



### eso & LED – wenn das „hypothetische Szenario“ wieder mal zur realen Fehlmessung führt

**Zusammenfassung:** Seit Jahren wird kontrovers diskutiert, ob Rohmessdaten im verkehrsrechtlichen OWi-Verfahren eine nachträgliche Überprüfung einer Messung ermöglichen und daher im Sinne eines fairen und rechtsstaatlichen Messverfahrens abzuspeichern und der Verteidigung zur Verfügung zu stellen sind.

Eines der wenigen Messgeräte, das diese Rohmessdaten abspeichert, ist der ES 3.0. Die Stellungnahme zeigt anhand eines konkreten Einzelfalles und der unabhängigen Auswertung der Rohmessdaten auf, dass bei der geräteinternen Auswertung aufgrund des LED-Einflusses eine um 6 km/h bis 7 km/h zu hohe Geschwindigkeit und ein um ca. 4,4 m falscher Abstand errechnet wurde. Beide Werte liegen deutlich außerhalb der zulässigen Verkehrsfehlergrenzen.

## Einleitung

Die Möglichkeit von Fehlmessungen beim Einseitensensor ES 3.0 aufgrund des Einflusses von LED-Leuchten am Fahrzeug wurde bereits von mehreren Sachverständigen in verschiedenen Veröffentlichungen ([1], [2], [3], [4]) sowie in der Literatur [5] aufgezeigt und nachvollziehbar beschrieben.

Zusammenfassend stellt sich die Problematik folgendermaßen dar:

- Die Einseitensensoren ES 3.0 und das Nachfolgemodell ES 8.0 registrieren jeweils mit fünf optischen Sensoren Helligkeitsveränderungen (drei Sensoren zur Ermittlung der Geschwindigkeit, zwei zur Ermittlung des seitlichen Abstandes zum Fahrzeug, zusätzlicher Abstandslaser beim ES 8.0). Die Abtastfrequenz der Sensoren beträgt 100 kHz.
- Bei der geräteinternen Auswertung wird der Zeitversatz zwischen zwei Helligkeitsverläufen und deren Grad an Übereinstimmung durch Korrelationsrechnung ermittelt. Es werden dabei Teilbereiche aus dem aufgezeichneten Helligkeitsprofil selektiert, was aufgrund möglicher Störfaktoren im Signalverlauf (wie etwa Anteile der Fahrzeugräder) auch notwendig ist. Umfang und Auswahl des herangezogenen Datenbereichs sind nicht bekannt. Durch den Entwicklungsleiter des Geräteherstellers wurde im Rahmen einer richterlichen

Vernehmung [6] bzgl. der Selektion von Teilbereichen im Messsignal beim ES 3.0 angegeben, dass dem Messgerät zur Bildung eines gültigen Geschwindigkeitswertes „*ein Peak genügt*“. Auch beim ES 8.0 ist auf Grundlage der unabhängigen Auswertung der Rohmessdaten, die bis zur Änderung der Software-Version ebenfalls möglich war, sowie der identischen Funktionsbeschreibung von dieser Vorgehensweise auszugehen.

- In aktuellen Fahrzeugmodellen werden sowohl für das Rück- und das Tagfahrlicht als auch zunehmend für das Abblendlicht lichtemittierende Dioden (LEDs) verbaut. Diese leuchten im Gegensatz zu konventionellen Glühfadenlampen nicht kontinuierlich, sondern werden ständig an- und ausgeschaltet (gepulst). Die typischen Pulsfrequenzen (d. h. Ein- und Ausschaltvorgänge pro Sekunde) liegen zwischen 200 Hz und 600 Hz [7].
- In Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges sowie der Pulsfrequenz der LEDs kann dieser Effekt dazu führen, dass die Signale der einzelnen Sensoren entweder nicht oder nur bedingt deckungsgleich verlaufen. Dadurch kann die Messwertbildung beeinflusst werden oder sogar aufgrund der geräteinternen Auswertung („*ein Peak genügt*“) nicht mehr die Geschwindigkeit des Fahrzeuges, sondern die Pulsfrequenz bzw. ein Vielfaches der Pulsfrequenz der LEDs gemessen werden.

### Bisheriger Ablauf

Die entsprechende Problematik wurde von der [VUT erstmals im November 2017](#) thematisiert [1].

Mit Datum vom 15.10.2018 hat die [PTB eine Stellungnahme](#) [8] hierzu veröffentlicht und die aufgezeigte Problematik als „*hypothetisches Szenario*“ abgetan. Gemäß der Stellungnahme liegen der PTB „*keine konkreten Anhaltspunkte dazu vor, dass es zu Fehlmessungen durch das Geschwindigkeitsmessgerät ES 3.0 bzw. ES 8.0 kommt, wenn das betreffende Fahrzeug mit LED-Leuchten ausgestattet ist. Eigene, spezifische Untersuchungen durch die PTB haben ebenfalls keine Hinweise auf mögliche Fehlmessungen gebracht*“.

Die Darstellung der PTB überzeugt absolut nicht. Vielmehr handelt es sich um eine Aneinanderreihung von unbelegten bzw. bereits widerlegten Behauptungen. Eine entsprechende [Gegendarstellung der VUT](#) [9] wurde bereits am 31.10.2018 veröffentlicht.

Belastbare Testergebnisse, auswertbare Statistiken bzw. eine technisch und wissenschaftlich fundierte Stellungnahme wurden von der PTB **nicht** zur Verfügung gestellt und sind bis dato **nicht** veröffentlicht.

Auf die weiteren Veröffentlichungen zur Problematik ([2], [3], [4]) erfolgte durch die PTB lediglich ein jeweiliger Nachtrag zu [8] mit der pauschalen Angabe, dass „*kein Nachweis einer falschen Messung erbracht werden [konnte]*“ bzw. „*ein weiterer vergeblicher Versuch unternommen wurde, eine Fehlmessung nachzuweisen*“.

Weiterhin führt die PTB aus, dass es nicht nachzuvollziehen sei bzw. unverständlich bleibt, „*warum bei Zweifeln am geeichten Messgerät nicht der vom Gesetzgeber dafür vorgesehene Weg genutzt wird: die Befundprüfung gemäß § 39 MessEG*“.

Die Sinnhaftigkeit der von der PTB abermals vorgeschlagenen Befundprüfung soll nicht weiter thematisiert werden, da diese (auch bei anderen Messverfahren) bereits hinreichend widerlegt wurde (wie z. B. auch in unserem [Newsletter vom 21.12.2021](#) nochmals dargelegt).

**Konkret** sei bezüglich der Befundprüfung an dieser Stelle allerdings, wie auch in [2] bereits dargelegt, in aller Deutlichkeit darauf hingewiesen, dass vorliegend nicht eine Fehlmessung aufgrund einer technisch nicht korrekten Funktionsweise der Sensoren oder des Messgeräts, **sondern** aufgrund der Beeinflussung durch LED-Leuchten an Fahrzeugen und der geräteinternen Auswertung der Rohmessdaten auftreten kann.

Wenngleich die PTB die beschriebene Problematik als „*hypothetisches Szenario*“ einstuft und der Auffassung ist [8], dass „*die ausgefeilten Annullationskriterien des ES 3.0- bzw. ES 8.0-Gerätes dafür sorgen, dass keine fehlerhaften geeichten Messwerte entstehen können*“, sieht die Realität allerdings anders aus und es treten – wie auch erwartbar – weiterhin Fehlmessungen aufgrund des Einflusses von LEDs auf.

Es bleibt insofern abzuwarten, ob sich die PTB nunmehr endlich bereit zeigt, dieser Problematik auf Grundlage einer wissenschaftlichen Diskussion zu begegnen – auch im Hinblick auf die technische Eindeutigkeit des nachfolgenden Fallbeispiels.

Unabhängig davon lässt sich ein Fakt ganz **eindeutig und unmissverständlich** klarstellen:

**Eine technisch und wissenschaftlich fundierte Überprüfung einer Messung ist NUR in Verbindung mit der Auswertung der vollständigen, unselektierten Rohmessdaten möglich!**

Insbesondere sind anhand des nachfolgenden Fallbeispiels Ausführungen der PTB, wie etwa „*Rohmessdaten erlauben keine aussagekräftige Überprüfung eines geeichten Messwerts [...]* *Letztlich läuft man in einen Zirkelschluss, indem man versucht, das Messgerät mit sich selbst zu prüfen*“, wiederum eindeutig als falsch widerlegt.

### Zur Auswertung der betreffenden Messung

Es handelt sich um eine Messung mit einer stationären Messanlage, d. h. der Abstand des Sensors zur Fahrbahn sowie die Fahrstreifenbreiten sind bekannt.

Abbildung 1 zeigt ein Übersichtsfoto der Behörde zur Messstelle mit den entsprechenden Angaben zu den einzelnen Fahrstreifenbreiten.



Abbildung 1: Fahrstreifenbreiten an der Messörtlichkeit (Übersichtsfoto Behörde)

Die konkreten Abstände an der Messstellen ergeben sich insofern wie folgt:

- Abstand Sensor zum Rand des ersten Fahrstreifens: 5,6 m
- Breite des ersten Fahrstreifens: 3,9 m
- Breite des zweiten Fahrstreifens: 4,0 m

Die konkrete Messung fiel bei der Auswertung der **Messreihe** auf.

Das betreffende Fahrzeug befährt den zweiten (in Fahrtrichtung gesehen linken) Fahrstreifen, so dass orientiert an den geometrischen Daten zur Messörtlichkeit prinzipiell ein seitlicher Abstand von  $(5,6 \text{ m} + 3,9 \text{ m})$  mindestens 9,5 m zu erwarten ist.

Der vom Messgerät ermittelte Abstandswert beläuft sich laut der Dateneinblendung im Messfoto allerdings auf nur 6,0 m.



Abbildung 2: Messfoto, eigene Markierungen

Insofern ist an dieser Stelle bereits festzuhalten, dass vom Messgerät eindeutig ein falscher Abstandswert ermittelt wurde, der deutlich die zulässige Verkehrsfehlergrenze von +/- 1 m für den seitlichen Abstand überschreitet.

Es ergeben sich für die weitere Betrachtung insofern zwei Fragepunkte:

- Wie konnte es passieren, dass vom Messgerät ein fehlerhafter, außerhalb der zulässigen Verkehrsfehlergrenze liegender Abstandswert ermittelt wurde?
- Wurde der eingeblendete Geschwindigkeitswert von 89 km/h korrekt ermittelt oder ist dieser ebenfalls fehlerhaft und überschreitet sogar die zulässige Verkehrsfehlergrenze?

