

ureko

SPIEGEL



ANALYSEN FÄLLE TESTERGEBNISSE ENTWICKLUNGEN FAKTEN
AUSGEWÄHLTE FACHARTIKEL ZUR UNFALLREKONSTRUKTION FÜR JURISTEN

12²⁰¹⁰

Ladungssicherung bei Pkw-Anhängern



Dipl.-Ing.
Marina Förster

§ 22 der StVO beinhaltet, dass Ladung so gesichert werden muss, dass bereits die Möglichkeit des Verrutschens unterbunden wird. Ladung ist nicht erst dann unzureichend gesichert, wenn etwas Gravierendes passieren kann oder bereits passiert ist. Diese Regeln gelten ebenfalls für die Ladung auf Pkw-Anhängern. Gerade beim Transport von schweren Gegenständen muss auf ordnungsgemäße Befestigungen bzw. Sicherungen geachtet werden. Schwere Güter lassen sich bekanntermaßen nur schwer verschieben, da die Reibkraft proportional zur Masse ist. Die bei einer Bremsung auftretende Beschleunigung der Ladung ist jedoch von der Masse unabhängig. Das Verrutschen der Ladung durch Bremsmanöver ist also massenunabhängig, nicht jedoch der dadurch entstehende Schaden.

Jedes Jahr werden von der Polizei Fahrzeuge angehalten und deren Weiterfahrt aufgrund mangelnder Ladungssicherung untersagt. Dies geschieht nicht nur auf Autobahnen bei Sattel- oder Gliederzügen, auch Pkw-Gespanne sind betroffen. Gerade bei kurzen Strecken, z. B. vom nahegelegenen Baumarkt nach Hause, verzichten viele Fahrer auf eine ordnungsgemäße Sicherung der Ladung. Aber auch auf diesen Strecken, bei relativ niedrigen Geschwindigkeiten, gibt es Gefahrenschwerpunkte.

INHALT

Ladungssicherung bei Pkw-Anhängern

Dipl.-Ing Marina Förster

Kfz-Schlüssel-Fernbedienung

Grenzenloser Komfort oder Diebstahlrisiko? Teil 1
Dr. rer. nat. Ingo Holtkötter

Typische Fehler im Weg-Zeit-Diagramm

Dipl.-Ing. Manfred Becke

Dunkelheitsuntersuchungen mit Digitalkamera

Dr. rer. nat. Tim Hoger

In Wohngebieten findet man häufig Fahrbahnschwellen auf der Fahrbahn, die Autofahrer dazu bringen sollen, ihre Geschwindigkeit niedrig zu halten. Die Schwellen erzeugen eine Nickbewegung im ziehenden Pkw und bringen viele hart gefederte Anhänger und die auf ihnen transportierte Ladung zum Springen.

Im Hause Schimmelpfennig + Becke wurden Versuche durchgeführt, die zeigen, wie schnell Ladung in gefährliche Bereiche kommt. Mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h wurde mit einem Pkw und Anhänger eine Bremschwelle überfahren. Auf dem Anhänger lagen lose Kanthölzer. Zur besseren Sichtbarkeit wurden bei dem Versuch die seitlichen Bracken des Anhängers demontiert.



Der Ausschnitt aus dem Versuchsvideo zeigt, dass die Kanthölzer in kritische Höhen springen und bei überlagerter Bremsung oder Beschleunigung ein Verlassen des Anhängers und eine erhebliche Veränderung der Position auf dem Anhänger möglich ist.

Die einfachste Lösung zur ordnungsgemäßen Ladungssicherung kleinerer Teile auf dem Anhänger ist ein Netz, das man über die Ladefläche spannt. Das Netz muss an mehreren Stellen fest mit dem Aufbau verbunden sein, sodass es während der Fahrt nicht „flattert“ und am Rand keine Lücken entstehen. So können keine Kleinteile den Anhänger verlassen.

