von 3 % übereinstimmen, wobei wiederum der kleinere Wert als Geschwindigkeitswert vom Rechner akzeptiert wird.
- 914** Im Rechner werden die beiden ermittelten Geschwindigkeitswerte der Einfahrts- und Ausfahrtsmessung miteinander verglichen, wobei neben den bereits durchgeführten Toleranzüberprüfungen ein abschließender Toleranzvergleich zwischen den beiden ermittelten Geschwindigkeitswerten durchgeführt wird. Erst wenn beide Messergebnisse von Ein- und Ausfahrtsmessung bei Messwerten

bis 100 km/h                    innerhalb einer Toleranz von 6 km/h,  
über 100 km/h                innerhalb einer Toleranz von 6 %  
liegen, wird aus allen bis dahin getätigten Messwertvergleichen die niedrigste Geschwindigkeit ermittelt.

#### *Hinweis*

Wird eine **außer Toleranz liegende Messung** schon bei der Einfahrtsmessung festgestellt, so wird kein Beweisfoto gefertigt. In der Anzeige des Bedienteils erscheint lediglich anstatt des Geschwindigkeitswertes die Anzeige „1 EE“.

## 2. Fotoauslösung

Das **Messfoto** wird **während der Messung** in der Art gefertigt, dass bei Beendigung der Einfahrtsmessung und Überschreitung des eingestellten Grenzwertes der Fotoauslöseimpuls ausgegeben wird. Dieser Fotoauslöseimpuls löst (je nach verwendetem Kameratyp) nach 0,065 s oder nach 0,07 s die Kamera I (Hauptkamera) und nach weiteren 0,005 s die Kamera II (Zusatzkamera) aus. Durch die zeitverzögerte Fotoauslösung hat jedes gemessene Fahrzeug eine für die gefahrene Geschwindigkeit typische Stellung im Messfoto.

915

Eine Dateneinblendung erfolgt zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht, da der Messwert ja noch nicht gebildet ist. Die **Geschwindigkeitseinblendung** erfolgt erst später und zwar dann, wenn die das Foto auslösende Einfahrtsmessung durch die anschließende Ausfahrtsmessung bestätigt wird.

Wird die bei der Einfahrtsmessung ermittelte Geschwindigkeit durch die Ausfahrtsmessung nicht innerhalb der **Toleranz von 6 km/h oder 6 %** bestätigt, erfolgt in das schon gefertigte Foto die Dateneinblendung „0 EE“, womit im Beweisfilm eine annullierte Messung dokumentiert ist.

916

#### *Hinweis*

Mit dieser Messvariante sind mögliche Messwertbeeinflussungen weitestgehend ausgeschlossen.

## 3. Fehlermöglichkeiten

### a) Zwei Fahrzeuge seitlich versetzt

Anwender und Sachverständige gehen davon aus, dass die zuvor geschilderte Messvariante nunmehr als „sicher“ einzustufen ist. Fehlermöglichkeiten werden verneint, da man davon ausgeht, dass Einfahrtsmessung und Ausfahrtsmessung innerhalb der Toleranzen übereinstimmen – dann liegt ein gültiger Messwert vor – oder nicht übereinstimmen – dann wird die Messung annulliert.

917

Dem muss aber widersprochen werden. Vielmehr ist die folgende Aussage korrekt:

*„Wird der in der Einfahrtsmessung ermittelte Messwert in einer unabhängig davon durchgeführten Messsequenz bei der Ausfahrtsmessung **am selben** Fahrzeug überprüft und stimmen die beiden Messwerte innerhalb der Toleranz überein, so liegt ein gültiger Messwert vor.“*

Diese Aussage basiert auf dem Denkansatz, dass für eine Fehlmessung dann zunächst die Einfahrtsmessung um einen Betrag „X“ falsch sein muss. Daneben muss auch die Ausfahrtsmessung falsch sein und der Fehler muss sich zudem in der Größenordnung der Toleranzen bewegen. Das Zusammentreffen dieser drei Parameter ist hinreichend unwahrscheinlich.

- 918** Eine vollkommen andere Situation ist jedoch dann gegeben, wenn **zwei Fahrzeuge** in der Art an der Messwertbildung beteiligt sind, dass sie sich seitlich verdecken.

#### *Beispiele*

Verkehr auf mehreren Fahrstreifen, Überholverkehr

Das erste Fahrzeug durchquert die Lichtstrahlen und unterbricht sie bei der Einfahrtsmessung, kann sie zur Ausfahrtsmessung jedoch nicht freigeben, da das zweite Fahrzeug vor Verlassen des Messbereiches durch das vorausfahrende Fahrzeug bereits in den Messbereich eingefahren ist. Das zweite Fahrzeug initiiert die Ausfahrtsmessung beim Verlassen der Messlinie.



**Abbildung 4 – Verkehr auf mehreren Fahrstreifen, Überholverkehr, gültiger Messwert**

Auch hier wird oftmals die **unrichtige und unzulässige** Auffassung vertreten, dass kein falscher Messwert entstehen könne. Entweder fahren nach dieser Auffassung beide Fahrzeuge innerhalb der Verwertungstoleranzen gleich schnell und der niedrigste aller Einzelmesswerte kommt zur Anzeige oder die Geschwindigkeiten weichen voneinander ab und die Messung wird annulliert.

