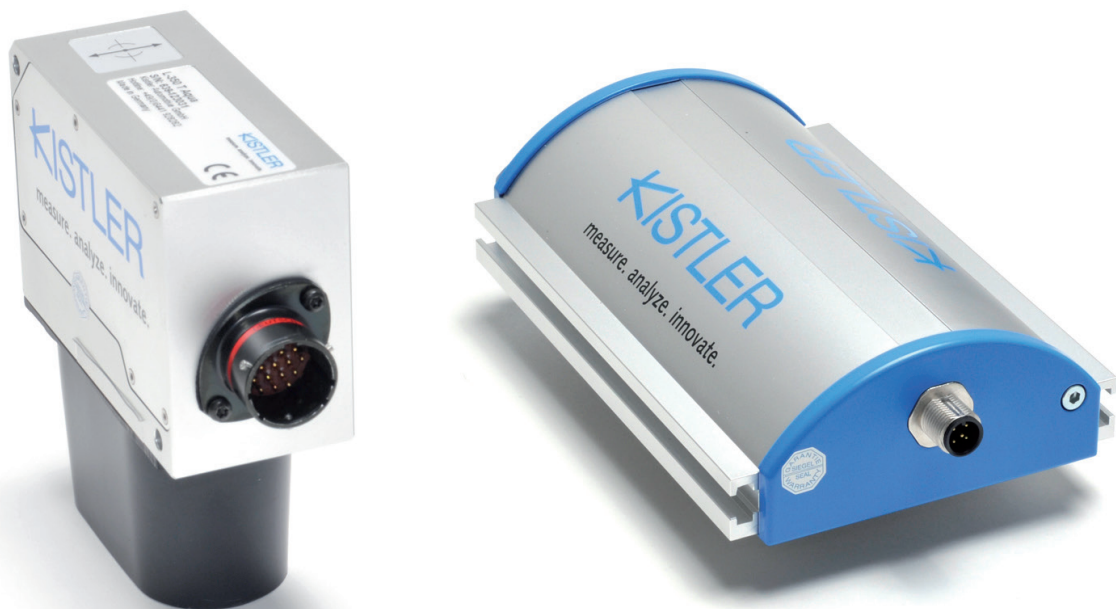


Messtechnik für die Bremswegabnahme an Schienenfahrzeugen

Berührungsfrei arbeitende Sensoren sind schon über viele Jahre Standard bei der Wegstreckenmessung über Grund z.B. bei Straßen- und Schienenfahrzeugen.

Herstellerseitig erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung, die das Messverfahren weiter optimiert.



Verfügbare Systeme

- System mit Korrelationsoptischem Sensor für die Bremswegabnahme an Straßenbahnen
- System mit Mikrowellensor für die Bremswegabnahme an Straßenbahnen

Bestandteile eines jeden Systems sind der Sensor mit Signalelektronik, eine Lichtschranke mit Schaltsignalverteiler, Reflexfolie (oder zwei Reflektoren), Kabel und je nach Bestellumfang eine Sensorhalterung. Zum Lieferumfang gehört weiterhin die Software CeCalWin.

Zusätzlich muss der Anwender einen Notebook / PC bereitstellen.

Sensorkalibrierung

Um die Spezifikationen für die erreichbare Messgenauigkeit im täglichen Messbetrieb erreichen zu können, sind bestimmte Vorgehensweisen grundsätzlich erforderlich und deren Einhaltung nachzuweisen.

Die Sensorkalibrierung steht dabei an erster Stelle.

Ein Wegstreckensensor hat eine definierte Messrichtung. Bei der Montage des Sensors am Messfahrzeug lässt sich der Sensor mit definierter Messrichtung nur per Augenschein parallel zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausrichten. Durch die Montage entsteht ein systematischer Fehler.

In jedem Fall wird sich ein gewisser Verdrehwinkel, oder eine Nicht-Parallelität der Messrichtung des Sensors und der Fahrtrichtung des Fahrzeugs, nicht vermeiden lassen. Der Verdrehwinkel beeinflusst das Messergebnis des Sensors und damit die erreichbare Messgenauigkeit.

Die Lösung hierzu ist die vom Hersteller vorgeschriebene Kalibrierung des Sensors nach der Montage am Fahrzeug.

Definition der Kalibrierstrecke/ Referenzwegstrecke

Generell wird für die Kalibrierung eines jeglichen Sensors eine Referenzgröße herangezogen. Diese Referenzgröße muss mit einer um Faktor 10 besseren Messgenauigkeit (als die des zu kalibrierenden Sensors) ermittelt werden.