Eine technische Überprüfung des im Messfoto eingeblendeten Geschwindigkeitswerts ist durch die Bewertung der Fotoposition und nach Gebrauchsanweisung prinzipbedingt nicht möglich (siehe hierzu auch [5]).

Entsprechende Erkenntnisse und Feststellungen hierzu können **nur** die bei der Messung aufzeichneten (vollständigen und unselektierten) Rohmessdaten liefern.

Die folgenden Abbildungen zeigen zunächst jeweils den gesamten Signalverlauf, wobei die Signale in Abbildung 5 zusätzlich um die vom Messgerät „vorläufig“ ermittelten Werte zeitlich verschoben sind. Die vom Messgerät „vorläufig“ ermittelten Werte sind in Abbildung 4 dokumentiert.

Es wurden von jedem Sensor rund 28000 Datenpunkte aufgezeichnet. Im Signalverlauf sind dabei zwei Bereiche voneinander abzugrenzen, welche der Front bzw. dem Heck des Fahrzeuges zuzuordnen sind.

Bei der Auswertung über die **gesamte Datenmenge** ergeben sich jeweils Geschwindigkeitswerte von 82,87 km/h bis 83,10 km/h bei einem seitlichen Abstand von ca. 10,5 m. Die Korrelationskoeffizienten betragen jeweils 0,78 bis 0,85, was einer hohen Übereinstimmung der Signale entspricht (Korrelationskoeffizient > 0,7, vgl. [10]).

Die berechneten Geschwindigkeits- und Abstandswerte sowie die Übereinstimmung zwischen den einzelnen Signalen sind rechts unten neben der Funktion angegeben.

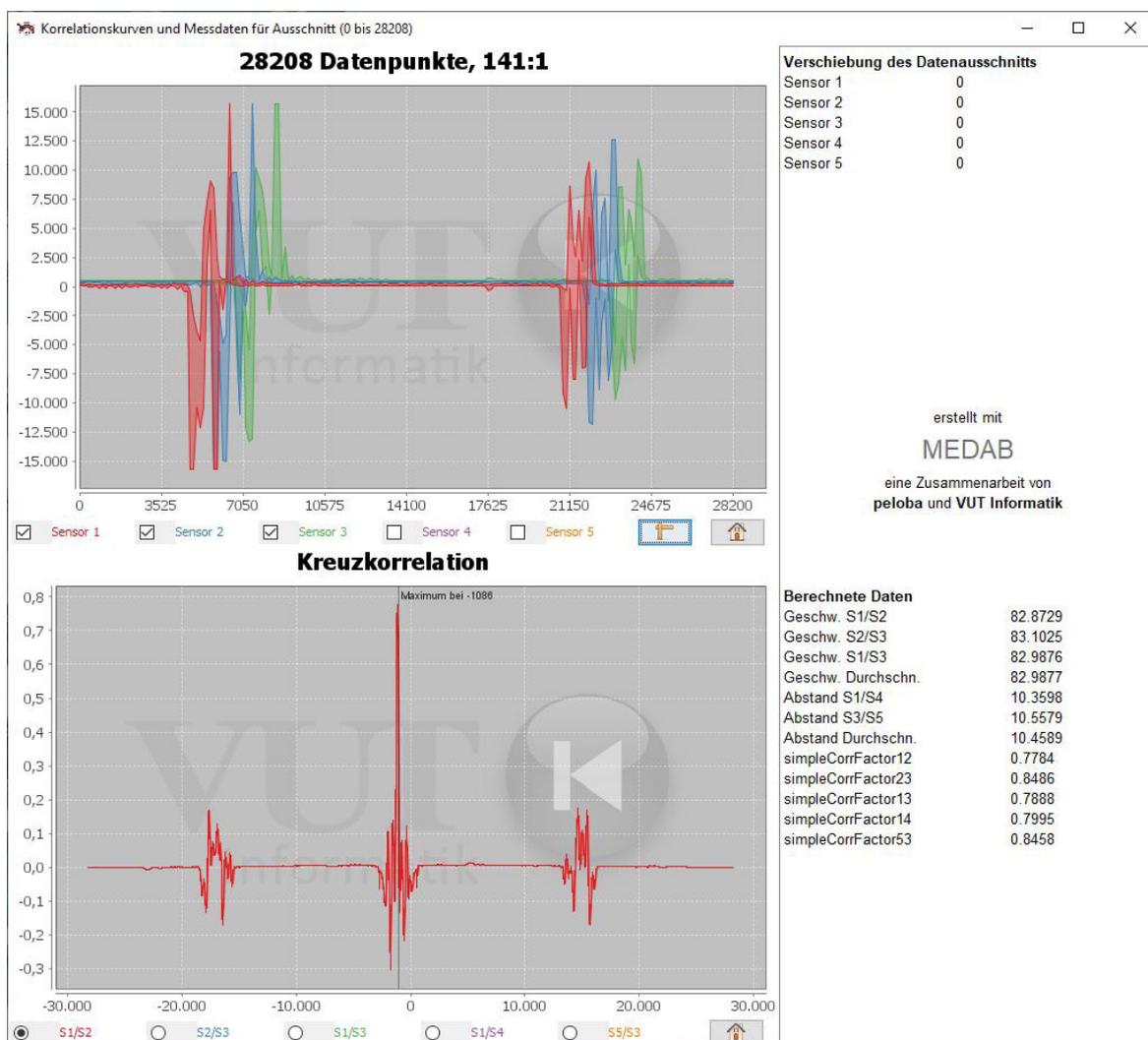
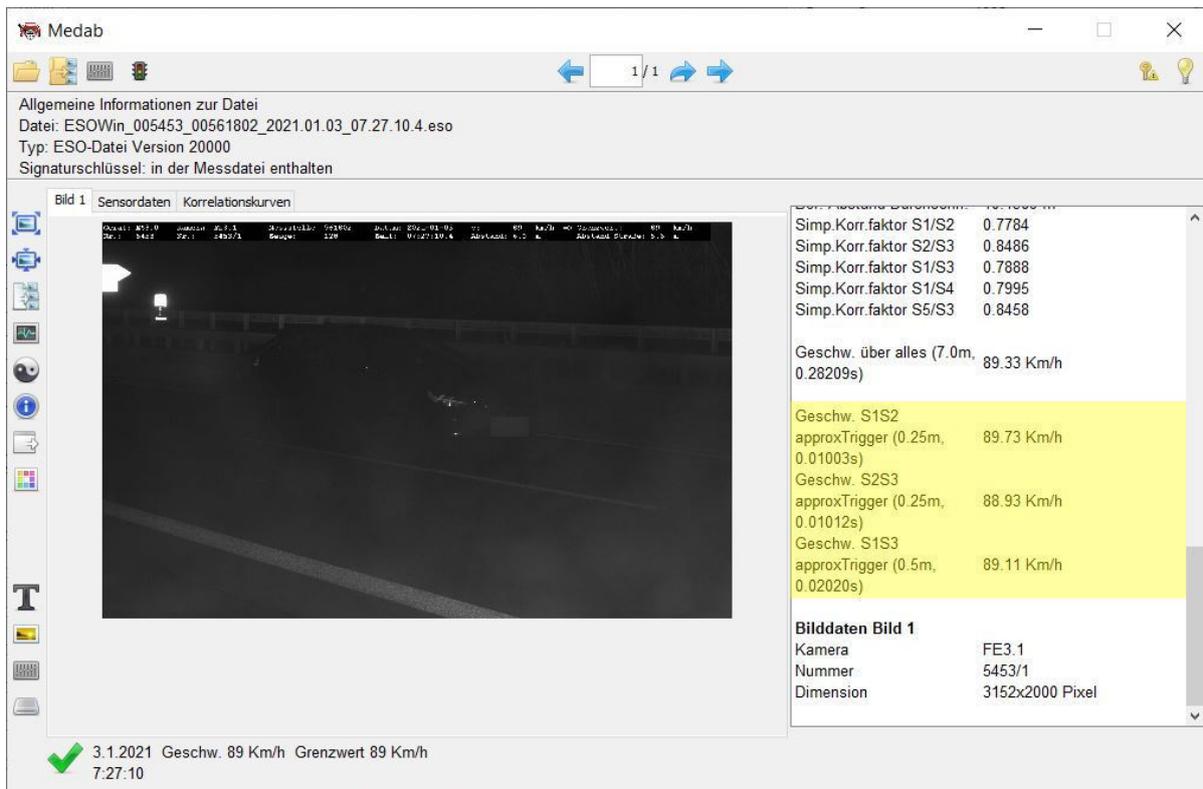


Abbildung 3: Messsignale (oben, dargestellt für die Sensoren 1 bis 3) und Kreuzkorrelationsfunktion für die Sensoren 1 und 2 (unten), gesamte Datenaufzeichnung

22. April 2022

eso & LED – wenn das „hypothetische Szenario“ wieder mal zur realen Fehlmessung führt



The screenshot shows the Medab software interface. At the top, it displays 'Allgemeine Informationen zur Datei' with the file name 'ESOWin\_005453\_00561802\_2021.01.03\_07.27.10.4.eso' and version '20000'. The main area is divided into a central image window and a right-hand data panel. The image window shows a night-time road scene with a vehicle. The data panel on the right lists various speed measurements and correlation factors. A green checkmark at the bottom left indicates a successful measurement.