Bei größeren, sperrigeren Gegenständen ist ein Verzurren meist eine einfache Alternative. Hierfür gibt es an vielen Anhängern vorgesehene Punkte, um die Verzurrhaken einzuhängen, denn nicht jede Öse am Anhänger ist für größere Kräfte geeignet. Man muss hier auch auf die richtigen Spanngurte achten, denn es gibt eine Vielzahl an Gurten mit unterschiedlichen zulässigen Lastangaben. Richtig eingesetzte Spanngurte ermöglichen eine gute kraftschlüssige Ladungssicherung.

Mit Hilfe von Netzen und Spanngurten kann also die Ladung auf offenen Pkw-Anhängern sehr gut gegen Verrutschen, Herabfallen und andere Bewegungen gesichert werden. Dabei erfordern diese einfachen Möglichkeiten zum Schutz der Ladung und anderer Verkehrsteilnehmer nur wenig Zeit und sollten auch bei kurzen Fahrten vom Baumarkt oder Möbelhaus nach Hause eingesetzt werden.

Kfz-Schlüssel-Fernbedienung:

Grenzenloser Komfort oder Diebstahlrisiko?

Teil 1: Funktionsweise

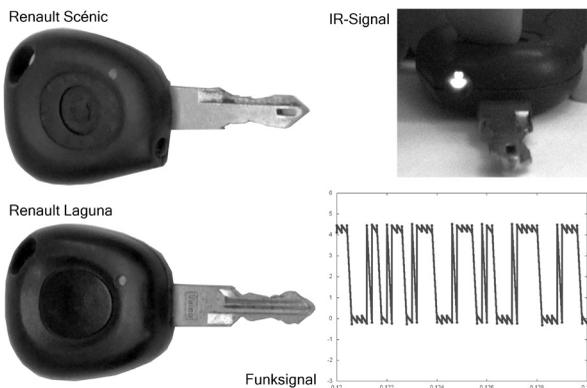


Dr. rer. nat.
Ingo Holtkötter

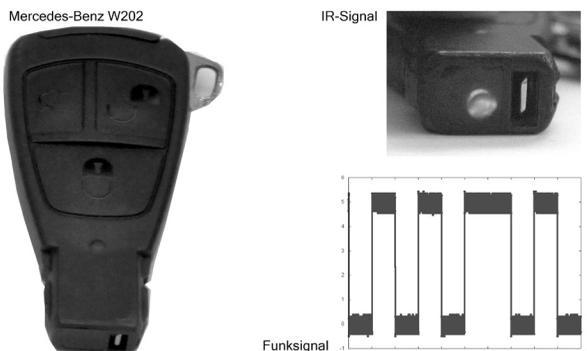
Nahezu alle modernen Fahrzeuge verfügen über die Möglichkeit, per Fernauslösung mit dem Schlüssel die Zentralverriegelung zu betätigen. Unabhängig vom verwendeten Verfahren ergibt sich so neben dem mechanischen Schloss eine zusätzliche Möglichkeit, das Fahrzeug zu öffnen. Kritisch ist zu beurteilen, inwiefern nicht-autorisierte Personen Möglichkeiten finden können, ein Fahrzeug ohne sichtbare Spuren rein elektronisch zu öffnen.

Der vorliegende erste Teil des Artikels gibt einen kurzen Überblick über die Funktionsweise der Fernbedienungsverfahren, die heutzutage bei Kfz verwendet werden. In einem zweiten Teil wird auf Manipulationsmöglichkeiten und Sicherheitsrisiken eingegangen.

Um auf Knopfdruck den Befehl zum Öffnen oder Schließen an das Fahrzeug zu senden, wird vom Schlüssel entweder ein Infrarot-Signal, ein Funksignal oder eine Kombination aus beiden erzeugt. Vor allem die einfachen festen Infrarotsignale der ersten Schlüsselvarianten Ende der 80er Jahre sorgten schnell für Aufmerksamkeit, weil sie sich z. T. mit einfachen lernfähigen TV-Fernbedienungen kopieren ließen.