919

Hierzu eine **Vorbetrachtung**:

920

Die Anzahl der „0 EE“-Messungen in einem Beweisfilm gibt Aufschluss über die „Messsicherheit“ einer Messstelle. Bei zahlreichen Auswertungen von Messfilmen konnte festgestellt werden, dass die „0 EE“-Rate bei **ebener Fahrbahn** und konstant gefahrenen Geschwindigkeiten durch die überwachten Fahrzeuge verschwindend gering ist.

Dagegen sind bei **unebenen Fahrbahnabschnitten**, insb. i.V.m. einer ungünstigen Messhöhe von weniger als 55 cm, erhöhte Messannullierungsraten festzustellen, die in Einzelfällen weit mehr als 10 % der gemessenen Fahrzeuge betragen.

Informationen aus Anwenderkreisen belegen durchaus, dass es sich hierbei nur in den wenigsten Fällen um Messannullierungen infolge von Bremsungen handelt.

#### *Hinweis*

Vielmehr liegt die Vermutung nahe, dass es sich hier zum größten Teil um tatsächliche Fehlmessungen in der Größenordnung von mehr als 9 % der bei der Ein- oder Ausfahrmessung ermittelten Geschwindigkeit handelt. Die „serienmäßige“ Überprüfung und Feststellung solcher Fehlmessungen ist nur durch zwei vollkommen voneinander getrennte Messungen am selben Fahrzeug gewährleistet.

Eine **hohe Annullationsrate** weist dabei auf eine grundsätzliche Neigung der Messstelle zu Fehlmessungen hin.

Zunächst ist festzustellen, dass durch diese Art der Dokumentation der Annullierungen die korrekte Funktion des Messgeräts belegt wird und durch die **beiden Messungen am selben Objekt** die korrekte Messung des Fahrzeuges.

921

#### *Hinweis*

Dies gilt allerdings nur dann, wenn zweifelsfrei feststeht, dass auch tatsächlich beide Messungen vom selben Fahrzeug stammen.

Dies ist nicht immer der Fall, insb. bei mehrspurigem Fahrverkehr. Die Variante mit zwei Fahrzeugen, die sich im Gegenverkehr im Bereich der Messlinie begegnen, ist dabei nicht von Interesse, da in einem solchen Fall die unterschiedliche Fahrtrichtung der Messung bei Ein- und Ausfahrmessung zur Annullierung der Messung führt.

Bei **zwei parallel fahrenden Fahrzeugen**, die sich im Bereich der Messlinie teilweise verdecken, kann es allerdings vorkommen, dass das vorausfahrende Fahrzeug die Ein-

922

fahrtsmessung verursacht und das zweite, parallel fahrende Fahrzeug die Ausfahrtsmessung, da zwischen beiden Messungen die Lichtstrahlen nicht freigegeben werden.

In diesen Fällen sind wiederum mehrere Möglichkeiten der Messwertbildung gegeben. Fahren beide Fahrzeuge mit einer Differenzgeschwindigkeit von nicht mehr als 6 km/h (6 % bei Werten über 100 km/h) und die Einzelmessungen (Einfahrts- und Ausfahrtsmessung) sind jeweils innerhalb der Toleranz von 3 km/h (3 % bei Werten über 100 km/h) korrekt, so akzeptiert das Messgerät den Geschwindigkeitswert und blendet den niedrigsten aller festgestellten Messwerte im Beweisfoto ein. In diesem Fall steht nicht fest, dass der Messwert vom vorne fahrenden Fahrzeug stammt, aber beide Fahrzeuge sind in diesem Fall mindestens mit der angezeigten Geschwindigkeit gefahren.

Fahren beide Fahrzeuge mit einer Differenzgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h (6 % bei Werten über 100 km/h), so sollte üblicherweise eine Messwertannullierung erfolgen.



Abbildung 5 – Verkehr auf mehreren Fahrstreifen, Überholverkehr, ungültiger Messwert

- 923** Was aber, wenn eine der beiden Messungen korrekt war und die andere Messung bei dem zweiten Fahrzeug eine **Fehlmessung als Stufenprofilmessung** darstellt?

Wären **beide Messungen an demselben Fahrzeug** erfolgt, würde sich eine Messannullierung einstellen, da zwei Stufenprofilmessungen an einem Fahrzeug, die in der gleichen Größenordnung liegen, hinreichend unwahrscheinlich sind.

Für den Fall, dass zwei Fahrzeuge an der Messwertbildung beteiligt sind, ist der Fall, dass am vorderen Fahrzeug bei der Einfahrtmessung eine Stufenprofilmessung mit einem zu hohen Messwert erfolgt, welcher in der Ausfahrtmessung durch das zweite Fahrzeug innerhalb der Toleranzen bestätigt wird, da dieses Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit von 6 km/h (6 % bei Werten über 100 km/h) des falschen Messwertes des vorne fahrenden Fahrzeuges bewegt wird, nicht auszuschließen.