Simp. Korr. faktor	
S1/S2	0.7784
S2/S3	0.8486
S1/S3	0.7888
S1/S4	0.7995
S5/S3	0.8458

Geschw. über alles (7.0m, 0.28209s)	
Geschw. S1S2	89.33 Km/h
approxTrigger (0.25m, 0.01003s)	89.73 Km/h
Geschw. S2S3	88.93 Km/h
approxTrigger (0.25m, 0.01012s)	89.11 Km/h
Geschw. S1S3	89.11 Km/h
approxTrigger (0.5m, 0.02020s)	

Bild 1	
Kamera	FE3.1
Nummer	5453/1
Dimension	3152x2000 Pixel

3.1.2021 Geschw. 89 Km/h Grenzwert 89 Km/h  
7:27:10

Abbildung 4: vom Messgerät „vorläufig“ berechnete Geschwindigkeitswerte

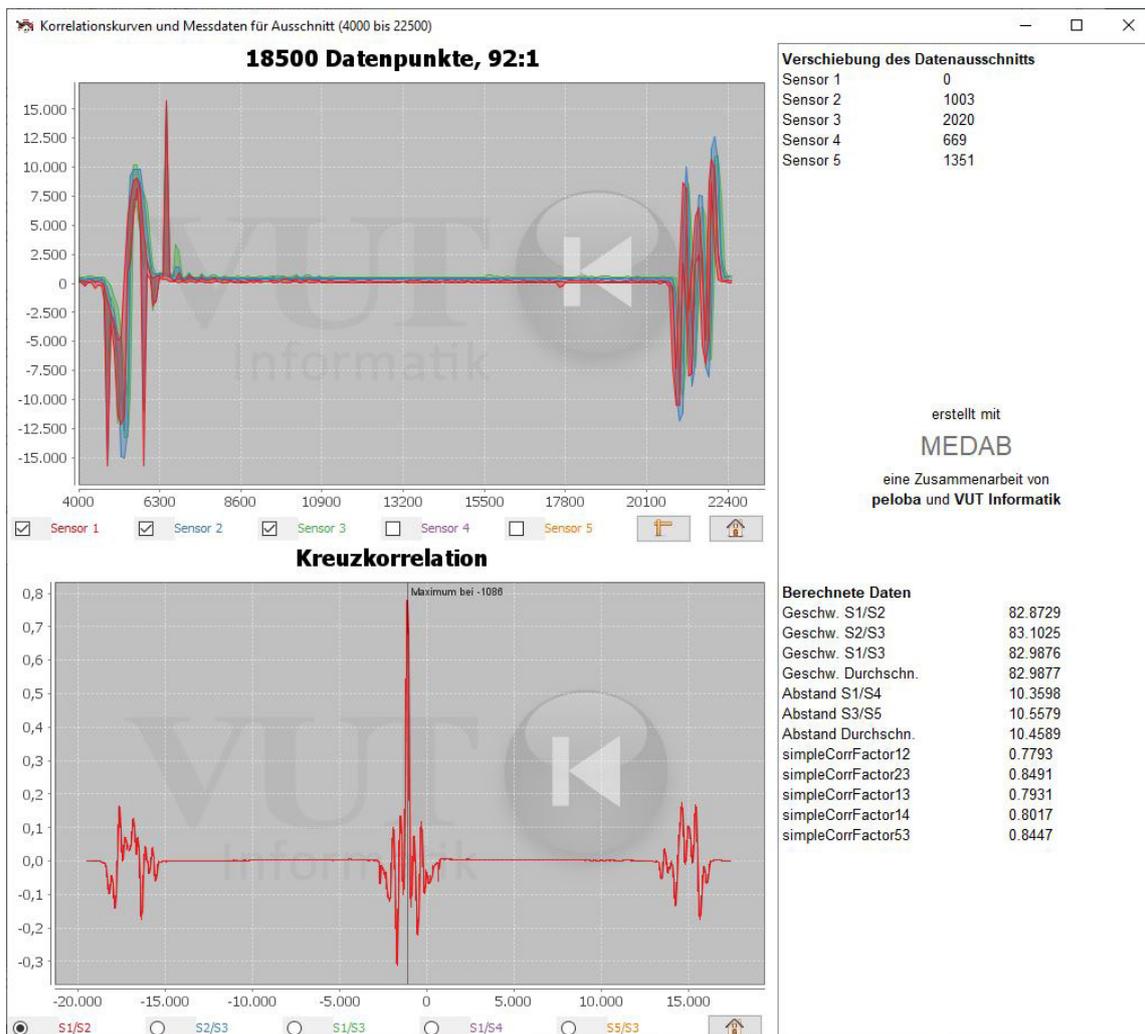


Abbildung 5: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale – gesamte Vorbeifahrt des Fahrzeugs

Bei der Auswertung über die gesamte Signallänge ergibt sich somit eine um ca. 6 km/h bis 7 km/h geringere Geschwindigkeit und ein für die Position des Fahrzeuges plausibler seitlicher Abstand.

In Bezug auf die vom Messgerät ermittelten Werte zeigt dies, dass in den aufgezeichneten Signalen offenbar mehr als eine „Zeitinformation“ enthalten sein muss.

Um in der Gesamtrechnung dominierende Signalanteile technisch bewerten zu können, ist eine **abschnittsweise** Auswertung der beiden Teilbereiche in der Signalaufzeichnung (Front und Heck) erforderlich.

Die folgende Abbildung zeigt die Auswertung im Bereich der **Front** mit den „Hauptausschlägen“ der LEDs. Die typischen LED-Peaks im Signalverlauf sind bereits eindeutig erkennbar.

Auch im vorgelagerten Bereich sind bereits LED-Peaks mit geringer Intensität vorhanden.

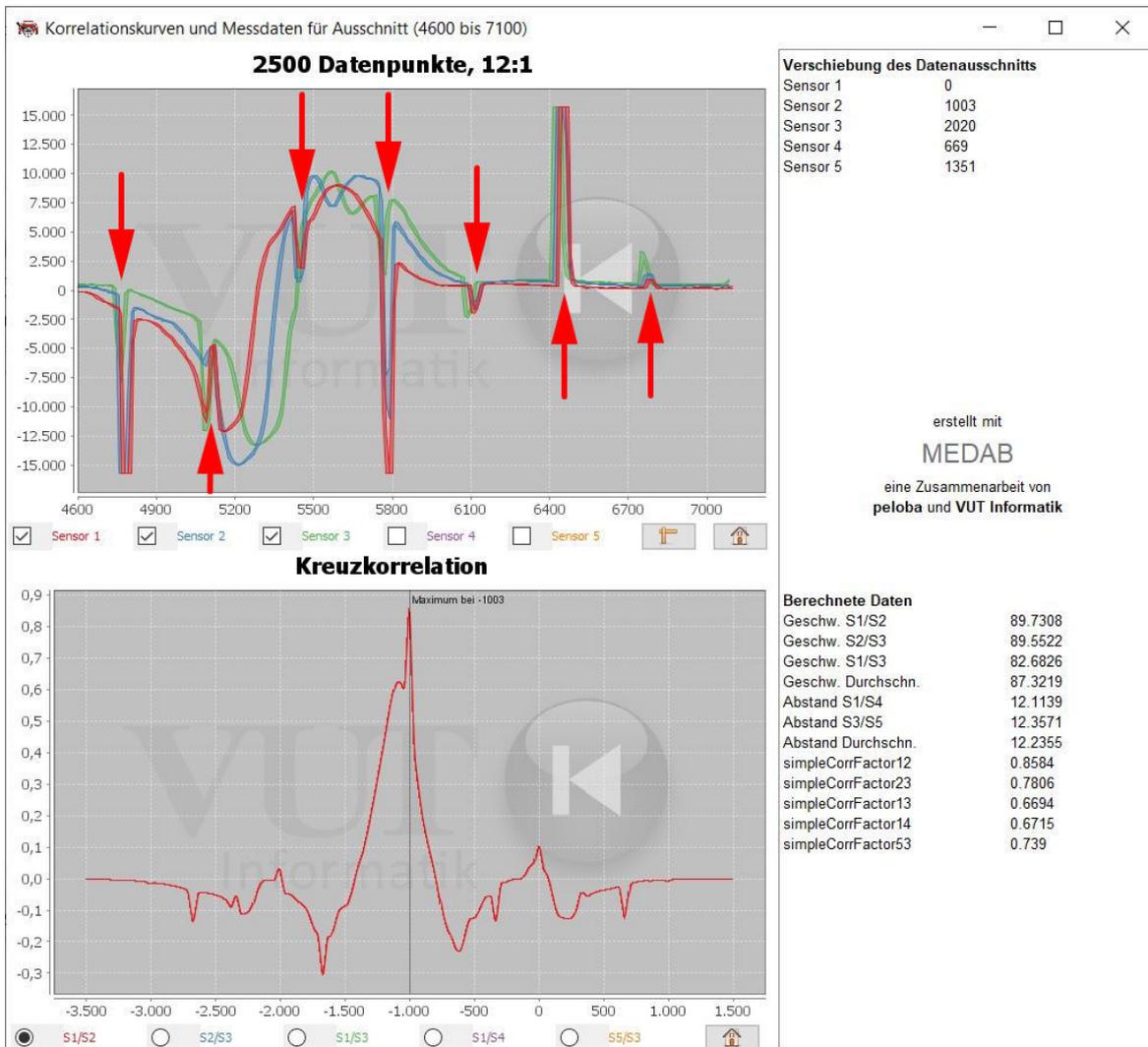


Abbildung 6: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale an der „Fahrzeugfront“ – gesamter Datenbereich mit Kennzeichnung der LED-Peaks

Über den **gesamten** vorderen Datenbereich ergeben sich Geschwindigkeitswerte von 82 km/h bis 89 km/h bei einem seitlichen Abstand von ca. 12,2 m. Die Korrelationskoeffizienten betragen 0,67 bis 0,86, was auf eine unzureichende Übereinstimmung hinweist.

Sowohl die Spannweite der ermittelten Werte an der Front als auch bereits der Verlauf der berechneten Korrelationsfunktion zwischen Sensor 1 und 2 (siehe Abbildung 6, unteres Fenster) zeigen, dass der ermittelte Zeitversatz zwischen den Signalen an der Front nicht eindeutig ist. Im Verlauf des Hauptmaximums ist linksseitig ein „Einbruch“ bzw. eine „Schulter“ erkennbar. Dieses Nebenmaximum stellt die weitere Zeitinformation zwischen den Signalen dar, siehe hierzu weiter unten.

Wird im Bereich der Front nunmehr eine Auswertung lediglich über den vorderen LED-Peak am Beginn der Datenaufzeichnung durchgeführt, so ergibt sich der vom Messgerät ermittelte Geschwindigkeitswert von 89 km/h bei einem seitlichen Abstand von 6,0 m. Die Korrelations-

Koeffizienten betragen 0,87 bis 0,99, was einer hohen bis sehr hohen Übereinstimmung der Signale (Korrelationskoeffizient > 0,9, vgl. [10]) entspricht.