In der oberen Hälfte der ersten Abbildung ist ein Infrarotschlüssel (Renault Scénic Typ JA) zu sehen, dessen Infrarotsignal sich mit einer einfachen Digitalkamera zeigen lässt (Dies ist im Übrigen eine sehr einfache und zuverlässige Möglichkeit, mit „Hausmitteln“ Infrarot-Fernbedienungen zu testen!). Der zweite Schlüssel im Bild (Renault Laguna I) ist ein reiner Funksender, dessen Funksignal sich mit geeigneten Messgeräten messen lässt.

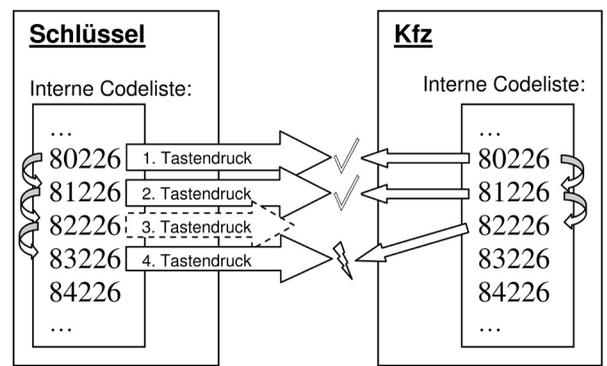


Der Schlüssel in der zweiten Abbildung (Mercedes Benz W202) sendet sowohl Infrarotsignale als auch Funksignale aus. Hier ermöglicht das gleichzeitig ausgesendete Infrarotsignal am Fahrzeug Fensterheber und Schiebedach zu bedienen („Komfortschließung“), wenn der Schlüssel auf den Türgriff gerichtet wird.

Unabhängig vom verwendeten Übertragungsverfahren (Infrarot- oder Funksignal) ist es für die Sicherheit wesentlich, die übermittelte Information (den Code) so zu gestalten, dass das Funksignal niemals (oder sehr selten) wiederholt wird. Falls nämlich zum Öffnen immer dasselbe Funksignal gesendet wird, ist es sehr einfach, dieses einmalig abzuhören, abzuspeichern und später unberechtigterweise zu verwenden. Heutzutage werden jedoch so genannte Rollcodes benutzt, so dass bei jedem Tastendruck das zu übermittelnde Funksignal verändert wird.

Aber wie kann das Kfz dann erkennen, welcher der richtige Schlüssel ist und welches Signal er als nächstes aus-senden wird?

Im Schlüssel steckt ein kleiner Minicomputer, der für jeden Tastendruck einen neuen Code nach einer bestimmten (geheimen) Formel berechnet.



Diese Formel ist auch in der Kfz-Bordevlektronik hinterlegt und diese kann sich selbst den nächsten richtigen Code berechnen. Wenn nun mathematisch sichergestellt ist, dass sich die Formel nicht durch Abhören beliebig vieler Fernbedienungssignale „von außen“ herausfinden lässt, ist dieses Verfahren vollständig sicher und unknackbar, da sich der zum Öffnen nötige Code fortlaufend ändert und nur Schlüssel und Kfz-Bordevlektronik bekannt sind.

Eine Besonderheit muss jedoch auch noch berücksichtigt werden: Falls jemand nun versehentlich den Schlüssel außer Reichweite des Kfz betätigt (in der Abbildung symbolisiert durch den 3. Tastendruck), wäre der nächste Versuch (4. Tastendruck) nicht erfolgreich, weil das Kfz immer noch den vorherigen Code erwartet. Aus diesem Grunde akzeptiert das Kfz nicht nur den aktuellen Code, sondern meist auch noch die 255 folgenden Codes. Wenn allerdings außerhalb der Reichweite des Kfz der Schlüssel über 255-mal betätigt wird, kann der Schlüssel vom Kfz nicht mehr akzeptiert werden und muss in der Werkstatt neu angelernt werden. Dieses Phänomen ist in der Praxis durchaus zu beobachten. Denken Sie also beim nächsten Mal daran, wenn Sie Ihren (Klein-)Kindern die Schlüssel zum Spielen in die Hand geben!