Für den Wegsensor ist also eine vermessene Wegstrecke notwendig. Das Vermessen dieser „Referenzwegstrecke“ muss mit einer um Faktor 10 höheren Genauigkeit erfolgen.

Die vom Hersteller spezifizierte Messgenauigkeit (jeweils bei einer Wegstrecke von > 200m) ist:

- +/- 0,5% der Messtrecke für den Mikrowellensensor MicroStar oder MicroStar II
- +/- 0,2% der Messtrecke für den korrelationsoptischen Sensor L350aqua.

Damit muss die Referenzstrecke für die Sensorkalibrierung mit einer Messgenauigkeit von +/- 0,05% bzw. +/- 0,02% vermessen sein. Hierfür empfiehlt sich der Einsatz von Laser-Messtechnik.

Die Vermessung und deren Güte sollte in jedem Fall in einem Protokoll dokumentiert werden, das zum Bestandteil der Qualitätssicherung wird.

Die Referenzstrecke muss eine Gerade sein. Vor dem Anfangspunkt und hinter dem Endpunkt muss jeweils ausreichend Distanz zum Beschleunigen auf die Fahrgeschwindigkeit beim Kalibrieren und ggf. Abbremsen hinter der Kalibrierstrecke vorhanden sein.

Beim Einsatz an Straßenbahnen muss außerdem sichergestellt sein, dass der Zug auch am Beginn und Ende der Kalibrierdistanz in gestreckter Länge fährt, da sich sonst der montierte Sensor bei Kurvenfahrt auf einem Radius statt auf einer Geraden bewegt. Damit würde die Wegstreckenmessung einem zusätzlichen Fehler unterliegen.

Anfangs- und Endpunkt der Kalibrierstrecke werden jeweils mit einem Reflektor (oder mit Reflexfolie) markiert. Beide Reflektoren müssen unverrückbar montiert sein, damit die Genauigkeit der Kalibrierstrecke unverändert bleibt. Empfohlen wird die Montage der Reflektoren seitlich am Fahrbahnrand / Gleisbett (z.B. an Fahrleitungsmasten).

Die Kalibrierung selbst ist bei möglichst konstanter Geschwindigkeit durchzuführen. Die Fahrgeschwindigkeit am Anfangspunkt sollte dabei gleich der Fahrgeschwindigkeit am Endpunkt sein. Dies erhöht die Genauigkeit der Kalibrierung.

Hinweis:

Die Referenzstrecke sollte nicht weniger als 100m betragen.

Sensormontage

Bei der Montage des Sensors am Fahrzeug muss darauf geachtet werden, dass die Montagehöhe über Grund (Messoberfläche) den Vorgaben des Herstellers entspricht.

Die Messrichtung des Sensors sollte per Augenschein parallel zur Fahrtrichtung ausgerichtet werden.

Beim Mikrowellensensor dürfen die beiden Radarkeulen nicht durch Teile der Karosserie etc. abgeschattet werden.

Weitere Details zur Sensormontage finden Sie in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Sensors.

Beispiel L-360 Aqua:

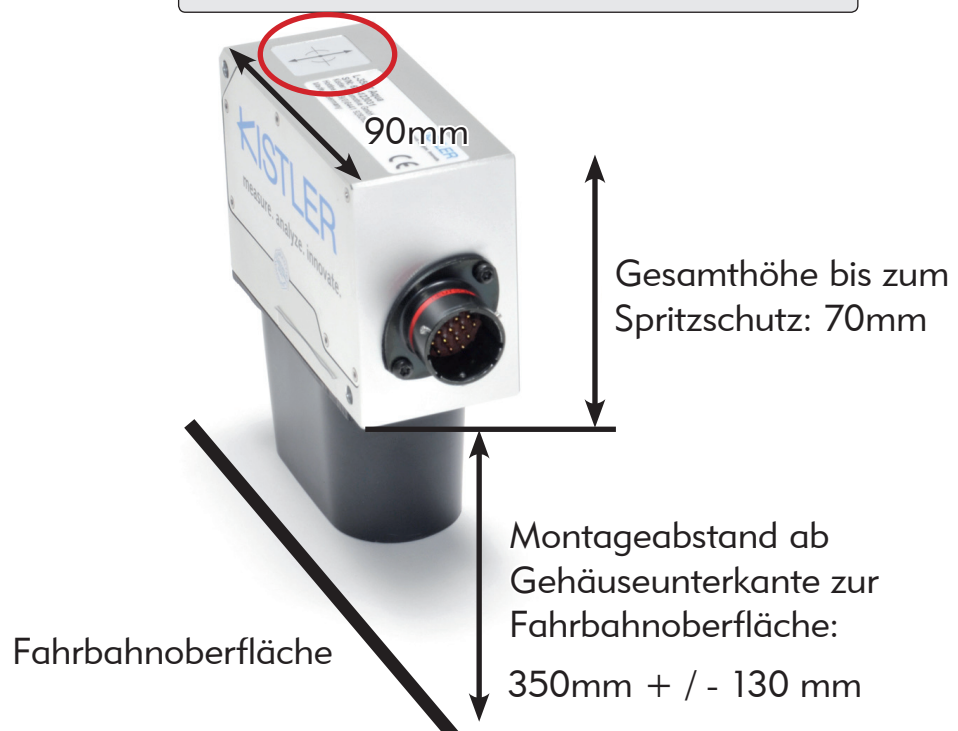
Für optimale Leistung und Genauigkeit muss der Montageabstand zwischen Unterseite des Sensors (ohne Spritzschutz) und der Fahrbahnoberfläche 350 ± 130 mm betragen.