Auch ergibt sich z. B. bei der Auswertung des sechsten LED-Peaks (vgl. Abbildung 6) eine Geschwindigkeit von jeweils 89 km/h bei einem seitlichen Abstand von ca. 6 m und sehr hohen Korrelationskoeffizienten (durchweg mehr als 0,99)

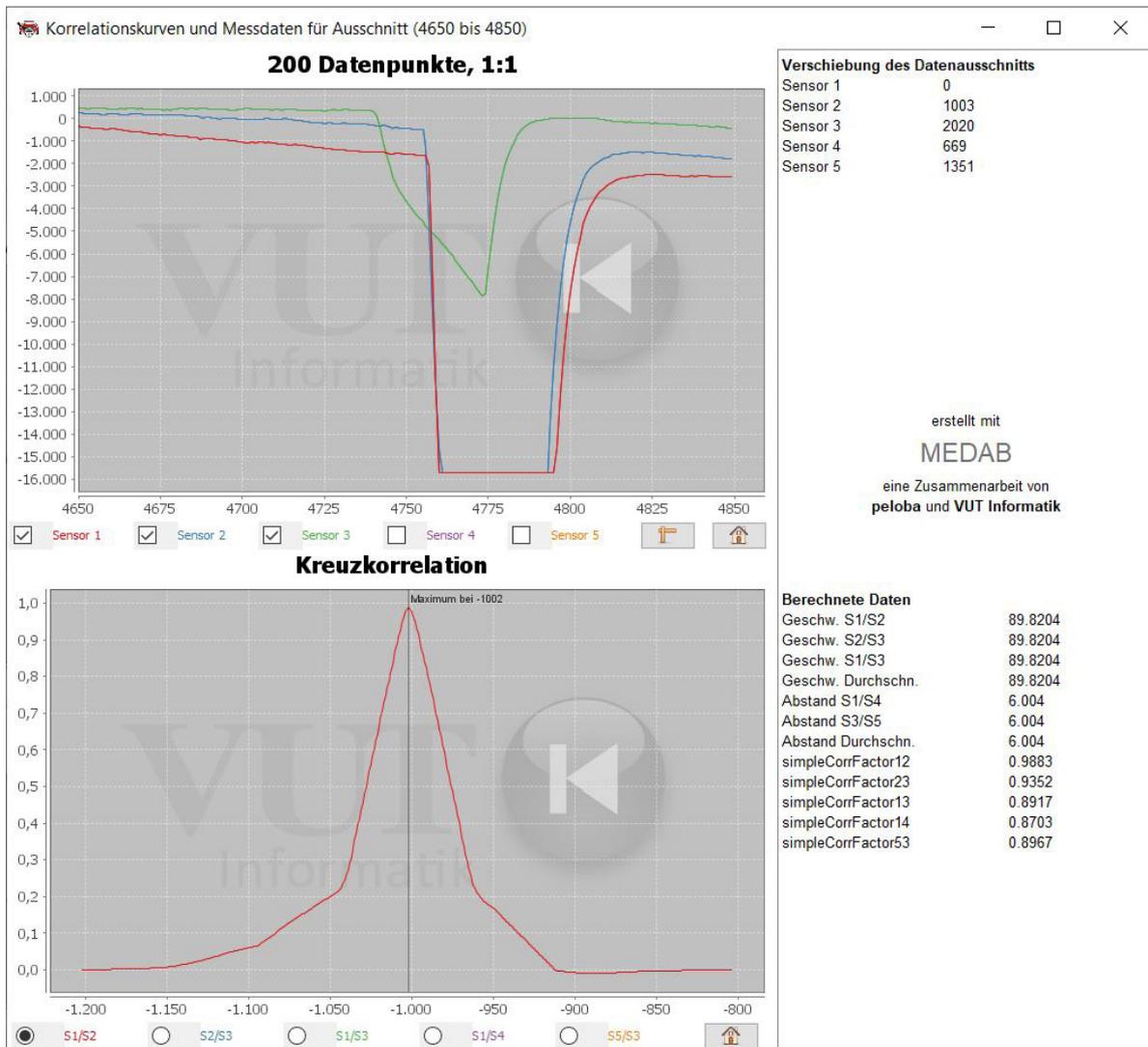


Abbildung 7: Teilauswertung des LED-Peaks am Beginn der Datenaufzeichnung

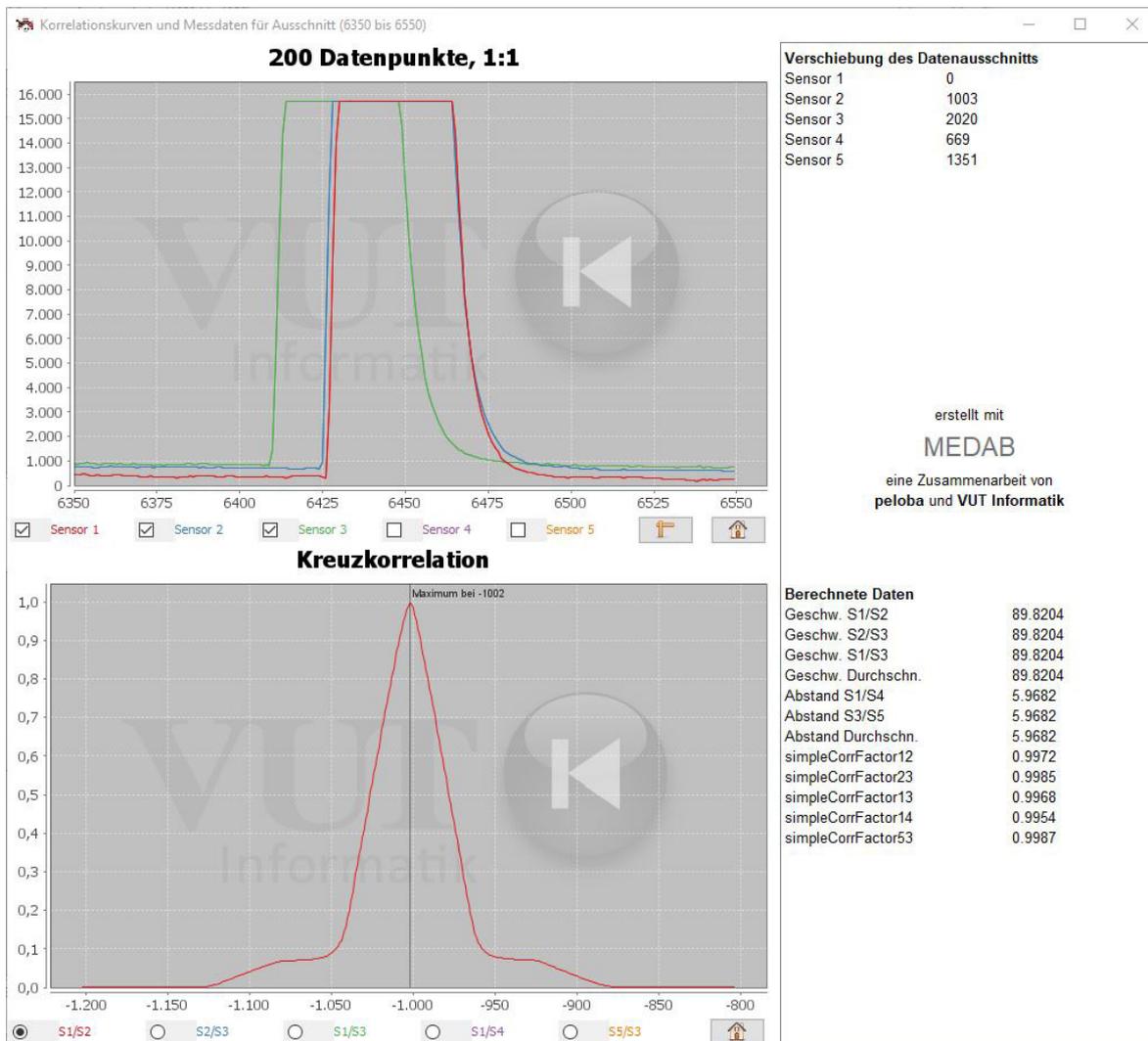


Abbildung 8: Teilauswertung des LED-Peaks im Datenbereich 6350 bis 6550

Die Breite der einzelnen Peaks im Bereich der Front lässt sich jeweils mit etwa 50 Punkten (0,5 ms) eingrenzen. Dies entspricht einer **Abtastlänge** von lediglich ca. **1 cm**.

Diese Peaks sind im gesamten Bereich des Frontsignals und auch bereits vor der tatsächlichen Einfahrt des Fahrzeuges in den Sichtbereich der Sensoren feststellbar, siehe hierzu weiter unten.

Die Periodendauer der LED lässt sich bei der Signalauswertung mit etwa 334 Abtastschritten (3,34 ms) nachvollziehen. Auch bei einer Auswertung zwischen Beginn, Maximum und Ende der „Hauptauschläge“ der LEDs (vgl. Abbildung 6) ergibt sich im Mittel ein Takt von 3,34 ms. Das Maximum der Korrelationsfunktion zwischen Sensor 1 und 2 liegt bei 1002 Abtastschritten (10,02 ms), was insofern exakt der 3-fachen Periodendauer des LED-Takts entspricht.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die etwaige Taktfrequenz von 3,34 ms im Signal von Sensor 1.