Neben den bisher beschriebenen unidirektionalen Systemen mit Einweg-Datenübertragung (vom Schlüssel zum Kfz) gibt es bereits bidirektionale Systeme („Keyless Go“), bei denen zum Öffnen des Fahrzeugs Daten vom Schlüssel zum Kfz und umgekehrt übertragen werden. Diese Systeme bieten hinsichtlich der Sicherheit vollkommen andere Voraussetzungen und sind technisch gegenüber Manipulation erheblich sicherer.

Im nächsten UREKO-Spiegel wird über Möglichkeiten zur Manipulation und zum Kopieren der IR- bzw. Funksignale berichtet.

Typische Fehler im Weg-Zeit-Diagramm



Dipl.-Ing.
Manfred Becke

Die Zusammenfassung eines komplexen unfallanalytischen Gutachtens wird häufig in einem Weg-Zeit-Diagramm vorgenommen. Anhand eines vereinfachten Beispiels ohne Toleranzangaben werden immer wiederkehrende typische Fehler bei der Konstruktion des Weg-Zeit-Diagramms aufgezeigt.

Ein Pkw Opel bog innerorts ($v_{zul} = 50 \text{ km/h}$) nach links in eine Einmündung ein und musste dazu zwei Spuren des Gegenverkehrs überqueren. Laut Zeugenaussagen fuhr das Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit, ohne zuvor anzuhalten. Entgegen kam ihm ein Porsche, der die für ihn rechte Richtungsfahrbahn benutzte. Der Porsche prallte gegen das hintere rechte Seitenteil des Opel. Die Polizeibeamten stellten eine ABS-Bremsspur fest, die sie jedoch weder fotografierten noch vermaßten.

In einem unfallanalytischen Gutachten sollte der Unfallhergang geklärt werden. Der Sachverständige ermittelte für den Porsche eine Kollisionsgeschwindigkeit von 50 km/h und für den Opel 20 km/h . Bei der Erstellung des Weg-Zeit-Diagramms unterliefen ihm drei typische Fehler.

Er zeichnete die Fahrlinien der Kontaktpunkte, d.h. vom Opel die Fahrlinie der hinteren rechten Seitenwand und vom Porsche die der vorderen rechten Ecke und führte sie im Kollisionsort zusammen. Er legte fest, dass der Opel eine Signalposition durchfuhr, als er mit der vorderen linken Ecke die linke der beiden entgegenkommenden Richtungsfahrbahnen erreichte. Zur Ermittlung der Reaktionsmöglichkeit wurde an der Stelle, an der der Opel die Signalposition durchfuhr, in der Skizze von der vorderen rechten Ecke des Opel eine senkrechte Linie nach unten gezogen. Damit wurde eine völlig falsche Signalposition ins Weg-Zeit-Diagramm eingezeichnet, die etwa $0,6 \text{ s}$ bzw. $3,6 \text{ m}$ vor der Kollision vorlag. Der Sachverständige kam damit zu dem Ergebnis, dass der Zeitraum nicht ausreichend war, um noch eine Abwehrhandlung einzuleiten. Die Kollisionsgeschwindigkeit von 50 km/h entspräche der Annäherungsgeschwindigkeit von 50 km/h . Die Bremsregelspuren wurden als nicht zugehörig bezeichnet.

