

---

# Modell 6140

## Vertikaler In-Place

## Neigungsmesserstrang

### Bedienungsanleitung





## **GARANTIEERKLÄRUNG**

GEOKON garantiert, dass seine Produkte bei normaler Verwendung und Wartung für einen Zeitraum von 13 Monaten ab Kaufdatum frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind. Falls bei dem Gerät eine Fehlfunktion auftritt, muss es frachtfrei zur Überprüfung an das Werk zurückgesandt werden. Wenn bei der Überprüfung durch GEOKON ein Defekt festgestellt wird, wird das Gerät kostenlos repariert oder ersetzt. Die GARANTIE ERLISCHT, wenn das Gerät Anzeichen von Manipulation aufweist oder aufgrund von übermäßiger Korrosion oder Strom, Hitze, Feuchtigkeit oder Vibrationen, unsachgemäßer Spezifikation, falscher Anwendung, Missbrauch oder anderen Betriebsbedingungen, die außerhalb der Kontrolle von GEOKON liegen, beschädigt wurde. Für Komponenten, die durch unsachgemäßen Gebrauch verschleißt oder beschädigt werden, gilt keine Garantie. Hierzu zählen beispielsweise Sicherungen und Batterien.

GEOKON stellt wissenschaftliche Instrumente her, deren unsachgemäße Verwendung potenziell gefährlich ist. Die Instrumente dürfen nur von qualifiziertem Personal montiert und verwendet werden. Es werden keine Garantien außer den hier beschriebenen gewährt. Es werden keine anderen ausdrücklichen oder stillschweigenden Garantien gewährt, einschließlich, aber ohne Einschränkung auf die stillschweigenden Garantien der Marktgängigkeit und der Eignung für einen bestimmten Zweck. GEOKON ist nicht für Schäden oder Verluste an anderen Geräten verantwortlich, gleich ob direkte, indirekte, zufällige, besondere oder Folgeschäden, die dem Käufer durch die Installation oder Verwendung des Produkts entstehen können. Das einzige Rechtsmittel des Käufers bei einer Verletzung dieser Vereinbarung durch GEOKON oder einer Verletzung einer Gewährleistung durch GEOKON darf den Kaufpreis nicht übersteigen, den der Käufer an GEOKON für die Einheit oder Einheiten oder die Ausrüstung gezahlt hat, die direkt von einer solchen Verletzung betroffen sind. Unter keinen Umständen erstattet GEOKON dem Antragsteller Verluste, die durch das Entfernen und/oder die Neuinstallation von Geräten entstehen.

Bei der Erstellung von Handbüchern und/oder Software wurde größte Sorgfalt auf Genauigkeit verwendet. GEOKON übernimmt weder die Verantwortung für eventuell auftretende Auslassungen oder Fehler noch die Haftung für Schäden oder Verluste, die sich aus der Verwendung der Produkte entsprechend den im Handbuch oder in der Software enthaltenen Informationen ergeben.

Kein Teil dieser Bedienungsanleitung darf ohne schriftliche Genehmigung von GEOKON in irgendeiner Form vervielfältigt werden. Die hierin enthaltenen Informationen werden als genau und zuverlässig angesehen. GEOKON übernimmt jedoch keine Verantwortung für Fehler, Auslassungen oder Fehlinterpretationen. Die hierin enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

Die GEOKON® Wortmarke und das Logo sind eingetragene Marken beim Patent- und Markenamt der Vereinigten Staaten.



# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1. EINFÜHRUNG</b> .....	1
<b>2. INSTALLATION</b> .....	2
<b>2.1 KABELVERBINDUNGEN</b> .....	2
<b>2.2 VORTESTS</b> .....	2
<b>2.3 VERBINDEN DES AUFHÄNGUNGSGEWICHTS</b> .....	3
<b>2.4 SENSORAUSRICHTUNG</b> .....	4
<b>2.5 INSTALLATION DER SENSOREN IM GEHÄUSE</b> .....	5
<b>2.6 ANZEIGE</b> .....	9
<b>2.7 VIERPOLIGER WASSERDICHTER ANSCHLUSS</b> .....	10
<b>3. MODBUS RTU-PROTOKOLL</b> .....	12
<b>3.1 EINFÜHRUNG IN MODBUS</b> .....	12
<b>3.2 MODBUS RTU-ÜBERSICHT</b> .....	12
<b>3.3 MODBUS-TABELLEN</b> .....	12
<b>4. ABLESUNG DURCHFÜHREN</b> .....	14
<b>4.1 KOMPATIBLE DATENLOGGER</b> .....	14
<b>5. DATENREDUZIERUNG</b> .....	15
<b>5.1 NEIGUNGSBERECHNUNG</b> .....	15
<b>5.2 VERSCHIEBUNGSBERECHNUNG</b> .....	15
<b>5.3 TEMPERATUREFFEKTE</b> .....	17
<b>5.4 UMWELTFAKTOREN</b> .....	17
<b>6. FEHLERBEHEBUNG</b> .....	18
<b>ANHANG A. SPEZIFIKATIONEN</b> .....	19
<b>A.1 MODELL 6140 VERTIKALER IN-PLACE-NEIGUNGSMESSERSTRANG</b> .....	19
<b>A.2 TEILELISTE</b> .....	20
<b>ANHANG B. TYPISCHES INSTALLATIONSLAYOUT</b> .....	23
<b>B.1 MODELL 6140 VERTIKALER IPI-STRANG-STANDARD-MONTAGE</b> .....	23
<b>B.2 MODELL 6140 VERTIKALE IPI-STRANGVERLÄNGERUNG-MONTAGE</b> .....	24
<b>ANHANG C. TYPISCHE KALIBRIERUNGSBERICHTE</b> .....	25
<b>ANHANG D. MODBUS-ADRESSIERBARES SYSTEM</b> .....	29
<b>D.1 MODBUS-KOMMUNIKATIONSPARAMETER</b> .....	29
<b>D.2 FEHLERCODES</b> .....	29
<b>ANHANG E. CRBASIC PROGRAMMIERUNG</b> .....	30

<b>E.1 BEISPIEL FÜR CR1000-PROGRAMM</b> .....	30
<b>E.2 BEISPIEL FÜR CR6-PROGRAMM</b> .....	30
<b>ANHANG F. INSTALLATIONS-/DEMONTAGE-HEBESYSTEM</b> .....	32
<b>F.1 INSTALLATION EINES STRANGS MITHILFE DES HEBESYSTEMS</b> .....	33
<b>F.2 ENTFERNEN EINES STRANGS MITHILFE DES HEBESYSTEMS</b> .....	38
<b>ANHANG G. EINSTELLUNG DES AUFHÄNGUNGSKABELS</b> .....	41
<b>G.1 ANBRINGUNG DER AUFHÄNGUNGSHALTERUNG</b> .....	41

## 1. EINFÜHRUNG

---

Das Funktionsprinzip des GEOKON Modells 6140 Vertikaler In-Place-Neigungsmesserstrang besteht in der Verwendung von MEMS-Neigungssensoren (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme), um genaue Messungen der Neigung über Segmente eines Neigungsmessergehäuses zu ermöglichen.

Das Modell 6140 Vertikaler IPI-String besteht aus einer Reihe biaxialer MEMS-Neigungssensoren, die in robusten Gehäusen aus technischem Polymer eingebaut sind. Ein federbelastetes Rad und zwei feste Räder ermöglichen es dem Strang, sich positiv in die Rillen eines herkömmlichen 70- oder 85-mm-Neigungsmessers zu verankern, wodurch der Azimut mit der Tiefe beibehalten wird. Die Messkette wird oben im Gehäuse mithilfe eines Aufhängungskabels und einer Halterung befestigt. Je nach Stranglänge und Standortbedingungen kann es erforderlich sein, den Strang durch Aufhängungsgewichte, die am untersten Sensor befestigt werden, zusätzlich zu spannen.

Die Sensoren im Neigungsmesserstrang sind mechanisch mit hochfesten Flugzeugkabelbaugruppen verbunden, die sich frei um den Verbindungspunkt drehen können. Die elektrische Verbindung der Sensoren erfolgt über ein gemeinsames Buskabel. Der oberste Sensor verfügt über einen wasserdichten Anschlussstecker, der eine einfache Montage an das gewählte Anzeigegerät (PC, Datenlogger, SCADA-System usw.) über ein vom Kunden angegebenes Anzeigekabel ermöglicht.

Jeder Sensor gibt kalibrierte Neigungs- (Winkelgrad) und Temperaturwerte (Grad Celsius) aus, die problemlos in MS Excel oder eine beliebige Neigungsmesser-Visualisierungssoftware importiert werden können, ohne dass die Rohdaten in technische Einheiten umgerechnet werden müssen.

Der vertikale IPI-Stang des Modells 6140 verwendet zur Kommunikation das Industriestandardprotokoll Modbus® Remote Terminal Unit (RTU). Es verwendet eine elektrische RS-485-Schnittstelle (Halbduplex), die für ihre Verbreitung, Einfachheit und ihren Erfolg als robuste, industrielle physische Schicht bekannt ist. Die Überwachung kann mit digitalen Hochleistungs- und adressierbaren Loggern von GeoNet, dem adressierbaren Buskonverter Modell 8020-38, Datenloggern der Serie Modell 8600, Datenloggern von Campbell Scientific oder jedem anderen Gerät erfolgen, das als Modbus RTU-Client betrieben werden kann und über einen RS-485-Anschluss verfügt.

Für Messketten mit mehr als 50 Sensoren ist die Verwendung eines Installations-/Demontage-Hebesystems Modell 6140-HOIST erforderlich. Weitere Informationen finden Sie unter Anhang F.

## 2. INSTALLATION

---

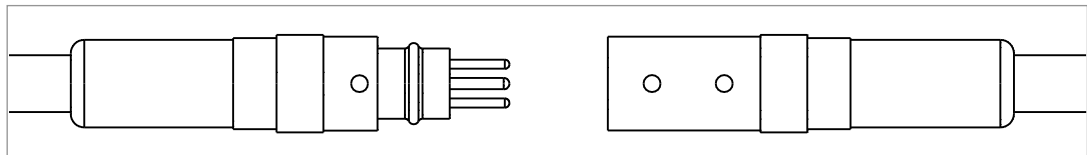
Eine visuelle Demonstration finden Sie im Installationsvideo für das Modell 6140 ([geokon.com/Inclinometer-Videos#6140-install](http://geokon.com/Inclinometer-Videos#6140-install)).

### 2.1 KABELVERBINDUNGEN

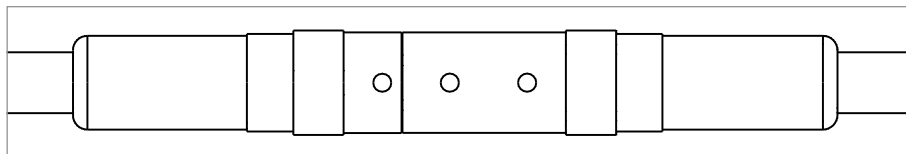
Richten Sie beim Herstellen von Kabelverbindungen den Orientierungspunkt auf der Außenseite des Steckers mit den beiden Orientierungspunkten auf der Außenseite der Buchse aus (Abbildung 1). Dadurch wird sichergestellt, dass die Stifte und Buchsen der Steckverbinder richtig ausgerichtet sind. Um das Eindringen von Wasser zu verhindern, achten Sie darauf, die Steckverbinder zusammenzudrücken, bis sie vollständig verbunden sind (Abbildung 2). GEOKON empfiehlt, die Steckverbinder mit elektrischem oder schwarzem Isolierband abzukleben, um die Sicherheit zu erhöhen.

**Hinweis:** Um das Zusammenstecken zu erleichtern, sind die Stecker mit dielektrischem Fett versehen. Entfernen Sie dieses Fett nicht.

**Vorsicht!** Es muss darauf geachtet werden, dass der Kabelmantel nicht zerschnitten oder beschädigt wird, da sonst Feuchtigkeit in das Innere des Strangs gelangen und die Sensoren irreparabel beschädigt werden könnten.