Hinweis:

L-350 Sensoren sind für Längs- und Quermontage erhältlich. Eine spezielle Markierung auf der Oberseite des Sensorkopfes zeigt an, für welche Montagerichtung der Sensor geeignet ist.

Hinweis:

Bei Nässe oder Schnee montieren Sie bitte den Sensor vorne am Fahrzeug. So können Sie vermeiden, dass die Messung durch aufspritzendes Wasser oder Schnee beeinträchtigt wird.



Montage der Lichtschranke

Die Lichtschranke sendet Licht aus und empfängt das reflektierte Licht selbst wieder.

Erkennt die Lichtschranke ihr eigenes Licht, so sendet sie das Triggersignal aus.

Die Lichtschranke benötigt einen Reflektor. Dieser kann ein massiver Reflektor sein oder aber auch eine Folie. Beispielhaft wird die Montage mit der selbstklebenden Reflexfolie beschrieben.

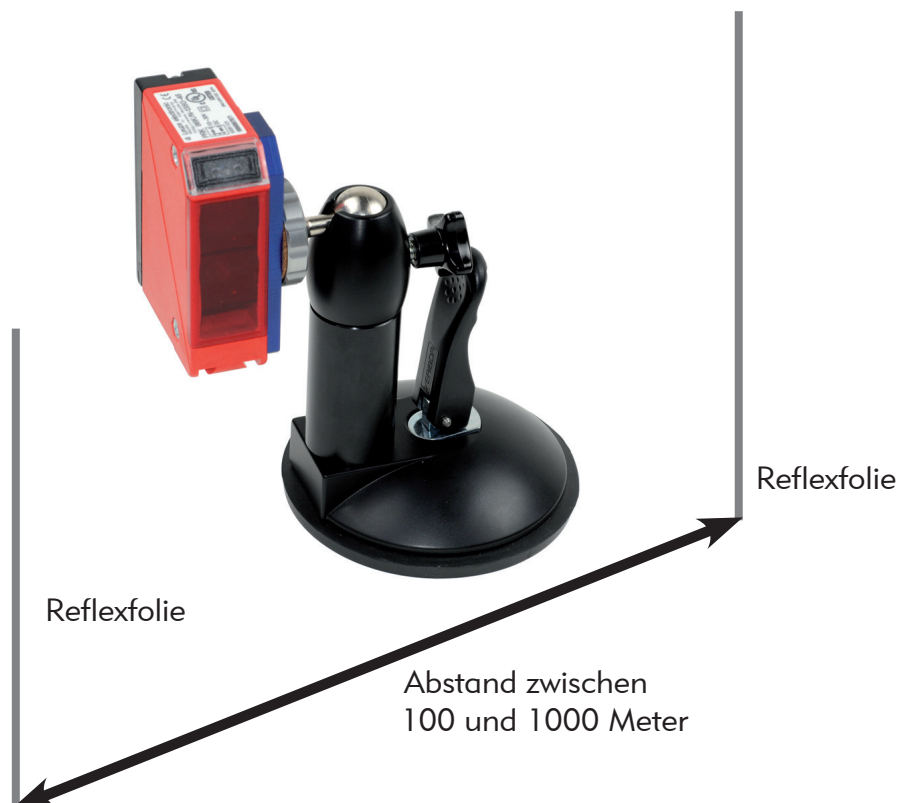
Die Reflexfolie sollte im Abstand von etwa 1m bis 5m zur Lichtschranke montiert sein.

Die Reflexfolie muss senkrecht zur Lichtschranke montiert sein.

Beispiel:

Neben der geraden Strecke stehen zwei Laternenpfosten. Die Reflexfolie wird senkrecht an die beiden Laternenpfosten geklebt.