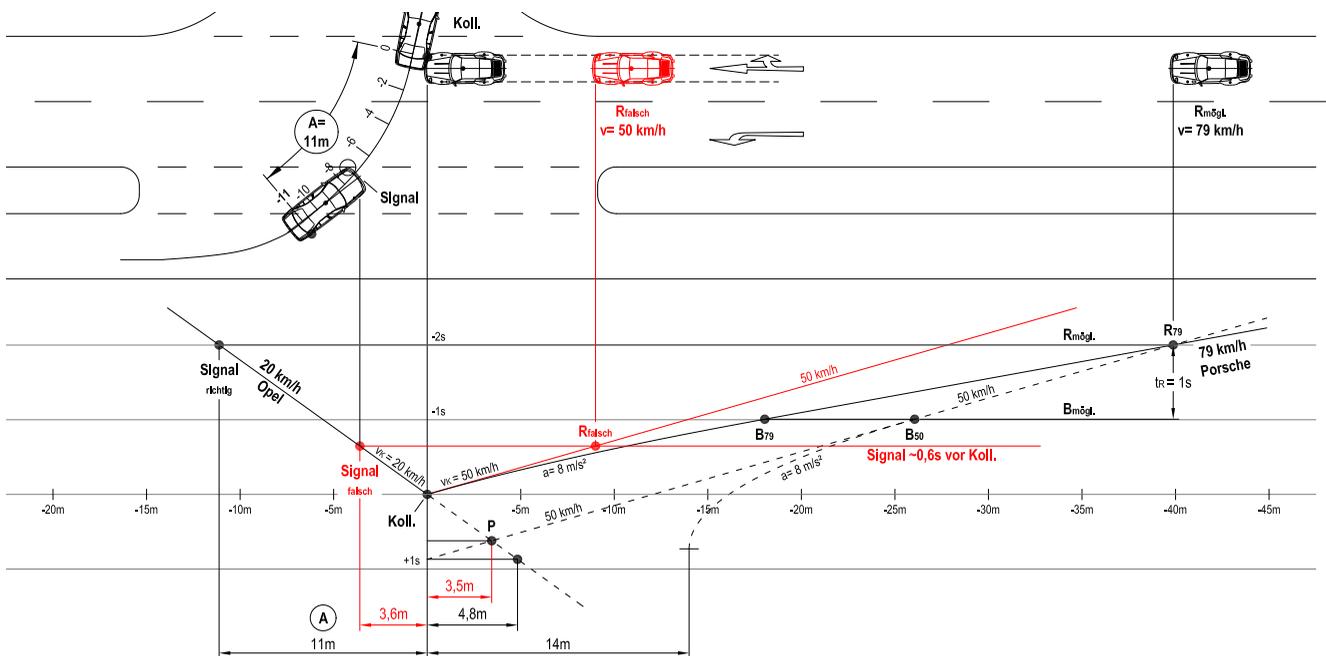
Der Sachverständige beging zunächst zwei Fehler gleichzeitig. Zum einen hätte er die Positionen des Pkw-Kontaktpunktes in der Kollisionsposition und in der Signalposition betrachten müssen und nicht einmal den Kontaktpunkt und einmal die vordere Ecke. Zum anderen hätte er beachten müssen, dass der Opel dem Porsche nicht entgegen kam sondern abbog. Das Herunterloten im Weg-Zeit-Diagramm ergab damit eine falsche Position $3,6 \text{ m}$ vom Kollisionsort entfernt.

Richtigerweise hätte der Sachverständige die Länge des Fahrweges in der Zeichnung mit 11 m ermitteln und dann in das Weg-Zeit-Diagramm maßlich übertragen müssen. Dies führt zu einer Reaktionsmöglichkeit des Porschefahrers etwa 2 s vor der Kollision bzw. in einer Entfernung von ca. 40 m vom Kollisionsort. Somit ergibt sich jetzt bei einer Reaktionsdauer von 1 s sehr wohl die Möglichkeit einer Abbremsung über einen Zeitraum von ca. 1 s . Ausgehend von einer Kollisionsgeschwindigkeit von 50 km/h und einer Verzögerung von 8 m/s^2 ergibt sich bei spontaner Reaktion damit eine Annäherungsgeschwindigkeit des Porsche von 79 km/h . Die festgestellte ABS-Bremsspur kann nunmehr zugeordnet werden.