**ABBILDUNG 1:** Kabelanschlussdetails



**ABBILDUNG 2:** Angeschlossene Kabel

### 2.2 VORTESTS

Überprüfen Sie vor der Installation die Sensoren auf ordnungsgemäße Funktion, indem Sie die folgenden Schritte ausführen.

**Bei Strängen mit weniger als 100 Sensoren fahren Sie mit Schritt 4 fort.**

1. Bringen Sie die Strangabschnitte in die richtige Reihenfolge, indem Sie die Etiketten auf den Versandkartons beachten. Nehmen Sie sie nicht aus den Kartons.
2. Verbinden Sie die Strangabschnitte miteinander, indem Sie den Kabelstecker eines Abschnitts in die Kabelbuchse des nächsten stecken. Die Anschlüsse sind zwischen den einzelnen Abschnitten mit farbcodiertem Klebeband markiert. Versandkartons werden in der Reihenfolge ihrer Bestellung und ggf. mit der Strangfolgenkennung beschriftet. (Siehe Abschnitt 2.1 für Einzelheiten zum Kabelanschluss.)
3. Wiederholen Sie diesen Vorgang, bis der gesamte Strang verbunden ist. Das Flugzeugaufhängungskabel muss zu diesem Zeitpunkt nicht angeschlossen werden.
4. Stecken Sie den Kabelstecker des obersten Sensors im Strang in die Buchse des Auslekabels.
5. Verbinden Sie den IPI-Strang mit einem Datenlogger oder PC (siehe Abschnitt 2.6 für weitere Einzelheiten).
6. Das Kippen des Versandkartons von einer Seite auf die andere sollte zu steigenden oder fallenden Messwerten für alle Sensoren führen. Die auf der Anzeige angegebene Temperatur

sollte nahe der Umgebungstemperatur liegen. Wiederholen Sie diesen Vorgang mit den restlichen Versandkartons. **Wenn einer dieser Vortests fehlschlägt, lesen Sie bitte Abschnitt 6 zur Fehlerbehebung.**

Sobald die Vortests abgeschlossen sind, trennen Sie den Strang vom Anzeigergerät und trennen Sie die Strangabschnitte voneinander (falls zutreffend). **Beim Trennen nicht am Kabel ziehen, sondern die Stecker greifen und vorsichtig auseinanderziehen.**

### 2.3 VERBINDEN DES AUFHÄNGUNGSGEWICHTS

In einigen Fällen benötigt der Sensorstrang keine Gewichtsbefestigung. Verwenden Sie nach Möglichkeit nur das geringstmögliche Gewicht, um die Installation zu erleichtern und die Spannung auf dem Strang zu minimieren. Bei bestimmten Installationen kann jedoch zusätzliches Gewicht erforderlich sein, um eine korrekte Positionierung zu gewährleisten. Zu diesem Zweck werden zwei 5-Pfund-Gewichte mitgeliefert.

Die nachstehende Tabelle dient lediglich als allgemeine Orientierungshilfe. Die tatsächlichen Gewichtsanforderungen können je nach Standortbedingungen variieren.

		Stranglänge	
		≤25 Sensoren	>25 Sensoren
Wasserstand im Gehäuse	Trocken	0 Gewichte	1 Gewicht
	Voll	1 Gewicht	2 Gewichte

**TABLE 1:** Referenz für die empfohlene Anzahl an Gewichten

**Note:** Zu den weiteren vor Ort verfügbaren Variablen, die die Gewichtsanforderungen beeinflussen können, gehören:

- Gehäusedurchmesser (70 mm vs. 85 mm)
- Wasserstand
- Stranglänge
- Bohrlochkrümmung/Profil
- Unregelmäßigkeiten im Gehäuse
- Gehäusedrehung/Spirale
- Sediment

Sollte unklar sein, ob zusätzliches Gewicht erforderlich ist, beginnen Sie die Installation ohne anzubringendes Gewicht. Sollten Schwierigkeiten auftreten (z. B. Widerstand oder Zug am Strang), entfernen Sie den Strang, befestigen Sie ein Gewicht und versuchen Sie die Installation erneut. Wiederholen Sie diesen Vorgang, falls zusätzliches Gewicht erforderlich ist.

Die nachstehend beschriebene Aufhängungsgewichtsverbindung dient sowohl zum Anbringen eines Gewichts am Strang als auch zum Verbinden zweier Gewichte.

1. Entfernen Sie den Sicherheitsstift des Aufhängungsgewichts, indem Sie den Widerhaken herunterdrücken und am Ring ziehen.



**ABBILDUNG 3:** Details zum Sicherungsstift

2. Ziehen Sie die Federhülse am Aufhängungsgewicht zurück.



**ABBILDUNG 4:** Federhülse zurückziehen

3. Verbinden Sie den Kugelbolzen des Endsensors mit dem Empfänger am Gewicht und lassen Sie dann die Federhülse los.



**ABBILDUNG 5:** Den Kugelbolzen aufnehmen

4. Um ein unbeabsichtigtes Zurückziehen der Hülse während des Gebrauchs zu verhindern, setzen Sie den Sicherungsstift erneut ein.

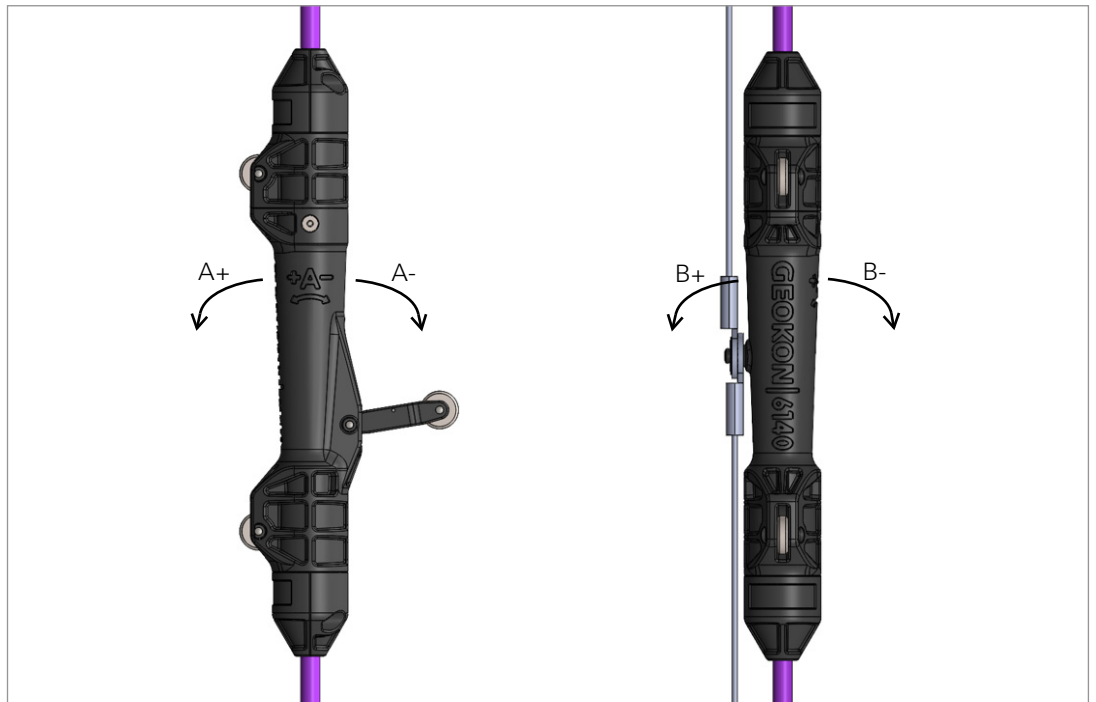


**ABBILDUNG 6:** Verbindung hergestellt

## 2.4 SENSORAUSRICHTUNG

Alle Sensoren sollten beim Einbau in das Gehäuse in die gleiche Richtung ausgerichtet sein. Das MEMS-Gerät überwacht sowohl die A- als auch die B-Richtung (Abbildung 7). Die A+ und A-Richtungen zeigen zu den Sensorrädern und sind auf dem Sensorgehäuse markiert. Von oben betrachtet verläuft die B+ Richtung um 90 Grad im Uhrzeigersinn zur A+ Richtung.

Richten Sie die A+ Richtung in die gleiche Richtung wie die erwartete Bewegung, z. B. in Richtung der zu überwachenden Grabung oder hangabwärts für Anwendungen zur Hangevaluierung.



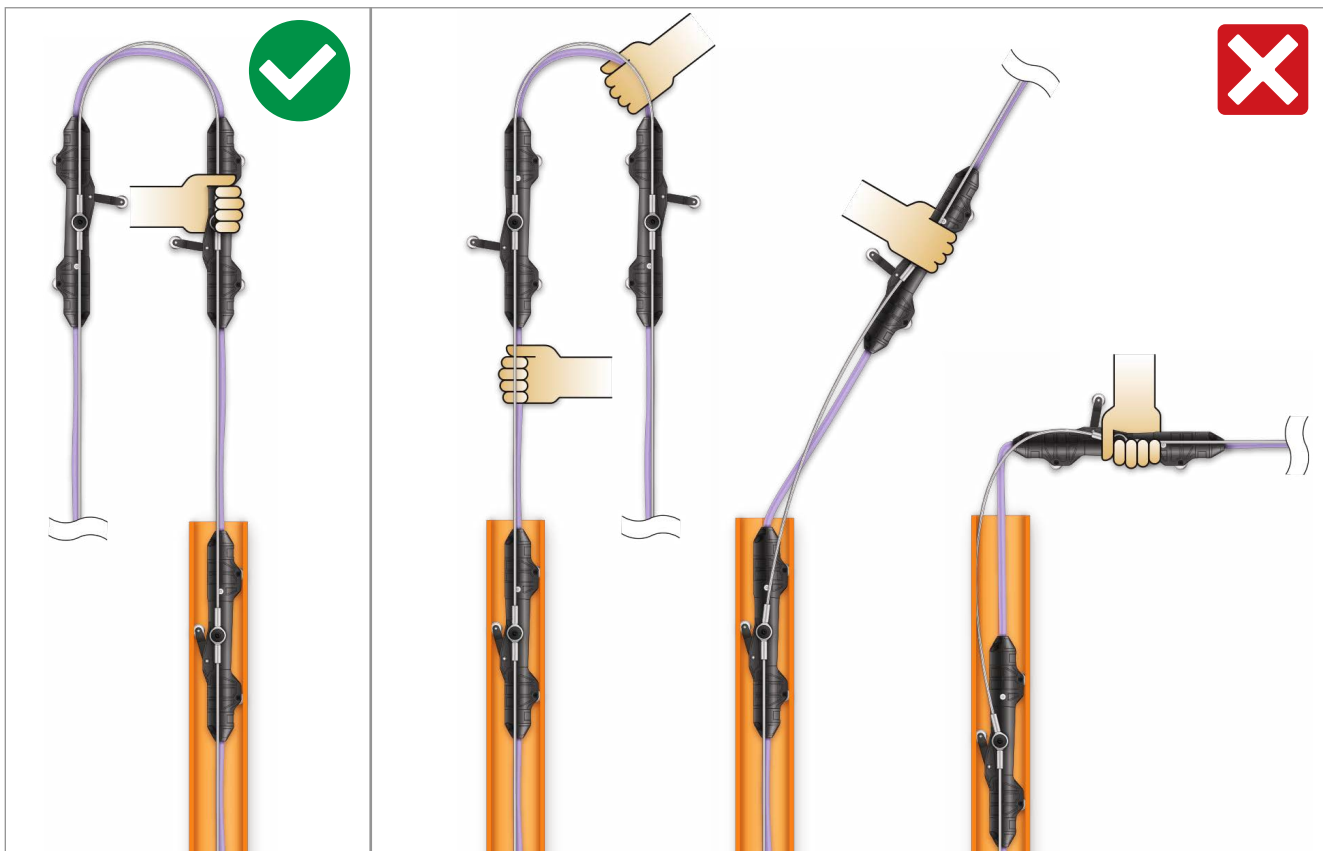
**ABBILDUNG 7:** A- und B-Richtungen

## 2.5 INSTALLATION DER SENSOREN IM GEHÄUSE

GEOKON empfiehlt, dass die Höhe der Gehäuseoberseite vom Boden aus nicht höher als 0,5 Meter (20 Zoll) sein sollte. Dies ermöglicht eine einfachere Installation mit einer geringeren Gefahr einer Verdrehung des Signalkabels und der Sensoren.