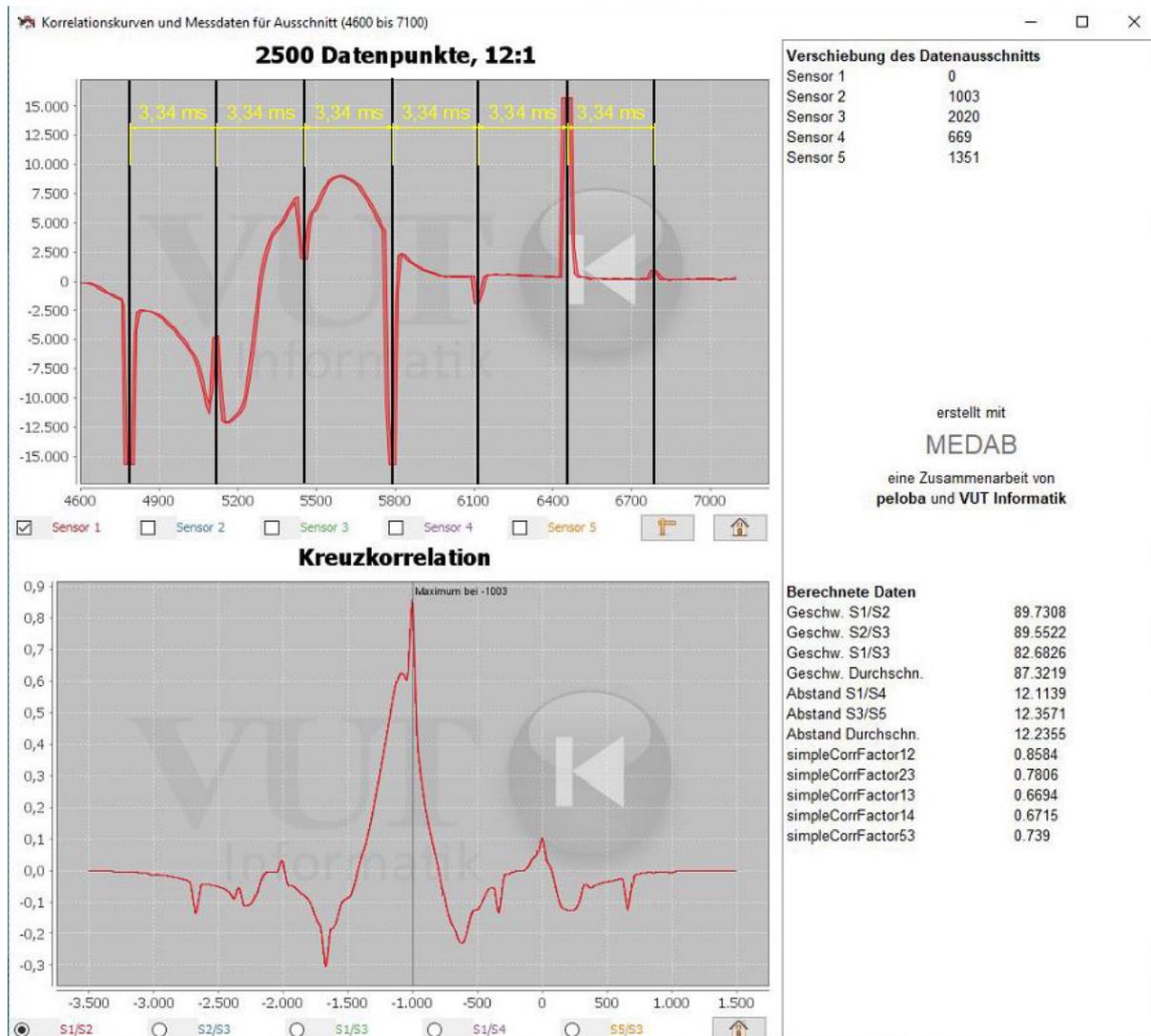


Abbildung 9: Veranschaulichung der etwaigen Taktfrequenz der LED

Im Bereich des **Fahrzeughecks** ist ein deckungsgleicher Verlauf der Signale ohne LED-Einfluss gegeben.

Durch die abschnittsweise Auswertung der über das Heck bzw. die Heckleuchten aufgezeichneten Signale ist die fehlerhafte Auswertung des Messgeräts an der Front eindeutig belegt.

Bereits rein optisch ist erkennbar, dass die Signale unter Zugrundelegung der vom Messgerät „vorläufig“ ermittelten Geschwindigkeit (88 - 89 km/h, siehe Abbildung 4) nicht deckungsgleich verlaufen.

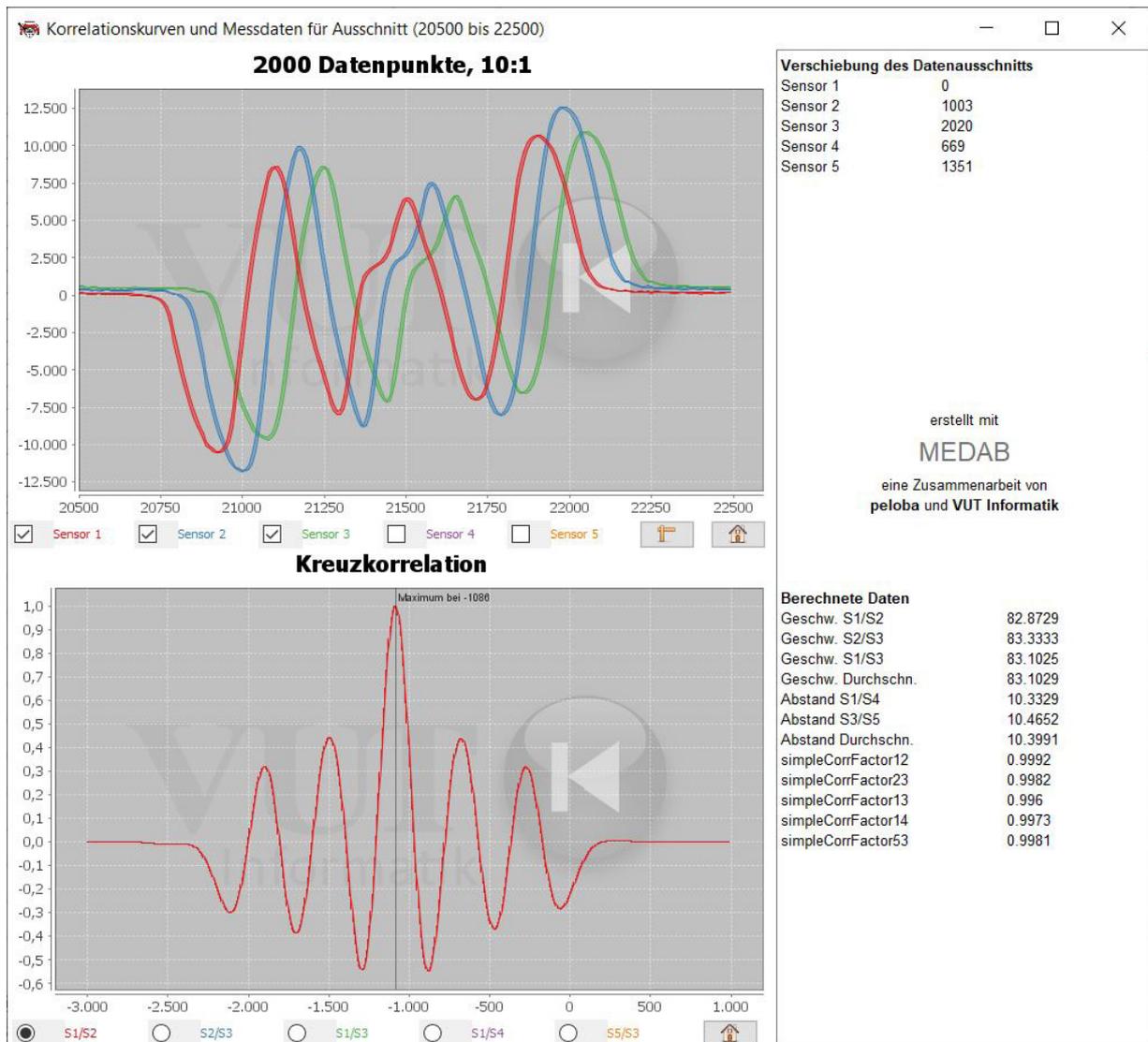


Abbildung 10: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale am „Fahrzeugheck“

Durch die Auswertung des hinteren Datenabschnitts ergeben sich **Geschwindigkeitswerte von 82,87 km/h bis 83,33 km/h** bei einem seitlichen **Abstand von ca. 10,4 m**.

Die Korrelationskoeffizienten betragen jeweils mehr als 0,99, d. h. die Übereinstimmung der Signale ist durchweg sehr hoch (Korrelationskoeffizient > 0,9).

Bei der Auswertung der über das Heck aufgezeichneten Signale ohne LED-Einfluss ergibt sich somit eine um **6 km/h bis 7 km/h geringere Geschwindigkeit** und ein um **ca. 4,4 m größerer Abstand**.

Somit liegt auch die Abweichung bei der ermittelten Geschwindigkeit deutlich außerhalb der zulässigen Verkehrsfehlergrenze von **+/- 3 km/h**.

Der deckungsgleiche Verlauf der Signale im Bereich des Hecks ist nach Anpassung der zeitlichen Verschiebung an die korrekten Geschwindigkeits- und Abstandswerte bereits rein optisch erkennbar.

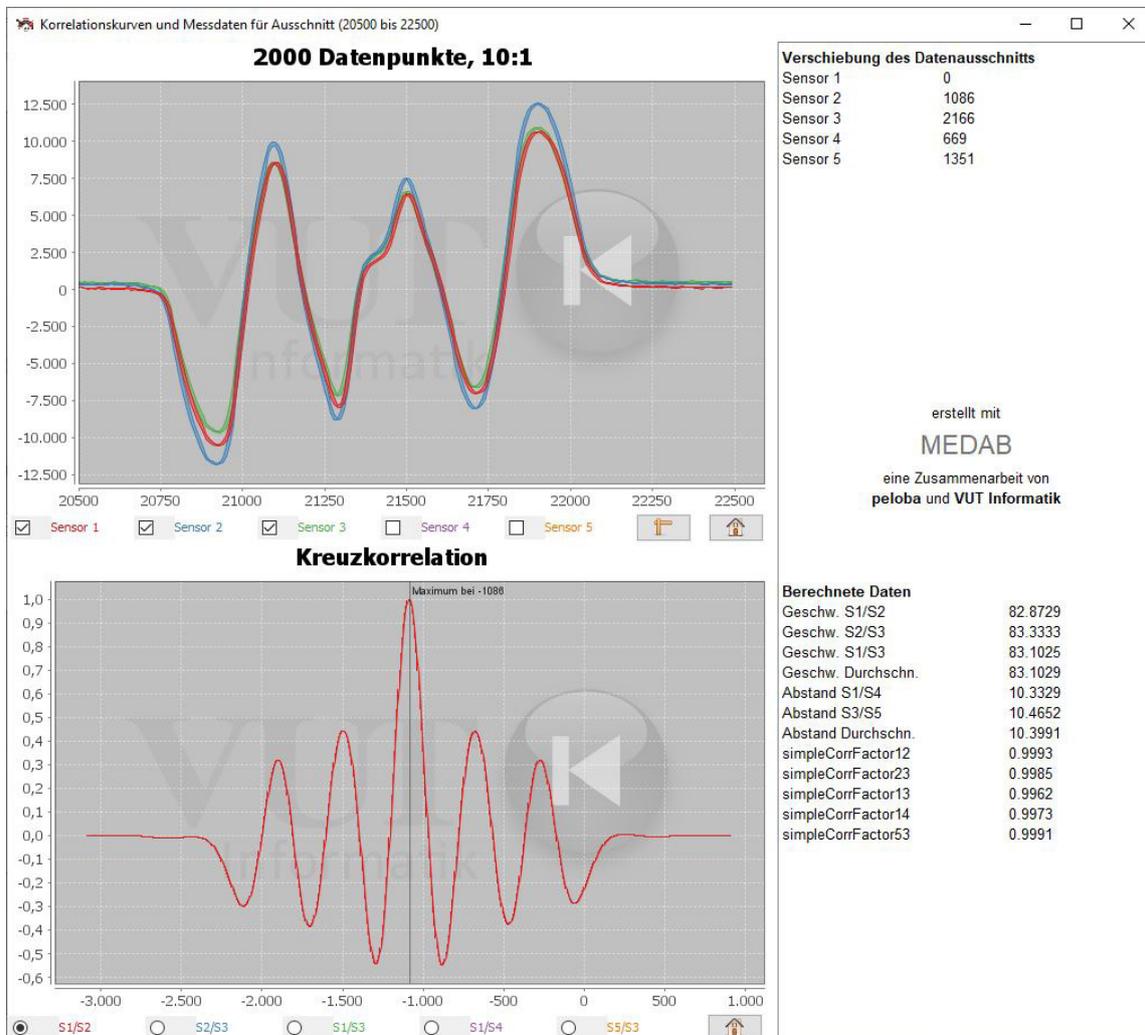


Abbildung 11: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale am „Fahrzeugheck“ nach Anpassung der Verschiebung an die durch die Kreuzkorrelationsfunktion ermittelten Werte

Die über die unbeeinflussten Signale am Heck ermittelten Ergebnisse lassen sich auch an kleinen Abschnitten an der Front feststellen, wie im Folgenden gezeigt wird.