Bei der Prüfung der zeitlichen Vermeidbarkeit beging der Sachverständige einen weiteren Fehler. Die unterbrochen gezeichnete konstante Geschwindigkeitslinie von 50 km/h des Porsche trifft die unterbrochen gezeichnete über die Kollision hinausgeführte Geschwindigkeitslinie von 20 km/h des Opel im Punkt P. Der Sachverständige erklärte, der Opel wäre beim späteren Eintreffen des Porsche schon $3,5 \text{ m}$ weiter gefahren. Dieses ist falsch. Im Schnittpunkt der beiden Fahrlinien ist der Porsche noch nicht am Kollisionsort sondern $3,5 \text{ m}$ entfernt. Tatsächlich muss die Fahrlinie des Porsche bis zum Kollisionsort weitergeführt werden. Dann lässt sich die Wegstrecke mit $4,8 \text{ m}$ ablesen, die der Opel zu diesem Zeitpunkt zusätzlich zurückgelegt hat. Aufgrund der Entfernung von ca. 40 m zum Reaktionspunkt ist der Unfall bei 50 km/h mit einer Vollbremsung klar räumlich vermeidbar, da der Porsche ca. 14 m vor dem Unfallort zum Stillstand käme.

Typische Fehler im Weg-Zeit-Diagramm sind:

- Vermengung verschiedener Punkte am Fahrzeug
- Herunterloten von der Zeichnung ins Weg-Zeit-Diagramm kann falsche Wegstrecken und falsche Zeitpunkte ergeben.
- Bei der zeitlichen Vermeidbarkeitsbetrachtung wird der Schnittpunkt der weitergeführten Fahrlinien betrachtet.



Dunkelheitsuntersuchungen mit Digitalkamera



Dr. rer. nat.
Tim Hoger

In der Rekonstruktion von Verkehrsunfällen stellt sich häufig die Frage, wann ein Autofahrer einen Fußgänger oder Radfahrer erkennen konnte. Hierfür muss eine Untersuchung der Lichtverhältnisse vor Ort durchgeführt werden. Eine lichttechnische Untersuchung mithilfe eines Leuchtdichtemessgeräts ist für viele Ingenieurbüros aufgrund der hohen Anschaffungskosten nicht durchführbar, weshalb versucht wird, die Situation durch Lichtbilder darzustellen. Die Bewertung solcher Lichtbilder ist schwierig, da durch unterschiedliche Belichtungen die Bilder (beliebig) verändert werden können.

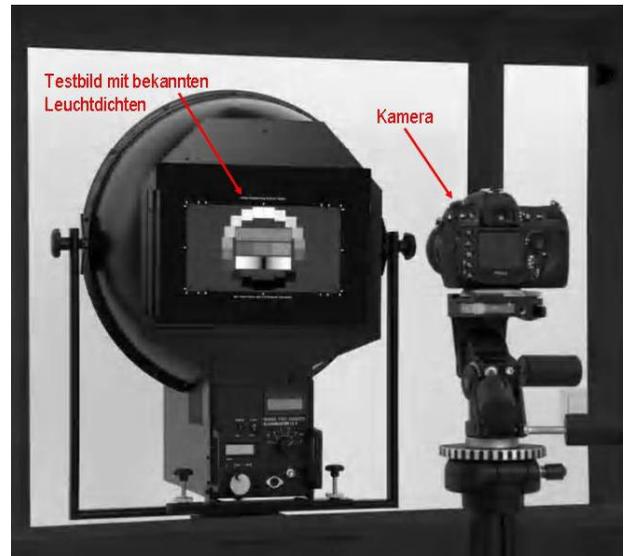


Dann bleibt die Untersuchung der Lichtverhältnisse vor Ort – wenn auch über Umwege – der subjektiven Wahrnehmung des Sachverständigen unterworfen, da dieser die Bilder seinem Eindruck entsprechend nachbearbeitet.