Die Verwendung des Installations-/Demontage-Hebesystems Modell 6140-HOIST ist erforderlich, um Messketten mit 50 oder mehr Sensoren zu unterstützen (siehe Anhang F). Das Gewicht des Strangs erhöht sich, je mehr Strangabschnitte in das Gehäuse eingebaut werden.

**Wichtig! Die Sensoren müssen senkrecht über dem Gehäuse gehalten werden, sodass das Gewicht des Strangs auf das Flugzeugkabel übertragen wird. Halten Sie den Strang an den Sensoren und nicht am Kabel. Andernfalls wird das Signalkabel zusätzlich beansprucht und es kann zu einer Beschädigung des gesamten Strangs kommen (siehe Abbildung 8).**



**FIGURE 8:** Sensorausrichtung

Installieren Sie die Sensoren gemäß den folgenden Schritten direkt aus dem Versandkarton in das Gehäuse.

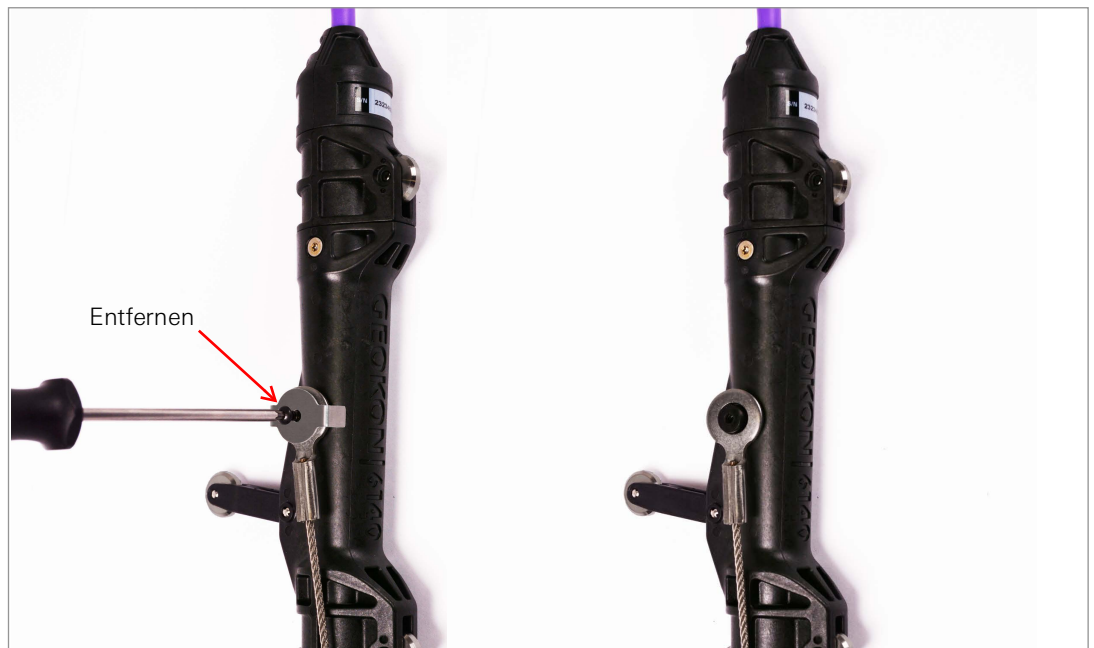
1. Setzen Sie gegebenenfalls zuerst das/die Aufhängungsgewicht(e) in das Gehäuse ein.
2. Setzen Sie den unteren Sensor ein und achten Sie dabei darauf, dass alle drei Räder des Sensors in den Nuten des Gehäuses liegen. Der Sensor sollte im Gehäuse wie in Abschnitt 2.4 beschrieben ausgerichtet werden.
3. Installieren Sie den nächsten Sensor des Strangs im Bohrloch und jeden weiteren Sensor wie zuvor beschrieben, bis der oberste Sensor des Strangs erreicht ist.
4. Setzen Sie den Sensorhalter in das Gehäuse ein und stecken Sie anschließend den oberen Sensor in die Halterung (Abbildung 9).



**ABBILDUNG 9:** Sensorhalter

**Für Stränge mit weniger als 100 Sensoren fahren Sie mit Schritt 6 fort.**

5. Verbinden Sie den nächsten Abschnitt des Strangs wie folgt mit dem bereits im Bohrloch befindlichen Abschnitt:
  - a. Entfernen Sie mit dem mitgelieferten Schraubendreher die Schraube und die Unterlegscheibe, mit denen das Flugzeugkabel am oberen Sensor des aktuellen Strangfolgenabschnitts befestigt ist.



**ABBILDUNG 10:** Schraube entfernen

- b. Nehmen Sie die Flugzeugkabelöse vom unteren Sensor des nächsten Strangabschnitts und ordnen Sie sie über der vorhandenen Öse an (Abbildung 11).



**ABBILDUNG 11:** Öse aus dem nächsten Strangabschnitt über der vorhandenen Öse anordnen

- c. Sichern Sie beide Ösen am oberen Sensor, indem Sie Schraube und Unterlegscheibe wieder anbringen. Abbildung 12 zeigt die hergestellte Verbindung an.



**ABBILDUNG 12:** Ösen des Flugzeugkabels sichern, fertige Flugzeugkabelverbindung

- d. Verbinden Sie die Kabelstecker (männlich und weiblich) der beiden Strangabschnitte farblich passend. (Siehe Abschnitt 2.1 für Einzelheiten zum Kabelanschluss.)
- e. Entfernen Sie den Sensorhalter vom Gehäuse.
- f. Installieren Sie den nächsten Abschnitt des Strangs im Bohrloch und jeden weiteren Abschnitt wie zuvor beschrieben, bis der oberste Sensor des Strangs erreicht ist.

- g. Setzen Sie den Sensorhalter in das Gehäuse ein und stecken Sie anschließend den oberen Sensor in die Halterung.
6. Stecken Sie den Kabelstecker des oberen Sensors in die Buchse des Auslekabels. (Siehe Abschnitt 2.1 für Einzelheiten zum Kabelanschluss.)
7. Verbinden Sie das Flugzeugkabel vom oberen Sensor mithilfe des Schnellverbinders mit der Ringschraube an der Unterseite der Aufhängungshalterung.



**ABBILDUNG 13:** Befestigung der Aufhängungshalterung

8. Entfernen Sie den Sensorhalter vom Gehäuse und montieren Sie den oberen Sensor im Bohrloch.
9. Positionieren Sie die Aufhängungshalterung oben auf dem Gehäuse.

**Hinweis:** Damit die Aufhängungshalterung richtig auf dem Gehäuse sitzt, muss der obere Rand des Gehäuses sauber und eben sein.

10. Schließen Sie das Auslekabel an einen Datenlogger oder PC an (siehe Abschnitt 2.6 für weitere Einzelheiten).
11. Die Messungen können sofort nach der Installation durchgeführt werden. GEOKON empfiehlt, die Daten über einen bestimmten Zeitraum auszuwerten, um zu bestimmen, wann sich der Strang ausreichend stabilisiert hat, um einen genauen Nullwert zu erfassen.

## 2.6 ANZEIGE

Wenn Ihr Datenlogger über integrierte RS-485-Kommunikation verfügt, schließen Sie das Auslekabel gemäß dem nachfolgenden Schaltplan an. (Der Datenlogger muss über den entsprechenden Anschluss verfügen.)

Datenlogger	Farbe des Sensorleiters
485+	WEISS
485-	GRÜN
12V	ROT
GND	SCHWARZ
SHD	BLANK

**TABELLE 2:** Verkabelungstabelle für digitale Hochleistungs- oder adressierbaren (RS-485) Logger zum Sensor

Wenn Ihr Datenlogger nicht über integrierte RS-485-Kommunikation verfügt, kann der folgende Konverter verwendet werden.

### **MODELL 8020-38 ADRESSIERBARER BUS-KONVERTER**

Modell 8020-38 Adressierbarer Buskonverter (Abbildung 14) kann in einem Strang mit **50 Sensoren oder weniger** verwendet werden. Das Modell 8020-38 ermöglicht den Anschluss adressierbarer Stränge an PCs, Anzeigergeräte, Datenlogger und speicherprogrammierbare Steuerungen. Der

Konverter fungiert als Brücke über die TTL- oder USB-Protokolle zwischen den Lesern und den GEOKON RS-485-fähigen Sensorsträngen.



**ABBILDUNG 14:** Modell 8020-38 RS-485 zu TTL/USB-Konverter

Wenn Sie ein Modell 8020-38 verwenden, um den 6140-Strang mit einer Anzeige zu verbinden, verdrahten Sie die Verbindungen wie gezeigt. (Die Datenlogger müssen über den entsprechenden Anschluss verfügen.)

Datenlogger-Anschluss	Farbe des Leiters	8020-38 Verbindung
V+	ROT	12 V (IN)
TX	WEISS	TX (IN)
RX	GRÜN	RX (OUT)
GND	SCHWARZ	GND
SHD	BLANK	SHIELD

**TABELLE 3:** Datenlogger zur Verkabelung des Modells 8020-38

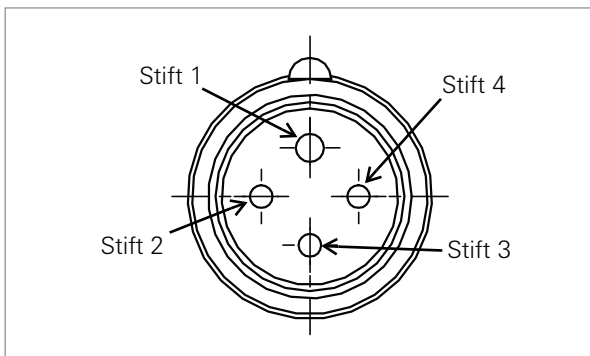
8020-38 Verbindung	Farbe des Sensorleiters
12 V (OUT)	ROT
485+	WEISS
485-	GRÜN
GND	SCHWARZ
SHIELD	BLANK

**TABELLE 4:** Modell 8020-38 zur Sensorverkabelung

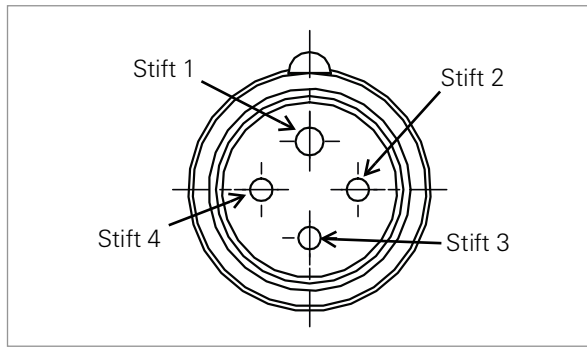
Weitere Informationen finden Sie in der Bedienungsanleitung für das Modell 8020-38 ([geokon.com/8020-38](http://geokon.com/8020-38)).

## 2.7 VIERPOLIGER WASSERDICHTER ANSCHLUSS

Die Stiftbelegungen für die vierpoligen Stecker und Buchsen sind unten dargestellt; die Funktion jedes Kabels ist detailliert in Tabelle 5 unten beschrieben.



**ABBILDUNG 15:** Wasserdichter Stecker



**ABBILDUNG 16:** Wasserdichter Buchsenstecker

Stift	Farbe des Kabels	Funktion
1	ROT	Leistung
2	SCHWARZ	Erdung
3	WEISS	RS-485+ Daten hoch
4	GRÜN	RS-485- Daten niedrig

**TABELLE 5:** Diagramm für vierpolige Verkabelung

## 3. MODBUS RTU-PROTOKOLL

---

### 3.1 EINFÜHRUNG IN MODBUS

Neigungsmesser des Modells 6140 verwenden das Industriestandardprotokoll Modbus Remote Terminal Unit (RTU) zur Kommunikation mit der gewählten Anzeigemethode. Jeder 6140 ist ein Modbus-Server. Wie der Name schon sagt, ist Modbus für den Einsatz in einem sogenannten **Busnetzwerk** konzipiert, d. h. jedes Gerät empfängt jede Nachricht auf dem Bus. Neigungsmesser des Modells 6140 verwenden die elektrische Schnittstelle RS-485 aufgrund ihrer Verbreitung, Einfachheit und ihres Erfolgs als robuste, industrielle physikalische Schicht.