### Weitergehende Auswertung im Bereich der Front

Im Bereich der Front sind neben den LED-Peaks zwei kleine Abschnitte mit (unter Zugrundelegung der vom Messgerät vorläufig ermittelten Werte) nicht deckungsgleich verlaufenden Signalen vorhanden.

Abbildung 12 zeigt die ungefähre Eingrenzung der beiden Bereiche an der Front, unter Zugrundelegung der vom Messgerät vorläufig ermittelten Werte. Weiterhin ist das bereits erwähnte Nebenmaximum im Verlauf der berechneten Korrelationsfunktion zwischen Sensor 1 und 2 im unteren Fenster durch einen Pfeil markiert.

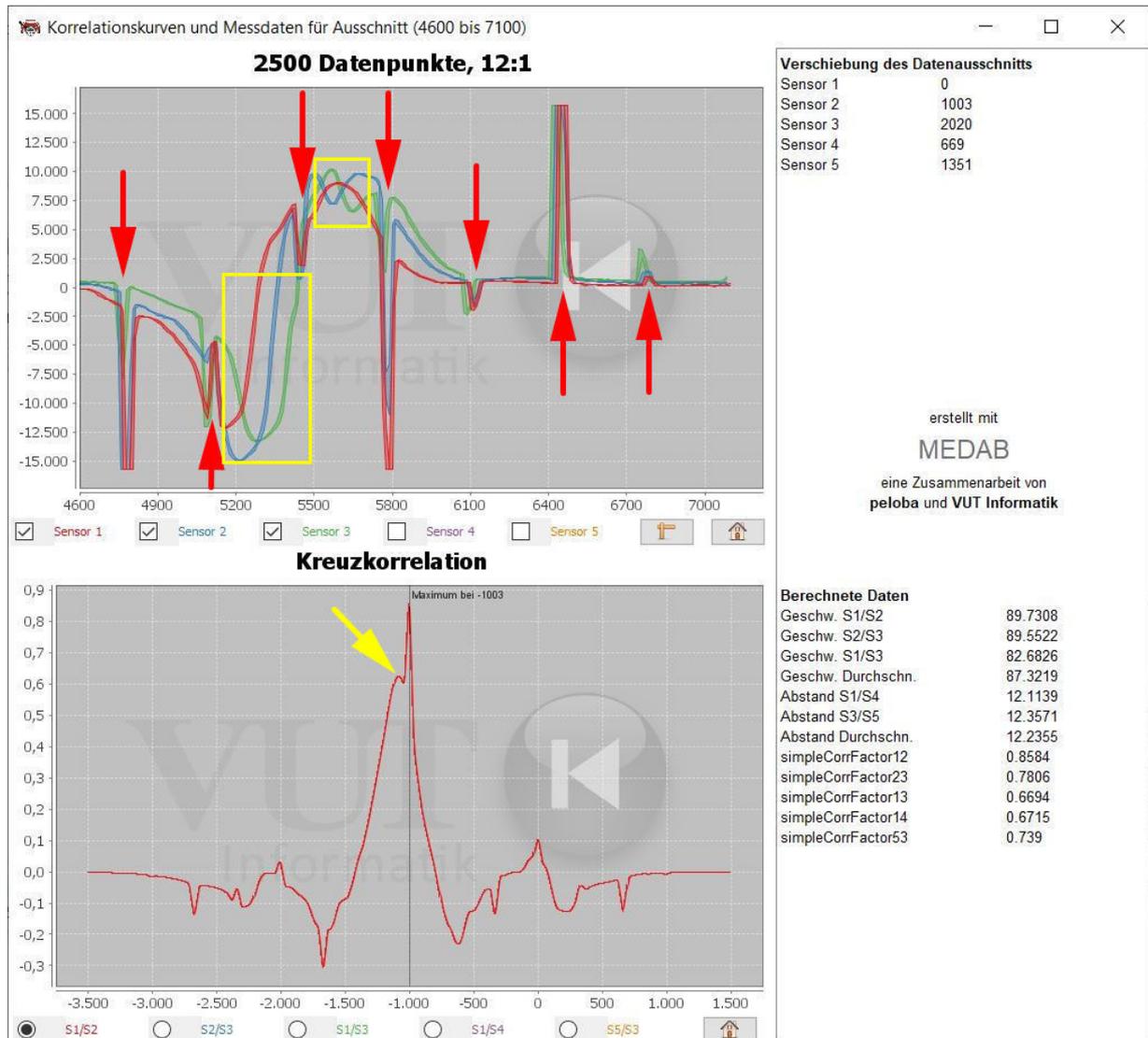


Abbildung 12: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale an der „Fahrzeugfront“ – gesamter Datenbereich mit etwaiger Eingrenzung der abweichenden Signalverläufe und Markierung des Nebenmaximums im Verlauf der Korrelationsfunktion (unteres Fenster)

Wird nunmehr die zeitliche Verschiebung der Signale an die über das Heck (korrekt) ermittelten Zeitwerte angepasst, so ist festzustellen, dass die LED-Peaks an der Front dementsprechend **nicht** mehr „übereinander liegen“, jedoch die Signale in den beiden markierten Abschnitten.

In Abbildung 13 ist der Verlauf für alle fünf Sensorsignale dargestellt. Unter Zugrundelegung der am Heck korrekt ermittelten Geschwindigkeits- und Abstandswerte (siehe Abbildungen 10 und 11) verlaufen die Signale insbesondere am vorderen Teilabschnitt nunmehr **alle deckungsgleich**.

Weiterhin ist im unteren Fenster das Nebenmaximum im Verlauf der Korrelationsfunktion vergrößert dargestellt. Hierbei ist ersichtlich, dass sich das Nebenmaximum zwischen Abtastpunkt 1090 und 1080, etwa bei 1085 Punkten (10,85 ms), ergibt. Dies entspricht bei einem Abstand von 0,25 m zwischen den beiden Sensoren einer **Geschwindigkeit von 82,94 km/h**.

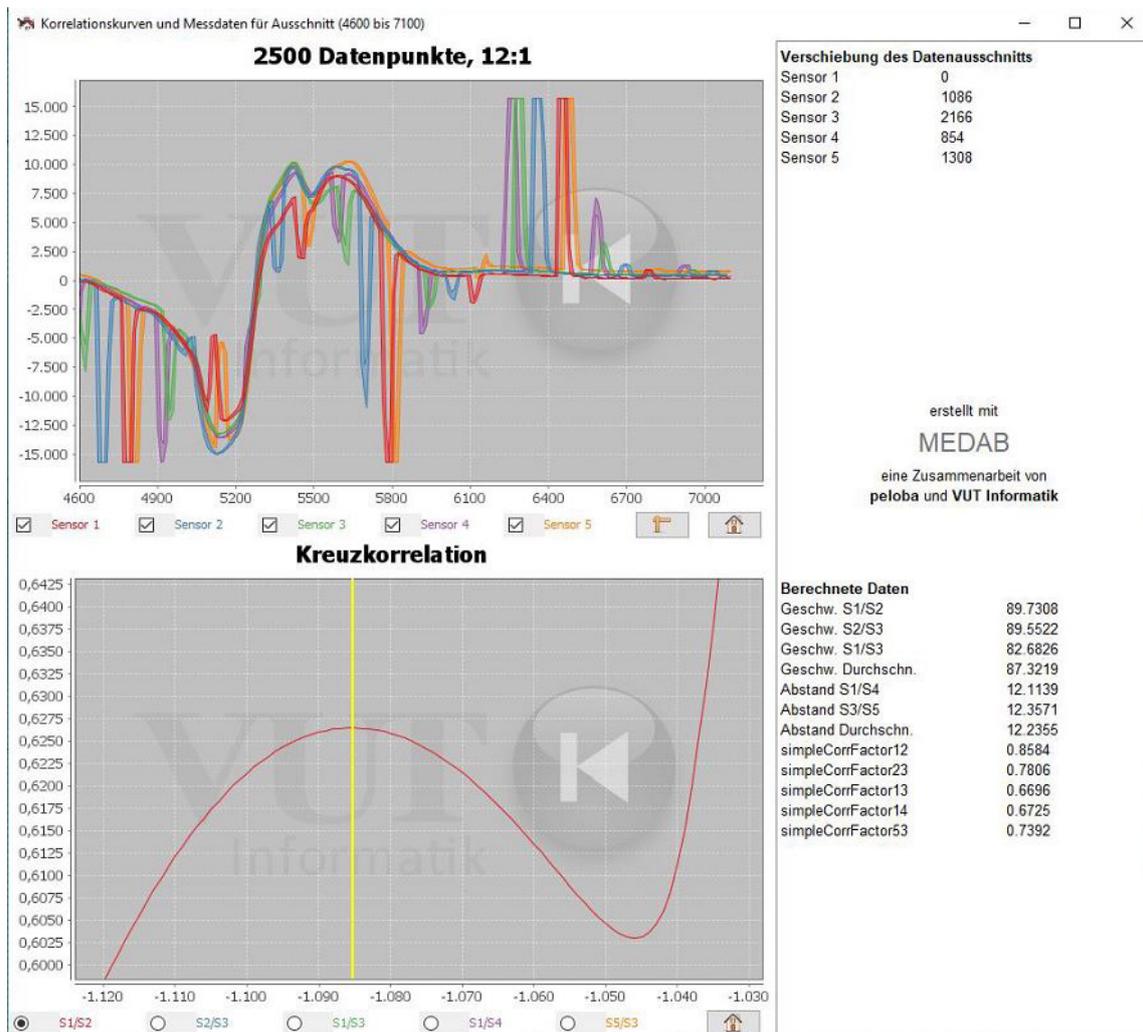


Abbildung 13: Auswertung der zeitlich verschobenen Messsignale an der „Fahrzeugfront“ – gesamter Datenbereich nach Anpassung der Verschiebung an die über das Heck ermittelten Zeitwerte und vergrößerte Darstellung des Nebenmaximums im Verlauf der Korrelationsfunktion (unters Fenster)

Auch bei einer manuellen Ermittlung des Zeitversatzes zwischen den Signalen im ersten gelb markierten Bereich in Abbildung 12 lässt sich der Zeitversatz mit etwa 1090 bzw. 1084 Abtast-

punkten (10,90 ms bzw. 10,84 ms) zwischen Sensor 1 und 2 sowie zwischen Sensor 2 und 3 eingrenzen.