Im Betreffsfall wird diese Fehlmessung immer wahrscheinlicher, je höher die Annullationsrate an der Messstelle ist, da eine hohe Annullationsrate die Neigung der Messstelle zu Fehlmessungen dokumentiert.

#### b) Parallel fahrende Fahrzeuge

Besondere Messkonstellationen sind auch dann möglich, wenn eine **niedrige Messhöhe i.V.m. einer hohen Bodenfreiheit bei Lkw** eine Beteiligung eines vom Lkw verdeckten Fahrzeuges an der Messwertbildung in ähnlicher Form zulässt.

924



Abbildung 6 – Verkehr auf mehreren Fahrstreifen, Überholverkehr, Messwertzuordnung

- 925 Im folgenden Bild wurde durch Überlagerung die Messlinie in das Messfoto übertragen. Es ist in der fotogrammetrischen Auswertung zu erkennen, dass nur der auf dem **linken Fahrstreifen fahrende Lkw** die Messlinie im Messfoto überfahren und damit eindeutig die Einfahrtmessung verursacht hat.



Abbildung 7 – Verkehr auf mehreren Fahrstreifen, Überholverkehr, mit Messlinie

- 926 In der folgenden Skizze ist die Fotosituation der Fahrzeuge in Bezug zur Messlinie **aus der Sicht von oben** dargestellt.

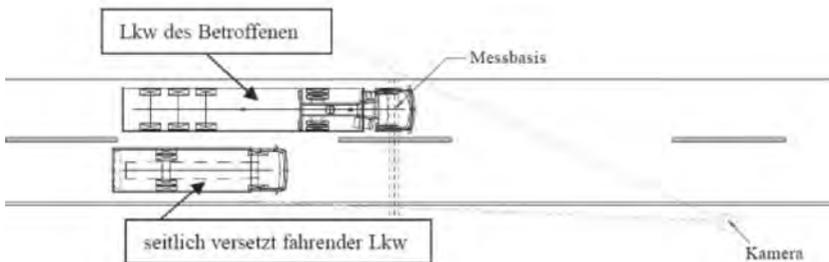
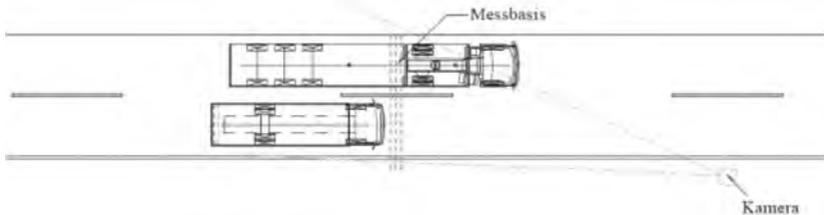


Abbildung 8 – Skizze zur obigen Messsituation

Foto und Skizze stellen die Situation **nach der Einfahrtsmessung** und **vor der Ausfahrtsmessung** dar und damit die Situation zu einem Zeitpunkt da die Messung noch nicht beendet ist. 927

Für die **Beendigung der Messung** sind nunmehr die folgenden Varianten denkbar: 928

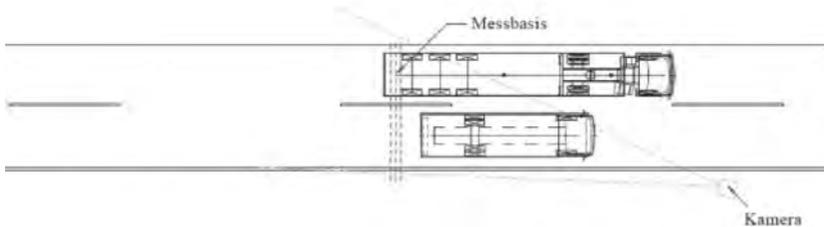
Bei entsprechend **niedriger Aufstellhöhe der Messanlage**, entsprechend hoher Gestaltung des Fahrzeugunterbaus des Sattelauflegers i. V. m. einer weiter zurückliegenden Position des links fahrenden Lkw erfolgt die Ausfahrtsmessung am Heck der Zugmaschine, wie in der folgenden Skizze dargestellt.



**Abbildung 9 – Skizze zur obigen Messsituation**

In diesem Fall erfolgt eine **korrekte Messwertbildung**, da Einfahrtsmessung und Ausfahrtsmessung vom selben Fahrzeug verursacht wurden.

Gleiches gilt für die im Folgenden skizzierte Möglichkeit, wenn nämlich der Sattelaufleger oder der parallel fahrende Lkw die Lichtschranke verdecken, bis die Messung vom Fahrzeugheck des Sattelauflegers verursacht wird.



**Abbildung 10 – Skizze zur obigen Messsituation**

Auch hier werden Einfahrtsmessung und Ausfahrtsmessung vom selben Lkw verursacht.

In der letzten Variante bleiben die **Lichtschranken** schließlich **verdeckt** bis das Heck des Sattelauflegers die Messstelle verlassen hat und das Heck des parallel fahrenden Lkw anschließend die Ausfahrtsmessung verursacht.