Weitere Informationen zu Modbus finden Sie auf der folgenden Website:

<http://www.modbus.org/specs.php>

### 3.2 MODBUS RTU-ÜBERSICHT

Das Modbus RTU-Protokoll verwendet Pakete (Nachrichten, die aus mehreren Abschnitten bestehen), um zwischen Geräten im Netzwerk zu kommunizieren und Daten zu übertragen. Das allgemeine Format dieser Pakete ist wie folgt:

1. Modbus-Adresse (ein Byte) - Die Adresse des jeweiligen Geräts auf dem Bus. (Auf den Sensoren als Nr.1, Nr.2, Nr.3 usw. gekennzeichnet.)
2. Funktionscode (ein Byte) - Die vom Servergerät auszuführende Aktion.
3. Daten (mehrere Bytes) - Die Nutzlast des gesendeten Funktionscodes.
4. Zyklische Redundanzprüfung oder CRC (zwei Bytes): Eine 16-Bit-Datenintegritätsprüfung, die anhand der anderen Bytes im Paket berechnet wird.

### 3.3 MODBUS-TABELLEN

Die aktuellsten Sensorwerte werden in Speicherregistern gespeichert und mit einem Modbus-Befehl ausgelesen. Winkel- und Temperaturwerte sind in verarbeiteten- oder Vorläuferformaten verfügbar. Registeradressen und -formate werden in Tabelle 6 beschrieben.

**Hinweis:** GEOKON speichert den k-Faktor und die Offsets während des Werkskalibrierungsvorgangs im Sensor. Daher sind die Ausgaben der A- und B-Achse beide korrigierte Werte.

Tabelle 7 zeigt Gerätesteuersadressen an. Jeder Nicht-Nullwert, der an die Triggeradresse geschrieben wird, leitet einen Messzyklus ein und aktualisiert die Winkel- und Temperaturmessregister. Alle während des letzten Messzyklus erkannten Anomalien erzeugen einen Fehlercode ungleich Null. Siehe Anhang D für eine Erklärung dieser Codes.

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x100	0	LSW	A-Axis	degrees	float	RO
	1					
0x101	2	MSW	B-Axis	degrees	float	
	3					
0x102	4	LSW	Temperature	°C	float	
	5					
0x103	6	MSW	Uncorrected	degrees	float	
	7					
0x106	12	LSW	A-Axis	degrees	float	
	13					
0x107	14	MSW	B-Axis	degrees	float	
	15					
0x108	16	LSW	Uncorrected	degrees	float	
	17					
0x109	18	MSW	Error Code	N/A	uint16	
	19					
0x10A	20	LSW	A-Axis	degrees	float	
	21					
0x10B	22	MSW	B-Axis	degrees	float	
	23					
0x117	46		Error Code	N/A	uint16	
	47					

**TABELLE 6:** Adressen und Formate registrieren

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x118	48		Trigger	N/A	uint16	RW
	49					

**TABELLE 7:** Gerätesteuersadresse

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access	
0x200	0		Drop Address	N/A	uint16	RO	
	1						
0x201	2		Sensor Type	N/A	string		
	3						
0x202	4		Serial Number	N/A	uint32		
	5						
0x203	6		Software Version	N/A	uint16		
	7						
0x204	8		Hardware Version	N/A	uint16		
	9						
0x205	10		LSW	Serial Number	N/A		uint32
	11						
0x206	12		MSW	Software Version	N/A	uint16	
	13						
0x207	14			Hardware Version	N/A	uint16	
	15						
0x208	16						
	17						
0x209	18	LSW	Serial Number	N/A	uint32		
	19						
0x20A	20	MSW	Software Version	N/A	uint16		
	21						
0x20B	22		Hardware Version	N/A	uint16		
	23						
0x20C	24						
	25						

**TABELLE 8:** Permanenter Speicher

## 4. ABLESUNG DURCHFÜHREN

---

### 4.1 KOMPATIBLE DATENLOGGER

GEOKON kann mehrere Datenlogger-Optionen bereitstellen. Nachfolgend sind die mit diesem Produkt kompatiblen Geräte aufgeführt. Weitere Einzelheiten und Anweisungen finden Sie in den entsprechenden Handbüchern unter [geokon.com/Dataloggers](http://geokon.com/Dataloggers).

#### **DATENLOGGER:**

##### ■ **GeoNet-Serie**

Die GeoNet-Serie ist für die Erfassung und Übertragung von Daten von vibrierenden Drähten, RS-485 und analogen Instrumenten konzipiert. GeoNet bietet eine breite Palette an Telemetrieoptionen, darunter LoRa, Mobilfunk, WLAN, Satellit und lokal, an. Logger können in einer Netzwerkkonfiguration zusammenarbeiten oder separat als eigenständige Einheiten verwendet werden. GeoNet-Geräte werden einsatzbereit ab Werk geliefert und können innerhalb von Minuten mit der Datenerfassung beginnen.

Die Daten werden auf eine sichere Cloud-basierte Speicherplattform übertragen, wo sie über die GEOKON OpenAPI abgerufen werden können. Branchenführende Datenvisualisierungssoftware, wie die kostenlose GEOKON Agent Software, kann mit der OpenAPI zur Datenanzeige und Berichterstellung verwendet werden. Es sind auch nicht netzwerkfähige Datenlogger erhältlich.

##### ■ **Serie 8600**

Der MICRO-6000 Datenlogger unterstützt das Auslesen einer großen Anzahl von GEOKON Vibrating-Wire-Instrumenten für verschiedene unbeaufsichtigte Datenerfassungsanwendungen durch den Einsatz von GEOKON Multiplexern Modell 8032. Die wetterfeste Verpackung ermöglicht die Installation des Geräts in Feldumgebungen, in denen unwirtliche Bedingungen herrschen. Das Nema 4X-Gehäuse verfügt außerdem über eine Vorrichtung zum Abschließen, um den Zugriff auf verantwortliches Außendienstpersonal zu beschränken.

## 5. DATENREDUZIERUNG

---

### 5.1 NEIGUNGSBERECHNUNG

Der Neigungsmessersensor 6140 gibt einfache technische Einheiten, Neigungsgrade, aus, die sowohl für Winkel- als auch für Temperatureffekte kalibriert wurden. Eine weitere Korrektur der ausgegebenen Daten ist daher nicht erforderlich.

### 5.2 VERSCHIEBUNGSBERECHNUNG

Zur Berechnung der Sensorverschiebung stehen zwei Gleichungssätze zur Verfügung: **Seitliche Sensorverschiebung** und **vereinfachte seitliche Sensorverschiebung**. Lesen Sie die folgenden Beschreibungen und führen Sie die bevorzugte Berechnungsmethode durch. In beiden Fällen müssen nach der Installation erste Messungen durchgeführt werden, die als Basislinie dienen. Die ersten Messungen werden dann als Referenz verwendet und von allen nachfolgenden Messungen abgezogen, um die Bewegung oder Änderung der Position eines Bohrlochs in verschiedenen Zeitabständen zu bestimmen.

#### **BERECHNUNG DER SEITLICHEN SENSORVERSCHIEBUNG**

Die folgende Gleichung wurde speziell für die Baugruppe 6140 entwickelt und berücksichtigt die Winkel der Sensoren an beiden Enden einer bestimmten Messlänge. Die Anwendung dieser Methode liefert die genauesten Ergebnisse und wird von GEOKON empfohlen.

Die relative seitliche Verschiebung ( $D_{rel}$ ) jedes Messpunkts wird mithilfe der folgenden Gleichung ermittelt:

$$D_{1rel} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right)$$

#### **GLEICHUNG 1: Relative seitliche Verschiebung**

Wo:

L = Messlänge (d. h. Sensorabstand)

$\theta$  = Neigungswinkel des Sensors, wie oben beschrieben

Das Profil des Bohrlochs wird angenähert, indem diese relativen seitlichen Verschiebungen an jedem Messpunkt akkumuliert werden, beginnend mit dem unteren Sensor. Siehe Abbildung 17 unten.

Die absolute seitliche Verschiebung ( $D_{abs}$ ) an jedem Messpunkt wird mithilfe der folgenden Gleichung ermittelt:

$$D_{3abs} = L \sin\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_2 + \theta_3}{2}\right) + L \sin\left(\frac{\theta_3 + \theta_4}{2}\right)$$

#### **ODER**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

#### **GLEICHUNG 2: Absolute seitliche Verschiebung**

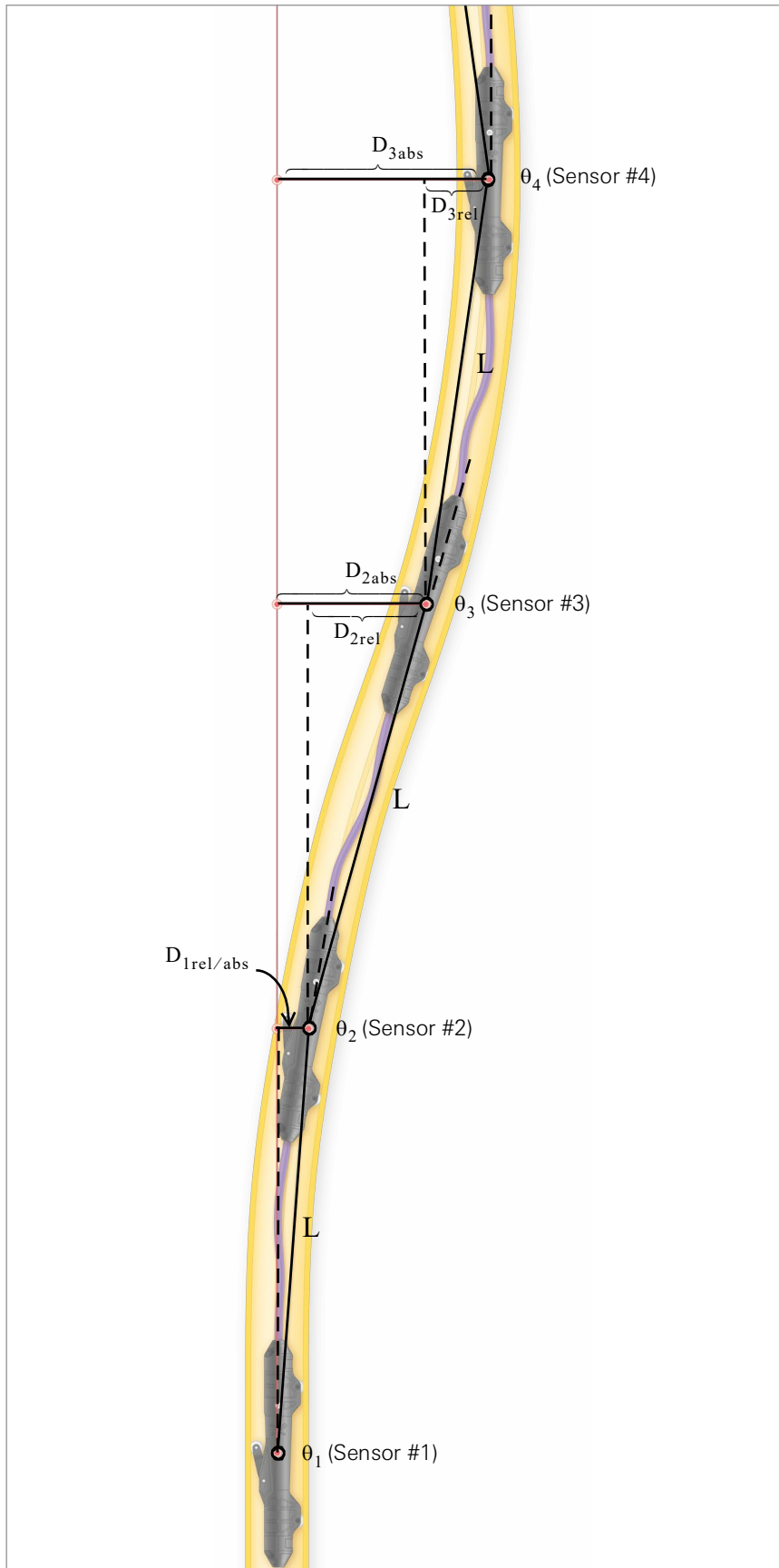


ABBILDUNG 17: Verschiebungsintervalle

### **VEREINFACHTE BERECHNUNG DER SEITLICHEN SENSORVERSCHIEBUNG**

Die vereinfachte Gleichung für die seitliche Sensorverschiebung kann als Alternative zu Gleichung 1 verwendet werden. Bei dieser Methode treten geringfügige Fehler auf.