Die Lichtschranke wird am Fahrzeug senkrecht zu den Reflexfolien ausgerichtet.



Softwareinstallation

Für die Software CeCalWin ist mindestens Windows XP mit Service Pack 3 erforderlich.

Für die Installation sind Administrator-Rechte notwendig.

Auf dem PC/Notebook darf im Messbetrieb keine Software zur Virenerkennung laufen und eine Überwachung der USB-Schnittstelle (bzw. serielle Schnittstelle) durch eine Firewall-Software muss ebenfalls ausgeschaltet sein.

Weitere Details zur Softwareinstallation finden Sie in der dazu gehörenden Bedienungsanleitung.

Ablauf der Sensorkalibrierung

Mit der Kalibrierfahrt wird die Abweichung zwischen der exakt vermessenen Kalibrierdistanz und der vom Sensor gemessenen Wegstrecke ermittelt.

Die am Fahrzeug montierte Lichtschranke (Option zum Sensor), erzeugt am Beginn und am Ende der Kalibrierdistanz ein Impulssignal (Triggersignal), das die Wegstreckenmessung des Sensors startet und beendet (Triggerung).

Die Signalelektronik berechnet die Abweichung zwischen der vom Sensor gemessenen Wegstrecke und der exakt vermessenen Kalibrierdistanz. Zur Korrektur der Abweichung wird ein Kalibrierfaktor berechnet und im Sensor abgespeichert. Mit diesem Vorgang ist der Messfehler durch den Verdrehwinkel bei der Sensormontage exakt erfasst und durch den berechneten Kalibrierfaktor korrigiert. Der systematische Fehler auf Grund der Montage wird somit eliminiert.

Damit können nun Wegstreckenmessungen mit der vom Sensorhersteller definierten Messgenauigkeit durchgeführt werden.

Streckentest

Um die erfolgreiche Kalibrierung des Sensors und damit die Güte des Messsystems nachweisen zu können, ist das Fahren eines Streckentests vor dem Beginn der Messungen für die Bremswegabnahme sinnvoll. Das Ergebnis dieses Streckentests ist in jedem Fall Bestandteil der Dokumentation der nachfolgenden Messungen der Bremswegabnahme.

Ein weiterer Streckentest nach dem Abschluss aller Messungen für die Bremswegabnahme dokumentiert erneut die Güte des Messsystems. Damit kann angenommen werden, dass die Güte während aller Messungen innerhalb der Herstellerspezifikation gelegen hat.

Das Ergebnis dieses abschließenden Streckentests ist wiederum Bestandteil der Dokumentation der zuvor durchgeführten Messungen der Bremswegabnahme.

Zur Ausführung des Streckentests wird die bekannte Kalibrierdistanz erneut abgefahren und die dabei vom Sensor gemessene Strecke erfasst. Zur Triggerung am Anfang und Ende der Strecke werden wie bei der Kalibrierfahrt die Lichtschranke und die beiden Reflektoren verwendet.

Das Ergebnis des Streckentests ist hinsichtlich der Messgenauigkeit zu bewerten. Das Ergebnis muss innerhalb des Toleranzbereiches liegen, der sich aus der Kalibrierdistanz zuzüglich / abzüglich der zulässigen Wegstreckenabweichung des Sensors ergibt.

Die Erfahrung zeigt, dass das Ergebnis des Streckentests bei vorschriftsmäßiger Anwendung des Systems immer innerhalb des Streckenintervalls liegt.

Messungen der Bremswegabnahme

Die einzelnen Messungen mit allen Parametern wie z.B. Bedingungen für Start und Ende der Messung lassen sich in der Software CeCalWin definieren und abspeichern. Diese Parameterdatei kann dann auch auf weitere Notebooks kopiert werden. Damit steht der gesamte Messablauf auf anderen Notebooks ebenfalls zur Verfügung. Zum Ausführen einer vorher definierten Messung, wird diese in der Software ausgewählt und gestartet.

Weitere Informationen hierzu finden Sie in der Bedienungsanleitung zur Software CeCalWin.

Zum Auslösen der Bremswegmessung wird üblicherweise ein Spannungspegel aus der Steuerung der Straßenbahn verwendet. Dieses Signal wird über das LBI-Interface des Messsystems in das Messsystem eingespeist. Dieses Interface bietet Eingänge für das Bremssignal und für die Lichtschranke. Damit kann je nach Typ der Messfahrt (z.B. Kalibrierung, Streckentest, Bremswegmessung) zwischen beiden Schaltsignalen für die Triggerung umgeschaltet werden.

**Bitte fordern Sie bei Interesse weitere Informationen/
Datenblätter an.**