Es ist prinzipiell auch möglich mithilfe einer Standard-Digitalkamera eine quantitative Messung der Leuchtdichten durchzuführen.

Grundlage hierfür ist eine Kalibrierung der Kamera. Zur Kalibrierung wird ein Testbild mit der Kamera aufgenommen, dessen Leuchtdichten bekannt sind. Auf der oberen Abbildung ist die zu kalibrierende Kamera und das durch eine Ulbrichtkugel gleichmäßig von hinten beleuchtete Testbild zu sehen.

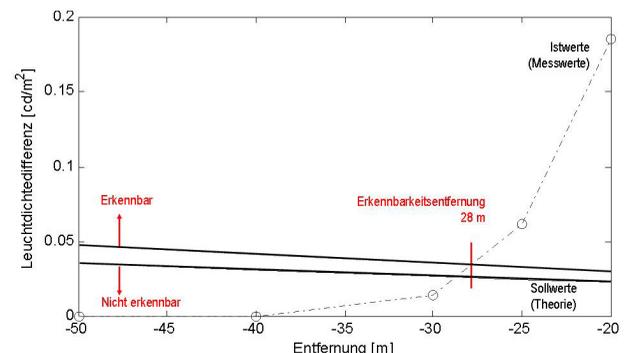
Die Auswertung erfolgt mit der im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke entwickelten Software „Measure Light“. Durch die Kenntnis der Kalibrierungsfunktion braucht der Benutzer in den Lichtbildern lediglich die interessierenden Bereiche zu markieren um die Leuchtdichten zu erhalten.



Die so vermessenen Bereiche werden automatisch im Bild zur Nachhaltigkeit markiert, eine Möglichkeit die bei Messungen mit einem Leuchtdichtemessgerät nicht vorhanden ist. Hier können schon leichte Verwacklungen während der Messung die Messwerte verfälschen. Parallele Messungen mit einer kalibrierten Digitalkamera und einem Leuchtdichtemessgerät haben gezeigt, dass die Verwacklung am Leuchtdichtemessgerät einen größeren Fehler induziert als die etwas ungenauere Messung mit der kalibrierten Digitalkamera.



Aus der Differenz der Leuchtdichte des Objekts zum Hintergrund wird durch den Vergleich mit experimentellen Untersuchungen von Berek und Adrian, eine quantitative Aussage zur Sichtbarkeit möglich. Wurden mehrere Bilder bei abnehmendem Abstand zum Fußgänger aufgenommen, kann die Erkennbarkeitsentfernung sehr anschaulich in einem SI-Diagramm (Sollwert - Istwert-Diagramm) dargestellt werden. Dort, wo die Istwertkurve die Sollwerte schneidet, ist der Fußgänger erstmalig erkennbar.



Andere Büros haben die Möglichkeit ihre Lichtbilder bei crash-test-service.com auswerten zu lassen. Auf der Seite Services im Internetportal von crash-test-service.com findet man unter Lichttechnische Auswertung nähere Informationen hierzu.

IMPRESSUM

Der Ureko-Spiegel ist eine Publikation des Ingenieurbüros Schimmelpfennig + Becke Münsterstraße 101, 48155 Münster



Für den Inhalt der einzelnen Artikel zeichnen die Autoren verantwortlich.

Verantwortliche Redakteure i.S.d.P.:
Dipl.-Ing. Stephan Schal
Dipl.-Ing. Lars Hoffmeister

www.ureko.de
Email: kontakt@ureko.de
T : 02506 / 820 - 0
F : 02506 / 820 - 99

www.mtg-gutachter.de
Email: kontakt@mtg-gutachter.de
T : 02506 / 820 - 12
F : 02506 / 820 - 99

Weitere Büros in:
Hannover/Dresden
www.hanreko.de

Oldenburg
www.olreko.de

Lüdenscheid
www.suedwestreko.de

Lübeck/Schwerin
www.nordreko.de

Düsseldorf
www.westreko.de