Die folgende Abbildung zeigt die ungefähre Eingrenzung der Zeitdifferenz bei der manuellen Auswertung im entsprechenden Bereich der Front.

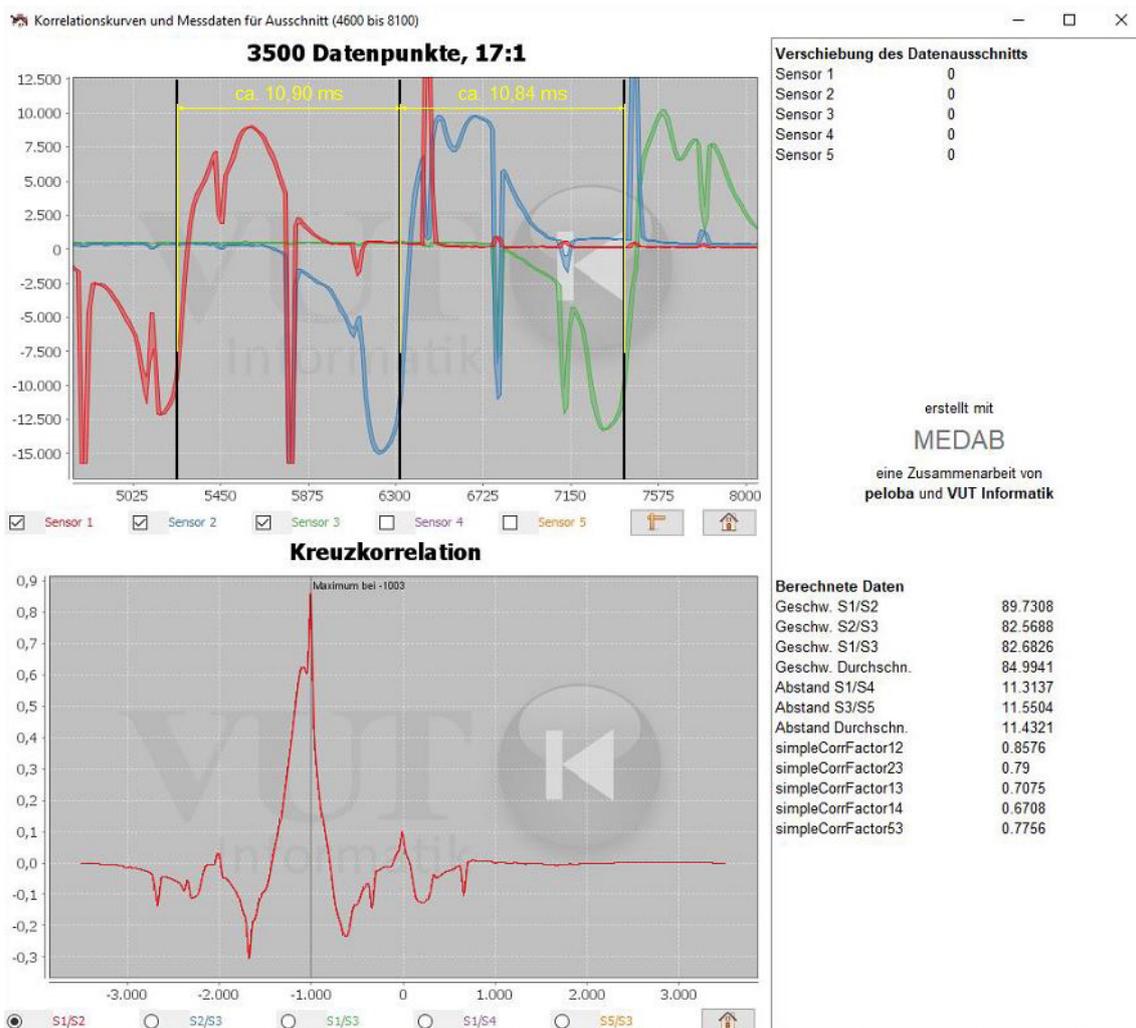


Abbildung 14: manuelle bzw. händische Auswertung des Zeitversatzes im Bereich der Front

Anhand der manuell ermittelten Zeitdifferenz von ca. 10,90 ms bzw. 10,84 ms sowie der Abstände zwischen den Sensoren von jeweils 0,25 m ergeben sich Geschwindigkeitswerte von **82,56 km/h** bzw. **83,03 km/h**.

Die im markierten Teilbereichen an der Front ermittelten Werte stehen insofern im Einklang mit dem Ergebnis der Auswertung über die unbeeinflussten Signale am Heck.

Die weitere Analyse des Signalverlaufs zeigt, dass der beschriebene LED-Effekt auch bereits vor der tatsächlichen Einfahrt des Fahrzeuges in den Sichtbereich der Sensoren festzustellen ist, da das Licht der LED-Scheinwerfer bereits mit geringer Intensität auf die Sensoren fällt.

Bei der Aufzeichnung der Rohmessdaten wird vom Messgerät in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit eine Datenmenge gespeichert, welche der Länge eines etwa 7 m langen Messsignals entspricht. Hiervon ist etwa eine Länge von 1 m für den Bereich vor der Einfahrt des Fahrzeuges in den Sichtbereich der Sensoren vorgesehen.

Aufgrund des geringen Signal-zu-Rausch Verhältnisses wurden die entsprechenden LED-Peaks im vorgelagerten Bereich vom Messgerät jedoch nicht als messauslösender Impuls registriert.

In Abbildung 15 ist der Teilabschnitt 1000 bis 3850 für die Sensoren 1 bis 3 dargestellt. Die im beschriebenen Takt vorhandenen LED-Peaks sind in den einzelnen Signalen bereits erkennbar.

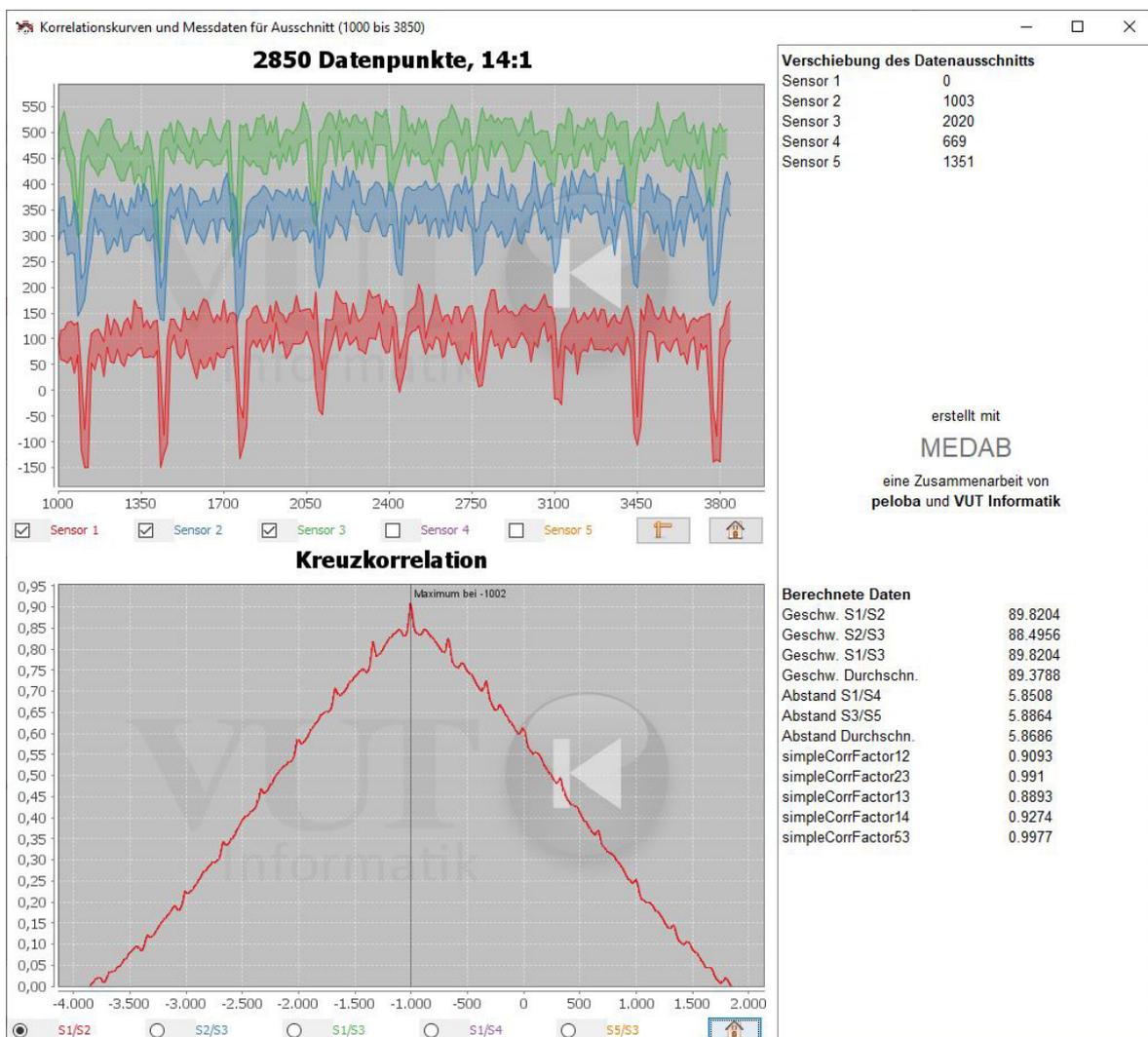


Abbildung 15: Signalverlauf im Abschnitt 1000 bis 3850, dargestellt für die Sensoren 1 bis 3

In Abbildung 16 ist der Verlauf für die Sensoren 1 bis 5 dargestellt, wobei hier die Signale zusätzlich um den Offset korrigiert wurden. Hierbei ist ein deckungsgleicher Verlauf aller fünf Signale erkennbar.