Die relative seitliche Verschiebung ( $D_{rel}$ ) jedes Messpunkts wird mithilfe der folgenden Gleichung ermittelt:

$$D_{1rel} = L \sin \theta_1$$

#### **GLEICHUNG 3: Vereinfachte relative seitliche Verschiebung**

Wo:

L = Messlänge (d. h. Sensorabstand)

$\theta$  = Neigungswinkel des Sensors, wie oben beschrieben

Das Profil des Bohrlochs wird angenähert, indem diese relativen seitlichen Verschiebungen an jedem Messpunkt akkumuliert werden, beginnend mit dem unteren Sensor. Siehe Abbildung 17 oben.

**Bei dieser Methode wird der oberste Sensor des Strangs ignoriert und nicht in die Gleichung einbezogen.** Die absolute seitliche Verschiebung ( $D_{abs}$ ) an jedem Messpunkt wird mithilfe der folgenden Gleichung ermittelt:

$$D_{3abs} = L \sin \theta_1 + L \sin \theta_2 + L \sin \theta_3$$

#### **ODER**

$$D_{3abs} = D_{1rel} + D_{2rel} + D_{3rel}$$

#### **GLEICHUNG 4: Vereinfachte absolute seitliche Verschiebung**

### **5.3 TEMPERATUREFFEKTE**

Da es bei einer gegebenen Installation aufgrund von Temperatureffekten zu tatsächlichen Neigungsänderungen kommen kann, ist jeder Sensor mit einer Vorrichtung zur Messung der Sensortemperatur ausgestattet. Dadurch können temperaturbedingte Neigungsänderungen von Neigungen aufgrund anderer Ursachen unterschieden werden.

Wichtig zu beachten ist, dass plötzliche Temperaturschwankungen zu vorübergehenden physikalischen Veränderungen sowohl an der Struktur als auch am Sensor führen, die sich in den Messwerten niederschlagen. Die Sensortemperatur muss stets aufgezeichnet werden und es sollten möglichst Messwerte erhalten werden, wenn sich das thermische Gleichgewicht zwischen Instrument und Struktur befindet. Die beste Zeit hierfür sind in der Regel die späten Abend- oder frühen Morgenstunden.

### **5.4 UMWELTFAKTOREN**

Da der Zweck der Neigungsmesserinstallation darin besteht, die Bedingungen vor Ort zu überwachen, sollten Faktoren, die diese Bedingungen beeinflussen können, beobachtet und aufgezeichnet werden. Scheinbar geringfügige Effekte können einen echten Einfluss auf das Verhalten der überwachten Struktur haben und frühzeitig auf mögliche Probleme hinweisen. Zu diesen Faktoren gehören unter anderem Sprengungen, Regenfälle, Gezeiten- oder Stauseepegel, Aushub- und Auffüllungs-niveaus und -abläufe, Verkehr, Temperatur- und Luftdruckänderungen, Personalwechsel, Bauarbeiten in der Nähe, jahreszeitliche Veränderungen usw.

## 6. FEHLERBEHEBUNG

---

Wartung und Fehlerbehebung beim Modell 6140 Vertikaler IPI-Strang beschränken sich auf regelmäßige Kontrollen der Kabelverbindungen. Die Sensoren sind versiegelt und es gibt keine Teile, die vom Benutzer gewartet werden können.

Sollten Schwierigkeiten auftreten, konsultieren Sie die nachstehende Liste mit möglichen Lösungen. Besuchen Sie [geokon.com/Technical-Support](http://geokon.com/Technical-Support) für weitere Hilfe zur Fehlerbehebung.

### ***SYMPTOM: MESSWERTE DES NEIGUNGSSENSORS SIND INSTABIL ODER KÖNNEN NICHT GELESEN WERDEN***

- Befindet sich in der Nähe eine Quelle elektrischen Rauschens? Die wahrscheinlichsten Quellen für elektrische Störungen sind Motoren, Generatoren und Antennen.
- Prüfen Sie sämtliche Kabelverbindungen, Klemmen und Stecker.
- Möglicherweise ist Wasser in das Innere des Neigungssensors oder der Anschlüsse eingedrungen. Kontaktieren Sie GEOKON.

## ANHANG A. SPEZIFIKATIONEN

### A.1 MODELL 6140 VERTIKALER IN-PLACE-NEIGUNGSMESSERSTRANG

Reichweite <sup>1</sup>	±90°
Lösung <sup>2</sup>	0,00025° (0,004 mm/m)
Präzision <sup>3</sup>	±0,0075° (±0,13 mm/m)
Nichtlinearität	±0,005° über einen Bereich von ±30° (±0,09 mm/m)
Temperaturabhängige Unsicherheit	±0,001°/°C über einen Winkelbereich von ±5° (±0,016 mm/m) ±0,0016°/°C über einen Winkelbereich von ±15° (±0,026 mm/m) ±0,0026°/°C über einen Winkelbereich von ±30° (±0,042 mm/m)
Betriebstemperatur	-40 °C bis 65 °C (-40 °F bis 149 °F)
Versorgungsspannung	12 VDC (+0%/-10%) für bis zu 250 Sensoren 15 VDC (+0%/-10%) für 251 bis 500 Sensoren
Betriebsstrom <sup>4</sup>	20 mA ±1 mA Spitze 5 mA Durchschnitt
Ruhestrom <sup>4</sup>	2,2 mA ±0,1 mA
Datenlogger-Sensorgrenzen	Weitere Informationen finden Sie im entsprechenden Handbuch des Datenloggers.
Standard-Sensorklänge	0,5 m (2 Fuß)
Gewicht, Sensor	0,39 kg (0,86 lb)
Gewicht, Aufhängungsgewicht	2,27 kg (5 lb)
Materialien	316 Edelstahl, technisches Polymer
Schnittstelle	RS-485
Protokoll	MODBUS
Baudrate	115.200 Basispunkte
Erfassungszykluszeit <sup>5</sup>	350 ms
Temperaturgenauigkeit	±0,5 °C
Eindringungsschutz	IP68 bis 3 MPa (300 m Head Water)
Elektrisches Kabel	Vierleiter, Folienschirm, Polyurethan-Ummantelung, nominaler Außendurchmesser = 7,9 mm

**TABELLE 9:** Neigungsmesser Modell 6140 - Spezifikationen

<sup>1</sup> Kalibrierter Bereich: ±30°

<sup>2</sup> 99% Vertrauensintervall (d. h. 99 von 100 Einzelmesswerten liegen innerhalb dieser Toleranz).

<sup>3</sup> Beinhaltet Zufallsschwankungen (Änderungen zwischen aufeinanderfolgenden Messwerten ohne erkennbare Ursache) und seismisches Rauschen während des Tests.

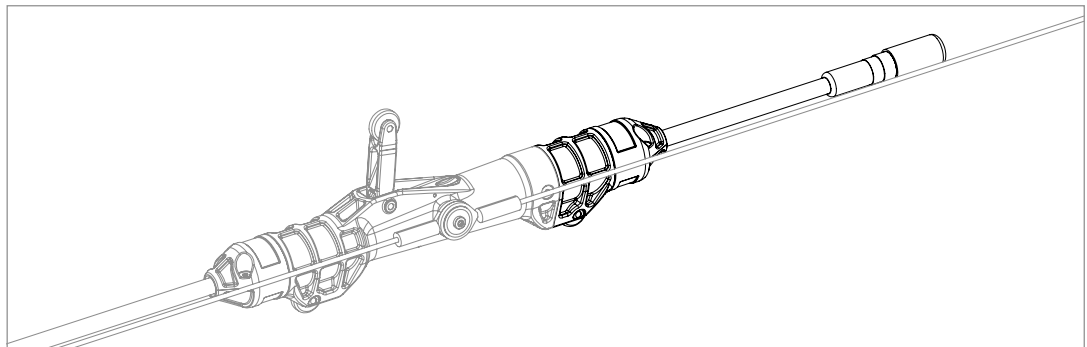
<sup>4</sup> Betriebs- und Ruhestrom gelten für jeden einzelnen Sensor in einem Strang.

<sup>5</sup> Die Zeit zwischen dem Auslösen des Schreibvorgangs und dem Zeitpunkt, an dem ein neuer Wert zum Lesen bereitsteht.

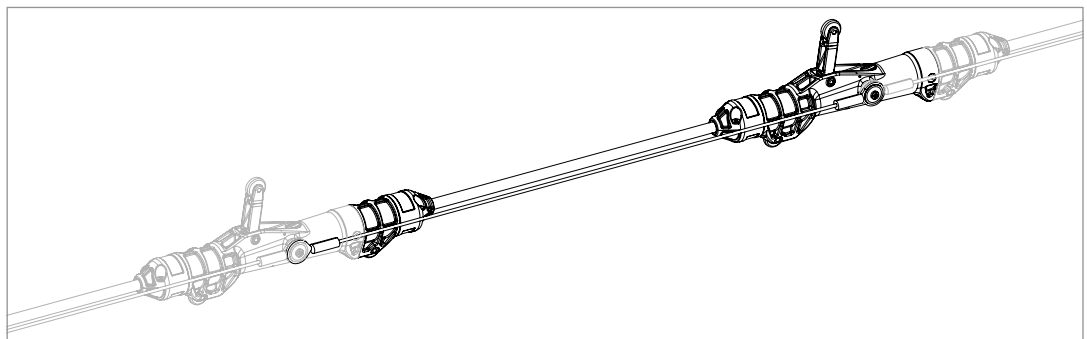
## A.2 TEILELISTE

6140-1	Vertikaler IPI-Strang Oben, mit Auslese kabelanschluss
6140-0.5M	Vertikaler IPI-Strang Mitte, 0,5 m Abstand
6140-2FT	Vertikaler IPI-Strang Mitte, 2 Fuß Abstand
6140-2	Vertikaler IPI-Strang Bottom, mit Aufhängungsgewicht-Anschluss
6140-5-1	Vertikaler IPI-Strangverbinder Unten, 0,5 m Abstand, für Stränge mit >100 Sensoren, 1 erforderlich für jeweils 100 Sensoren
6140-5-2	Vertikaler IPI-Strangverbinder Unten, 2 Fuß Abstand, für Stränge mit >100 Sensoren, 1 erforderlich für jeweils 100 Sensoren
6140-3-1	Aufhängungskabel, <5 m Länge
6140-3-2	Aufhängungskabel, 6 bis 10 m Länge
6140-3-3	Aufhängungskabel, 10 bis 20 m Länge
6140-4	Aufhängungsgewicht (zwei Stück pro Strang im Lieferumfang enthalten)
6140-6	Sensorhalter
6140-7-1	Befestigungskabel für 6140-REEL, für 0,5 m Abstand
6140-7-2	Befestigungskabel für 6140-REEL, für 2-ft-Abstand
6140-HOIST	Installations-/Demontage-Hebesystem
6140-REEL-E	Trommel für Modell 6140-HOIST, Englisch
6140-REEL-M	Trommel für Modell 6140-HOIST, Metrisch
6180-2	Aufhängungshalterung
6180-3-1	Ablesekabel, <15 m Länge, blanke Leitungen
6180-3-2	Auslese kabel, 16 bis 30 m Länge, blanke Adern
6180-3V	Auslese kabel, Länge >30 m, blanke Adern