Auch der periodische Verlauf der Korrelationsfunktion bzw. der Abstand der einzelnen Maxima zueinander spiegelt den beschriebenen Takt der LEDs. Das Rechenergebnis ist dementsprechend von der Zeitvorgabe (hier 3-fache Periodendauer des LED-Takts) abhängig und lässt sich im Rahmen des Takts beeinflussen (z. B. 2-facher Takt entsprechen 134 km/h, 4-facher Takt entsprechen 67 km/h, etc.).

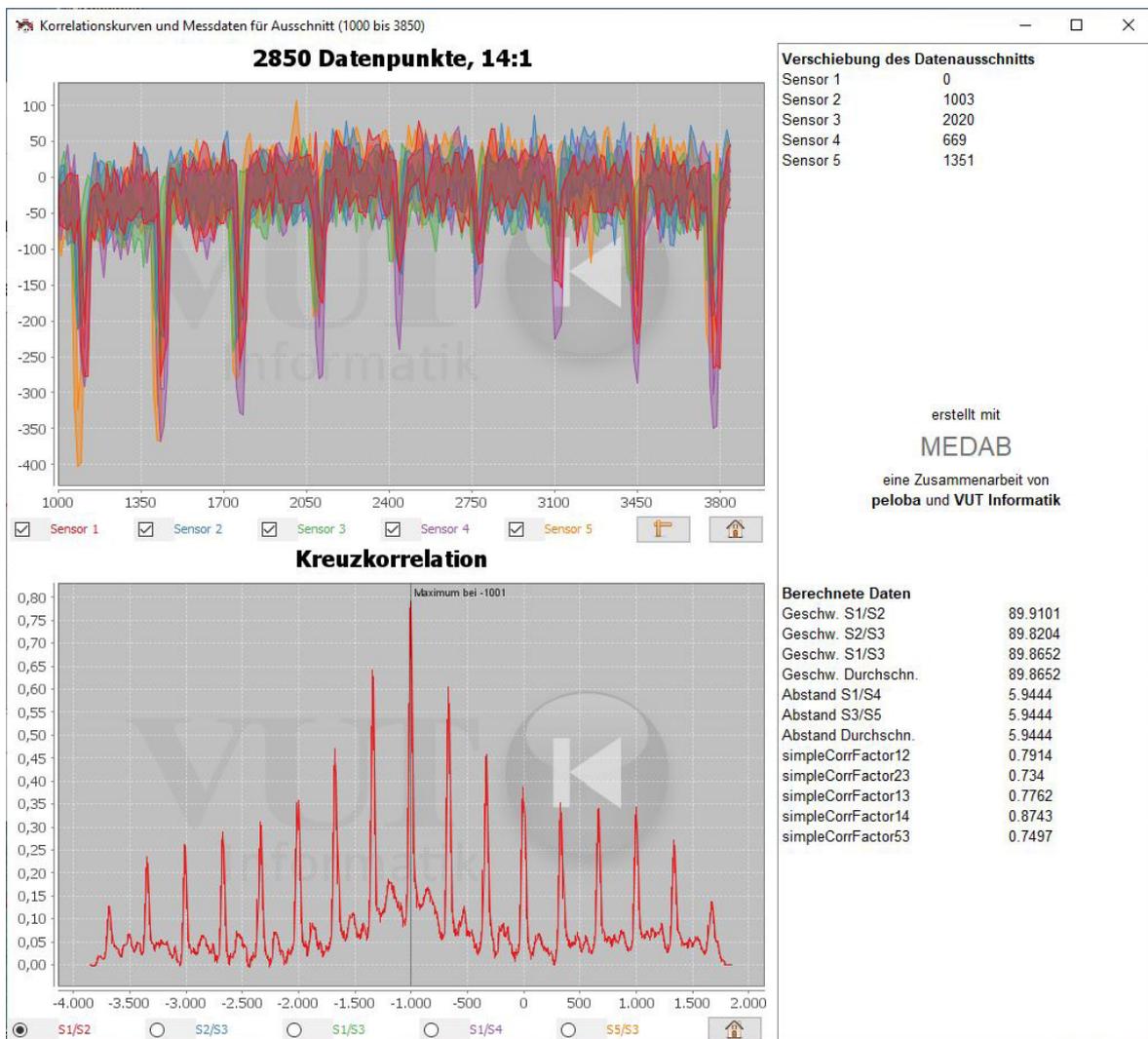


Abbildung 16: Signalverlauf nach Korrektur des Offsets im Abschnitt 1000 bis 3850, dargestellt für die Sensoren 1 bis 5

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass die Signalaufzeichnung am Beginn durch die beschriebenen LED-Peaks überlagert ist und bei der geräteinternen Auswertung („ein Peak genügt“) dadurch **nicht** die tatsächliche Geschwindigkeit des Fahrzeuges, **sondern** die Taktgeschwindigkeit der LED gemessen wurde.

Dies zeigt im Übrigen auch eindrucksvoll, dass „ein Peak“ ganz offensichtlich **nicht** genügt um eine **ausreichende Messsicherheit** herzustellen.

Hierzu ist – wie von der VUT bereits seit langer Zeit gefordert – eine Verifizierung der Geschwindigkeit an unterschiedlichen Stellen im Signalverlauf (z. B. Front und Heck) erforderlich. Sind solche Vergleiche in der selben Aufzeichnung nicht möglich, kann auch eine fehlerhafte Messwertbildung nicht ausgeschlossen werden (siehe hierzu auch [11])

### Fazit

Das gezeigte Fallbeispiel belegt (zum wiederholten Mal) eindrucksvoll die Möglichkeit von Fehlmessungen beim Einseitensensor aufgrund des Einflusses von LED-Leuchten am Fahrzeug.

Die unabhängige Auswertung der Rohmessdaten zeigt, dass bei der geräteinternen Auswertung aufgrund des LED-Einflusses eine um **6 km/h bis 7 km/h zu hohe Geschwindigkeit** und ein um ca. **4,4 m falscher Abstand** errechnet wurde. **Beide Werte liegen damit deutlich außerhalb der zulässigen Verkehrsfehlergrenzen.**

Der Arbeitsgruppe 1.31 der PTB kann daher nur dringend empfohlen werden, dieser bereits mehrfach und detailliert beschriebenen Problematik endlich mit einer sachgerechten Haltung zu begegnen und sich der Sachverständigenschaft zu einer fachlichen Diskussion zu stellen.

Die Rohmessdaten der gezeigten Messung werden der PTB selbstverständlich für eine eigene Auswertung zur Verfügung gestellt. Eine Unterstützung bei der Signalanalyse bieten wir ebenfalls an.

**Es muss jedoch nicht nur ein Umdenken bezüglich der aufgezeigten Problematik, sondern auch im Allgemeinen in Bezug auf die Bedeutung der Rohmessdaten sowie die Notwendigkeit von deren Speicherung erfolgen.**

Die Speicherung von Rohmessdaten wird durch die PTB momentan **aktiv untersagt** und hat beim ES 8.0 beispielsweise dazu geführt, dass die vormals vorhandenen und abgespeicherten Rohmessdaten, mit neuester Softwareversion des Sensors (1.1.0.2) **nicht** mehr gespeichert bzw. gelöscht werden und damit **nicht** mehr für eine unabhängige Überprüfung zur Verfügung stehen.

Diese Verfahrensweise entbehrt aus technischer Sicht jeder wissenschaftlichen Grundlage und die diesbezügliche Argumentation der PTB wurde auch aus juristischer Sicht bereits entsprechend bewertet [12].

**Bei vorhandenen Zweifeln am vorgeworfenen Geschwindigkeitswert ist zur technischen Überprüfung (wie gezeigt) die unabhängige Auswertung der Rohmessdaten unerlässlich.**

Beim ES 3.0 ist eine entsprechende Auswertung durch Vorlage der Falldatei möglich. Beim ES 8.0 ist zunächst umgehend dafür zu sorgen, dass die Rohmessdaten (wie auch vor der Einführung der Softwareversion 1.1.0.2 Sensors) wieder gespeichert werden, entweder durch ein erneutes Softwareupdate oder aber durch Umrüstung auf die bisherige Softwareversion 1.0.0.22.

## Literaturverzeichnis

- [1] Stellungnahme VUT vom 14.11.2017: ES 3.0 – Neue technische Entwicklungen stellen die Bauartzulassung in Frage, <https://vut-verkehr.de/downloads/2017-11-14-ES3.0%20LED.pdf>
- [2] Optische Täuschung - schneller dank LED, R. Bladt, H.-P. Grün, M. Grün, M. Müller, D. Schäfer, R. Schäfer, S. Schellenberg, <https://vut-verkehr.de/aktuelles/53/es3-0-und-led--fehlmessung-bewiesen>
- [3] M. Wenderoth, Th. Bock, A. Sitzmann, V. Fürbeth, R. Bladt, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, März 2019, S. 94-99
- [4] M. Mummert, T. Steinacker, Deutsches Autorecht, Mai 2020, S. 280-290
- [5] D. Schäfer / M.Grün - Messungen im Straßenverkehr, Burhoff/Grün (Herausgeber), 5. Auflage, Randnummer 1074ff, ZAP Verlag, 2020
- [6] AG Meißen, Urt. v. 29.5.2015 – 13 OWi 703 Js 21114/14
- [7] D. Polin: Flimmereffekte von pulsweiten-modulierter LED-Beleuchtung, Dissertation, TU Darmstadt, Fachbereich Lichttechnik, 2015
- [8] Keine falschen Geschwindigkeitsmesswerte bei eso-Einseitensensoren für Fahrzeuge mit LED-Scheinwerfern oder intermittierenden Blinkern. Stand: 2. Juni 2020 / Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.7795/520.20200526>
- [9] PTB Stellungnahme zu ES 3.0 und LED – Erwartbar und irrelevant, <https://vut-verkehr.de/aktuelles/51/ptb-stellungnahme-zu-es3-0-und-led---erwartbar-und-irrelevant>
- [10] Kessler, Multivariate Datenanalyse: für die Pharma-, Bio- und Prozessanalytik
- [11] Dr. Mathias Grün, VRR 2014, S. 14-18
- [12] J. Thiele, Die Speicherung von „Zusatzdaten“ bei Geschwindigkeitsmessungen unter eichrechtlichen Gesichtspunkten, Deutsches Autorecht, November 2020, S. 614 - 618