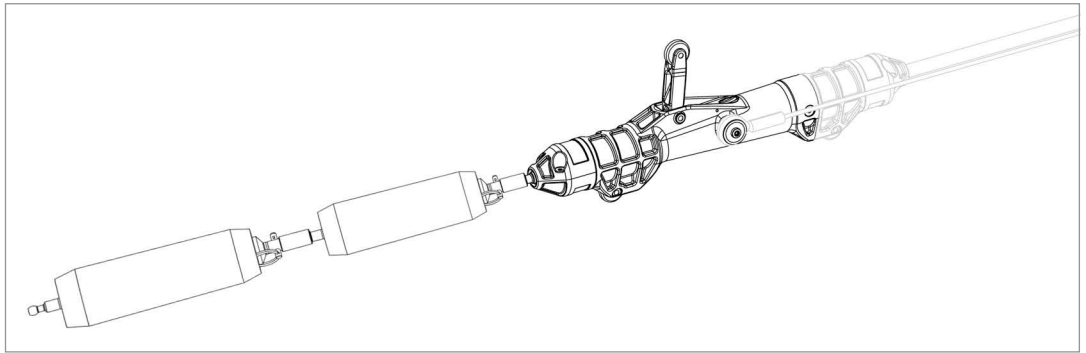
**TABELLE 10:** Teilleiste Modell 6140



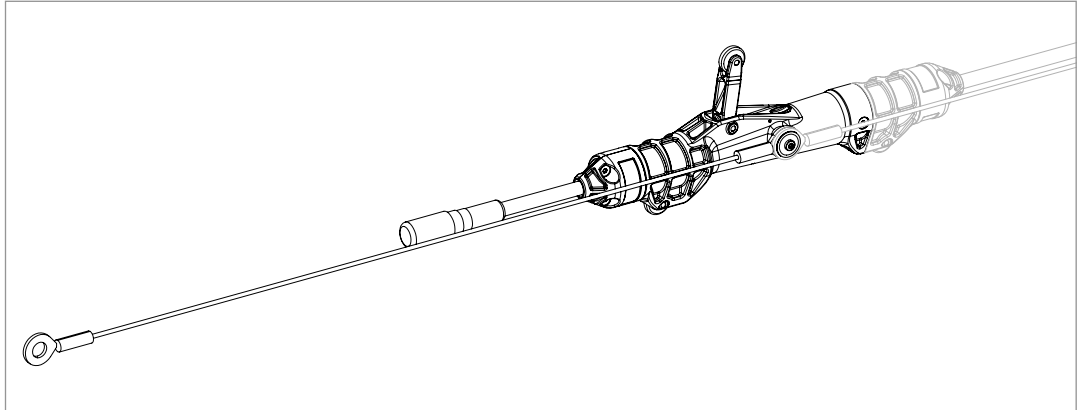
**ABBILDUNG 18:** Modell 6140-1 Vertikaler IPI-Strang Oben, mit Auslese kabelanschluss



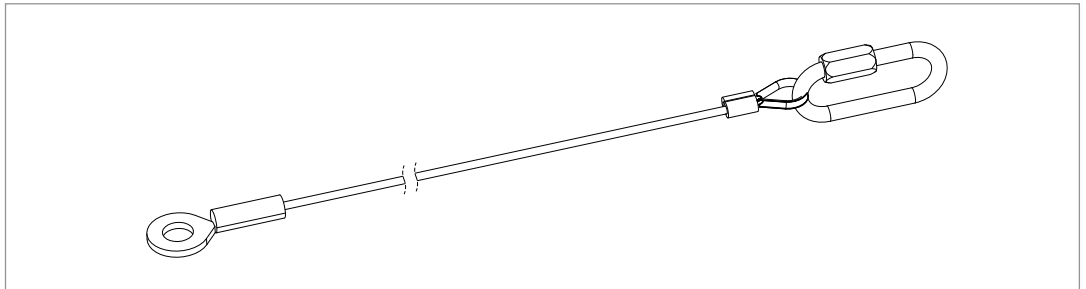
**ABBILDUNG 19:** Modell 6140-0.5M/6140-2FT Vertikaler IPI-Strang Mitte, 0,5 m/2 Fuß Abstand



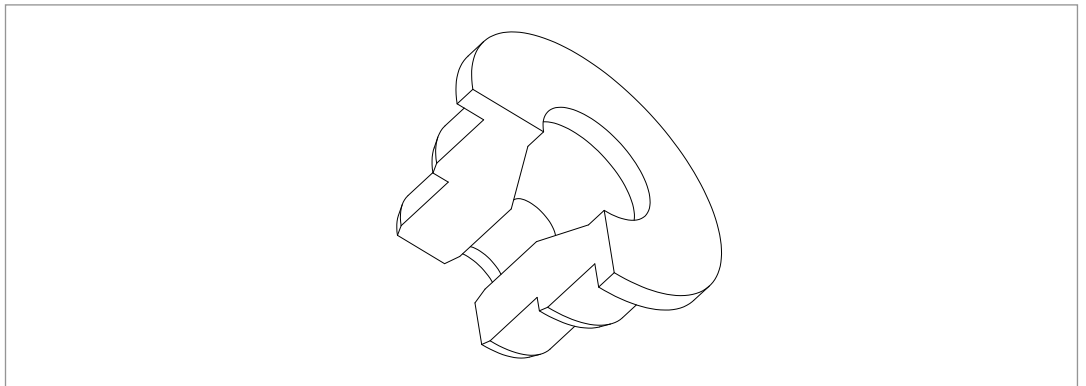
**ABBILDUNG 20:** Modell 6140-2 Vertikaler IPI-Strang unten, mit (2) Modell 6140-4 Aufhängegewichten



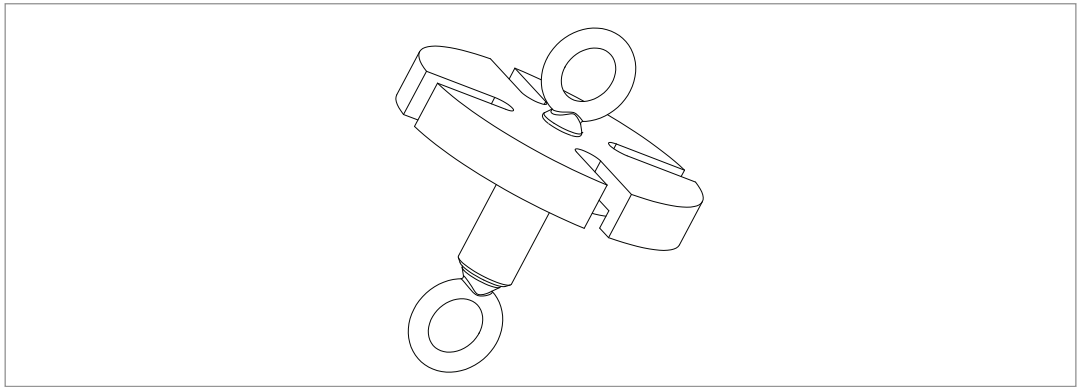
**ABBILDUNG 21:** Modell 6140-5-1, -2 Vertikaler IPI-Strangverbinder Unten, 0,5 m/2 Fuß Abstand, für Stränge mit >100 Sensoren, 1 erforderlich für jeweils 100 Sensoren



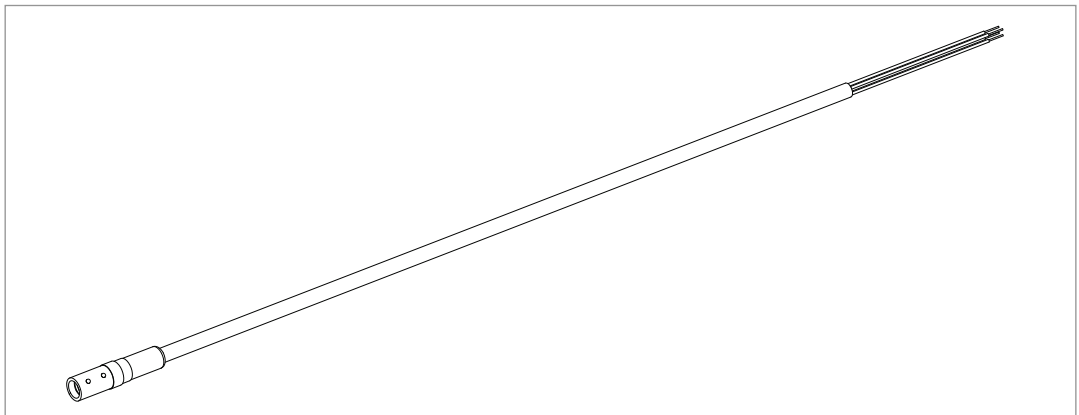
**ABBILDUNG 22:** Modell 6140-3-1, -2, -3 Aufhängungskabel



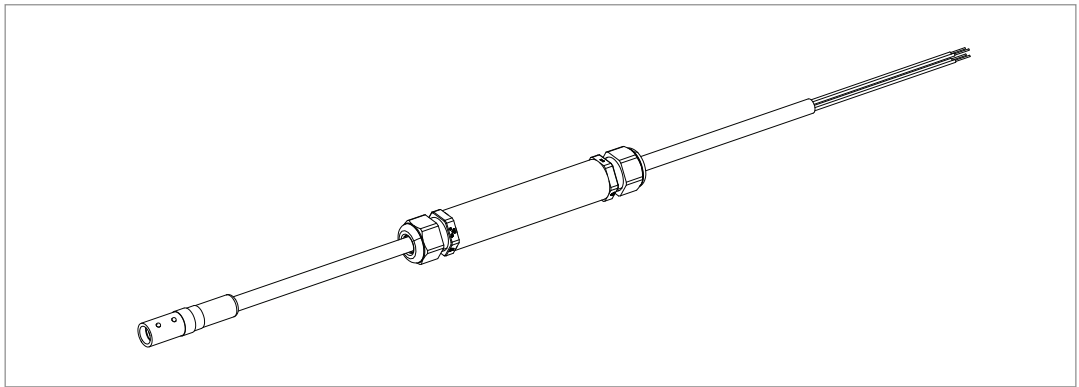
**ABBILDUNG 23:** Modell 6140-6 Sensorhalter



**ABBILDUNG 24:** Modell 6180-2 Aufhängungshalterung



**ABBILDUNG 25:** Modell 6180-3-1, -3-2 Topside-Auslesekabel/Blanke Leitungen, <50 Fuß



**ABBILDUNG 26:** Modell 6180-3V Topside-Auslesekabel/Blanke Leitungen, > 100 Fuß

## ANHANG B. TYPISCHES INSTALLATIONS-LAYOUT

### B.1 MODELL 6140 VERTIKALER IPI-STRANG-STANDARD-MONTAGE

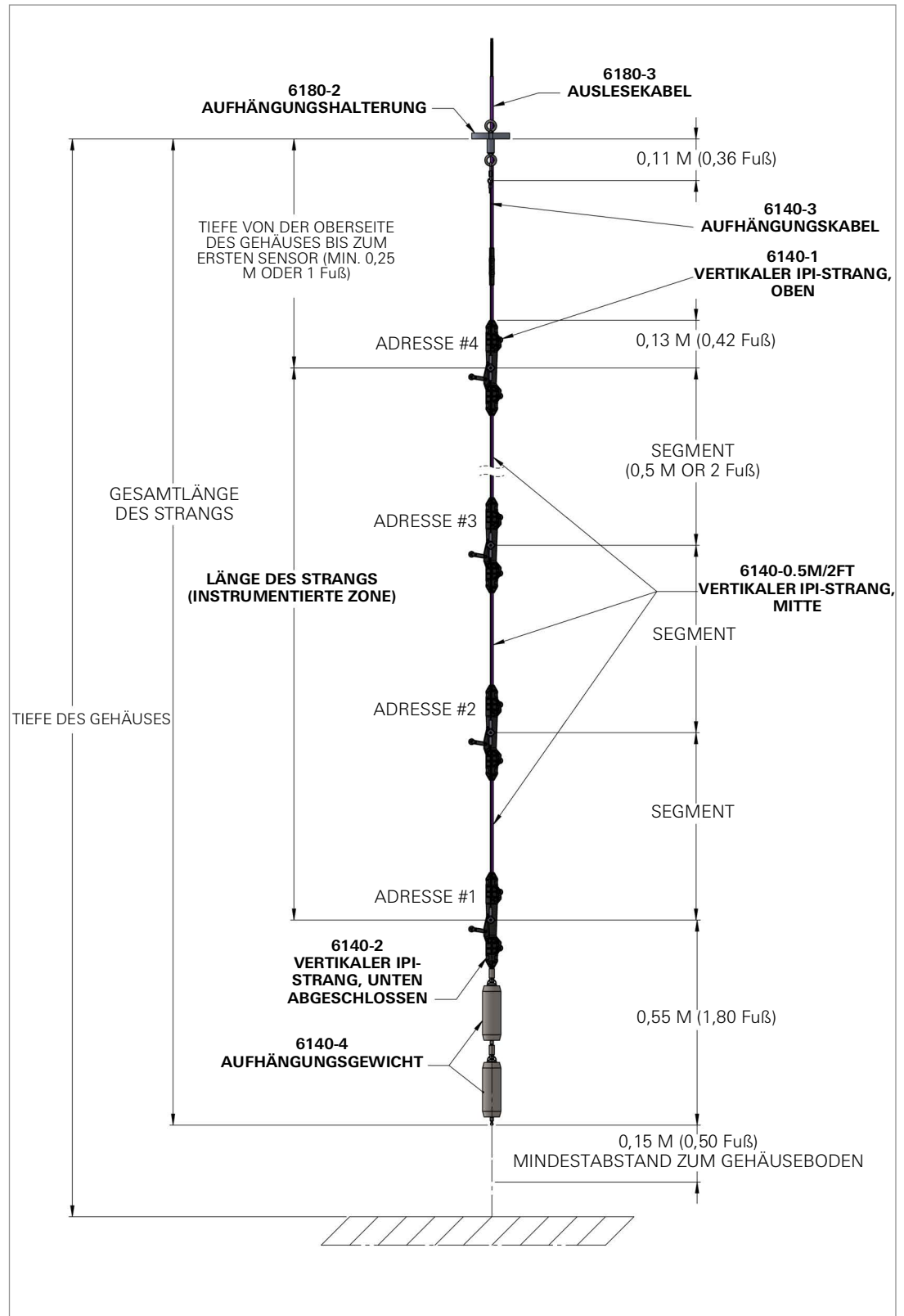


ABBILDUNG 27: Diagramm zur Standard-Montage (Messkette mit mehr als 50 Sensoren dargestellt)

## B.2 MODELL 6140 VERTIKALE IPI-STRANGVERLÄNGERUNG-MONTAGE

Stränge können wie in der folgenden Abbildung gezeigt verlängert werden. Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte GEOKON.

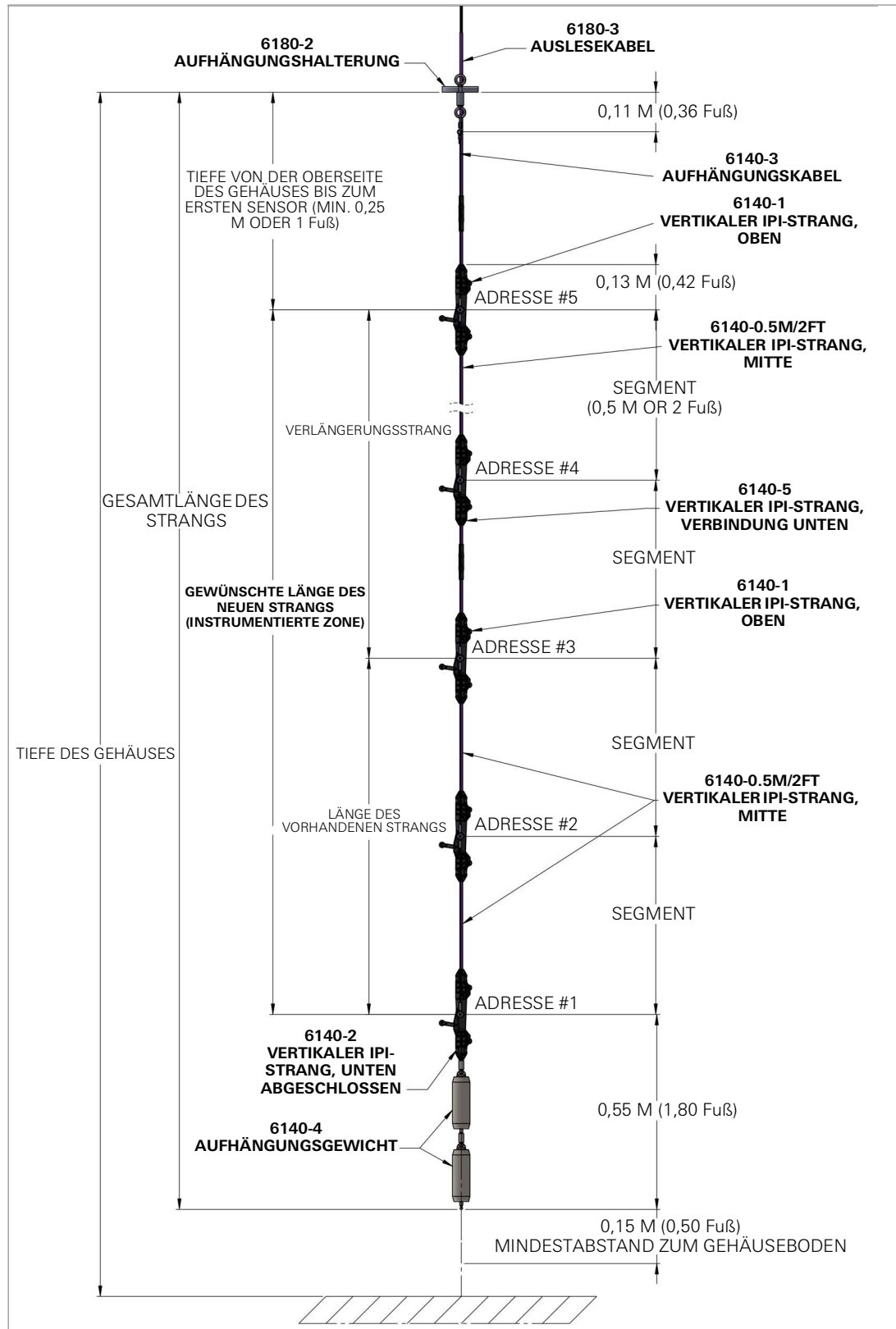


ABBILDUNG 28: Diagramm zur Verlängerung-Montage (Messkette mit mehr als 50 Sensoren dargestellt)

## ANHANG C. TYPISCHE KALIBRIERUNGSBERICHTE

**GOKON®**

### Calibration Report

Model Number: S-6140-1-CAL

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 AAxisAngular

Temperature: 22.1 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)

Technician: *R. Rudd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0014	-0.0003
-20.0004	-19.9986	0.0018
-14.9999	-15.0019	-0.0020
-10.0001	-9.9986	0.0015
-4.9996	-5.0011	-0.0016
0.0002	-0.0011	-0.0014
5.0000	5.0020	0.0020
9.9998	10.0015	0.0017
15.0003	14.9989	-0.0015
20.0005	20.0000	-0.0005
30.0005	30.0007	0.0002

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ABBILDUNG 29:** A-Achse-Winkelkalibrierungsbericht

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 AAxisTemperatureTemperature: 21.2 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)

Technician:

*KilBellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	0.1596	0.0000
-20	0.1586	0.0000
-5	0.1611	-0.0001
10	0.1588	0.0000
25	0.1594	0.0000
40	0.1632	0.0003
55	0.1565	-0.0001
70	0.1605	0.0000

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ABBILDUNG 30: A-Achse-Temperaturkalibrierungsbericht**

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 BAxisAngularTemperature: 22.0 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI\_TILT, Triaxial)Technician: 

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0008	0.0002
-20.0004	-20.0011	-0.0007
-14.9999	-15.0001	-0.0003
-10.0001	-9.9993	0.0007
-4.9996	-4.9984	0.0012
0.0002	-0.0004	-0.0006
5.0000	4.9996	-0.0004
9.9998	9.9987	-0.0012
15.0003	15.0012	0.0009
20.0005	20.0009	0.0004
30.0005	30.0003	-0.0002

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ABBILDUNG 31: B-Achse-Winkelkalibrierungsbericht**

**Calibration Report**Model Number: S-6140-1-CALCalibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 BAxisTemperatureTemperature: 21.2 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI TILT, Triaxial)Technician: *KilBellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	-0.3092	0.0000
-20	-0.3095	0.0000
-5	-0.3089	0.0000
10	-0.3089	0.0000
25	-0.3092	0.0000
40	-0.3082	0.0001
55	-0.3098	0.0000
70	-0.3091	0.0000

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.  
The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.

This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.

**ABBILDUNG 32: B-Achse-Temperaturkalibrierungsbericht**

## ANHANG D. MODBUS-ADRESSIERBARES SYSTEM

---

### D.1 MODBUS-KOMMUNIKATIONSPARAMETER

Port-Einstellung	Erforderlicher Wert
Bits pro Sekunde	115.200
Datenbits	8
Parität	Keine
Stoppbits	1

TABELLE 11: Modbus-Kommunikationsparameter

### D.2 FEHLERCODES

Nummer	Name	Ursache	Abhilfe
2	Temperature Sensor Range	Gemessene Temperatur außerhalb des Bereichs. Der Thermistor ist möglicherweise zu heiß, zu kalt oder beschädigt.	Verwenden Sie benachbarte Sensoren, um die Temperatur zu bestätigen oder zu schätzen.
4	Temperature Sensor Verify	Der sekundäre Temperatursensor unterschied sich zu sehr vom hochgenauen Primärsensor.	Verwenden Sie benachbarte Sensoren, um die Temperatur zu bestätigen oder zu schätzen.
8	System Reset	Unerwartete Unterbrechung im vorherigen Messzyklus.	Stellen Sie sicher, dass die Versorgungsspannung ausreichend ist.

TABELLE 12: Fehlercodes

**Hinweis:** Der Sensor speichert die Fehler als Bitfeld, um die Informationen zu komprimieren. Treten in einem Messzyklus zwei Fehler auf, ergibt sich als Code die Summe der Fehlernummern, d. h. Fehler 4 plus Fehler 8 ergibt beispielsweise die Nummer 12.

## ANHANG E. CRBASIC PROGRAMMIERUNG

---

### E.1 BEISPIEL FÜR CR1000-PROGRAMM

Das folgende Beispielprogramm liest einen Sensorstrang mit drei biaxialen Sensoren. Der Strang in diesem Beispiel kommuniziert mit dem CR1000 über die Steueranschlüsse C1 und C2, die als COM1 eingerichtet sind. Ein RS-485-zu-TTL-Konverter ist erforderlich.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count               'Counter to increment through sensors

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)  'Store Degree Reading for A Axis
  Sample (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)  'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius(),IEEE4)         'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with TTL communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (Com1,115200,16,0,50)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (Com1)

    'Write to register to begin reading MEMS String
    'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is 'entered
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,50,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,50,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,50,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,550,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg
```

### E.2 BEISPIEL FÜR CR6-PROGRAMM

Das folgende Beispielprogramm liest einen Sensorstrang mit drei adressierbaren Sensoren. Der Strang in diesem Beispiel kommuniziert mit dem CR6 über die Steuerports C1 und C2, die als ComC1 eingerichtet sind. Der CR6 verfügt über integrierte RS485-Funktionalität, sodass kein RS-485-zu-TTL-Konverter erforderlich ist.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count               'Counter to increment through sensors
```

```

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample
  (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4) 'Store Degree Reading for A Axis
  Sample
  (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4) 'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius(),IEEE4) 'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with RS-485 communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (ComC1,115200,16,0,50,3)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (ComC1)

    'Write to register 0x118 to trigger string
    'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is entered
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,10,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,10,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,10,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,10,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg

```

## **ANHANG F. INSTALLATIONS-/DEMONTAGE-HEBESYSTEM**

Der vertikale In-Place-Neigungsmesserstrang des Modells 6140 mit mehr als 50 Sensoren kann beim Absenken in das Gehäuse schwer werden. Dieses Gewicht kann neben den Gehäuse- und Standortbedingungen den Installationsaufwand erhöhen und das Risiko einer Sensorbeschädigung durch unsachgemäße Handhabung erhöhen. Das Modell 6140-HOIST ist dafür ausgelegt, die Installation oder Demontage eines Strangs zu erleichtern. Unabhängig vom Gehäuse und den Standortbedingungen ist für Messketten mit mehr als 50 Sensoren die Verwendung des Windensystems erforderlich.

Das Hebesystem besteht aus einem Flaschenzugsystem, einem auf einer Trommel aufgerollten Tragkabel, einem Stecknussadaptersatz zur Verwendung mit einer kundenseitig bereitgestellten Bohrmaschine und einem Griff zur optionalen manuellen Verwendung. An den Sensoren sind werkseitig in den erforderlichen Abständen Befestigungspunkte für das Hebesystem (mit gelbem Etikett gekennzeichnet) angebracht.

Die Anzahl der benötigten Tragkabeltrommeln richtet sich nach der Länge des Strangs. Sobald die Anzahl der Sensoren im Strang 100 übersteigt, werden im Allgemeinen für jeden Satz von 50 nachfolgenden Sensoren zusätzliche Trommeln benötigt (bis zu 100 Sensoren = 1 Trommel, 150 Sensoren = 2 Trommeln, 200 Sensoren = 3 Trommeln usw.). Das Tragkabel wird typischerweise angebracht, nachdem die ersten 50 Sensoren im Gehäuse installiert wurden. An diesem Punkt wird das Tragkabel mit dem Hebesystem verwendet, um die nächsten 50 Sensoren zu tragen.



**ABBILDUNG 33:** Modell 6140-HOIST Installations-/Demontage-Hebesystem

## F.1 INSTALLATION EINES STRANGS MITHILFE DES HEBESYSTEMS

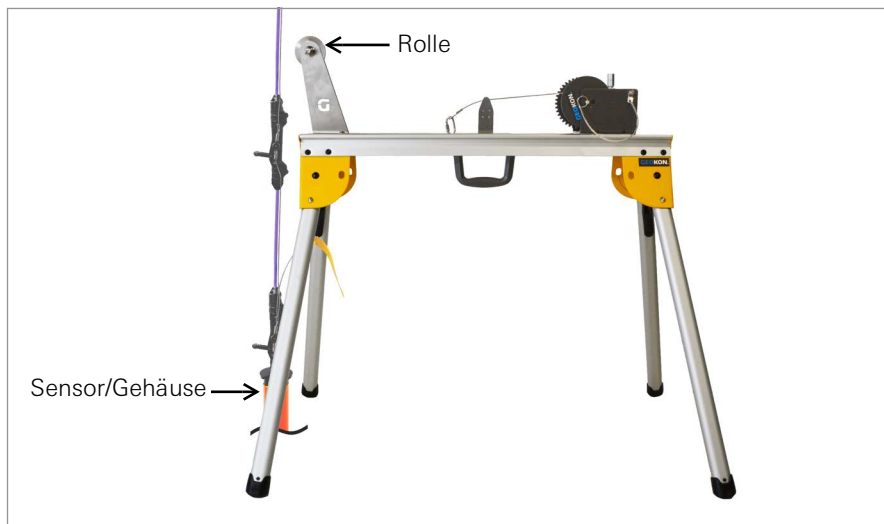
1. Installieren Sie den Strang wie in Abschnitt 2.5, bis der erste Befestigungspunkt, gekennzeichnet mit einer gelben Markierung, erreicht ist.
2. Setzen Sie den Sensorhalter in das Gehäuse ein und stecken Sie anschließend den mit einer Markierung versehenen Sensor in die Halterung.

**Hinweis:** Alle weiteren Installationsschritte (Sensorkabelanschluss, Flugzeugkabelanschluss etc.) müssen parallel zum Hebesystem-Prozess durchgeführt werden.



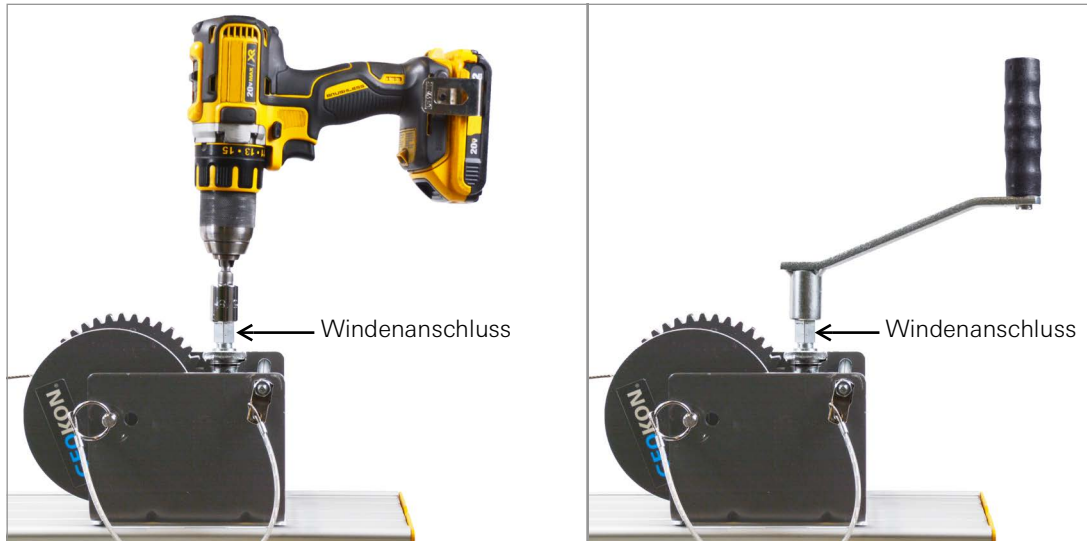
**ABBILDUNG 34:** Markierter Sensorbefestigungspunkt

3. Drücken Sie am Heberahmen den Beinverriegelungshebel nach unten und klappen Sie die Beine aus, bis sie einrasten.
4. Positionieren Sie den Heberahmen so, dass sich die Rolle direkt über dem Gehäuse befindet.



**ABBILDUNG 35:** Modell 6140-HOIST-Rahmen

- Montieren Sie die Buchse/den Adapter (zur Verwendung mit einer kundenseitig bereitgestellten Bohrmaschine) oder den Handgriff am Windenanschluss des Heberahmens (Abbildung 36).

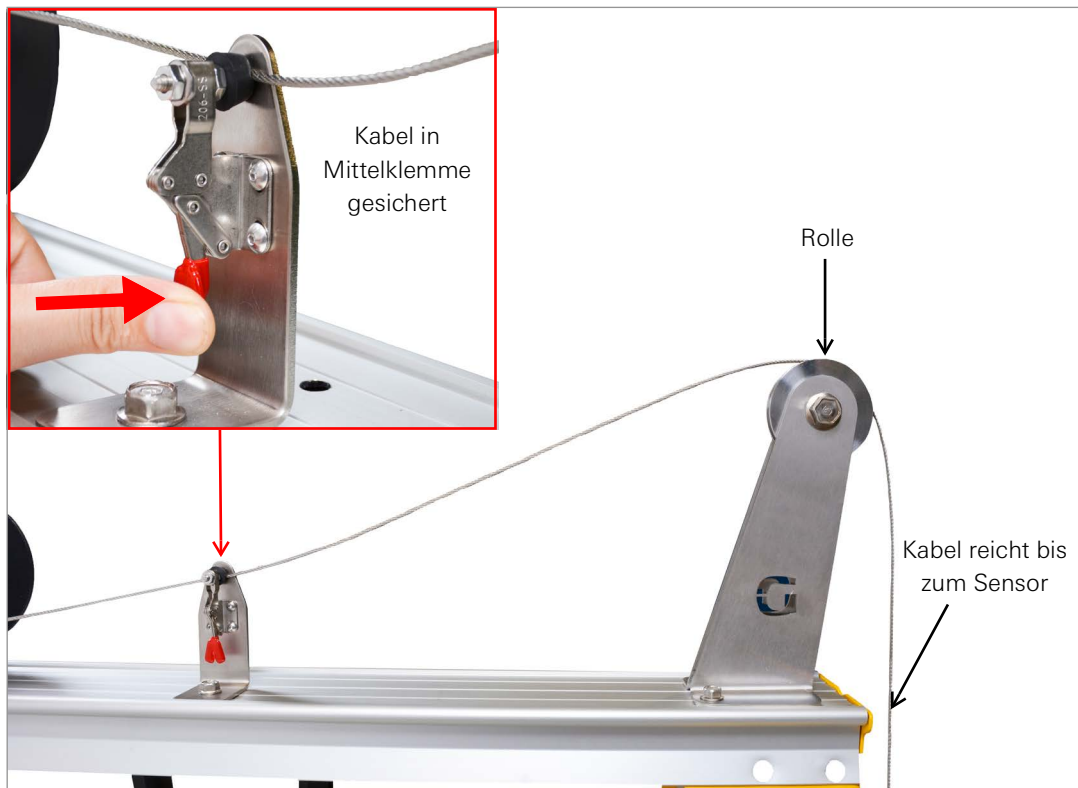


**ABBILDUNG 36:** Bohrer (links) oder Handgriff (rechts) am Windenanschluss installiert

- Drehen Sie den Windenanschluss gegen den Uhrzeigersinn, um ein Stück Tragkabel von der Trommel abzuwickeln, und zwar lang genug, um das Kabel über die Rolle und nach unten zum markierten Sensor zu führen.

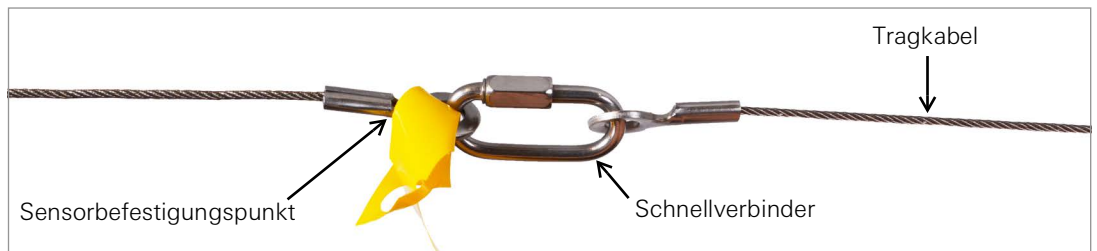
**Wichtig! Halten Sie das Kabel unter Spannung, um zu verhindern, dass es sich an der Trommel abwickelt.**

- Befestigen Sie das Kabel mit der Mittelklemme an seinem Platz, um die Spannung auf der Trommel aufrechtzuerhalten.



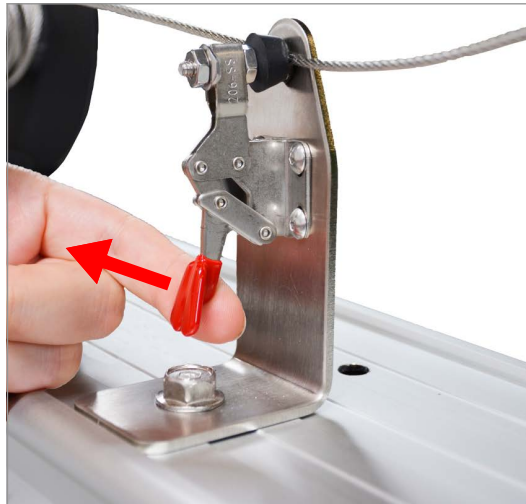
**ABBILDUNG 37:** Tragkabel auf Rolle ausgerichtet und in Mittelklemme gesichert

8. Verbinden Sie das Kabel mithilfe des Schnellverbinders mit dem Sensorbefestigungspunkt.



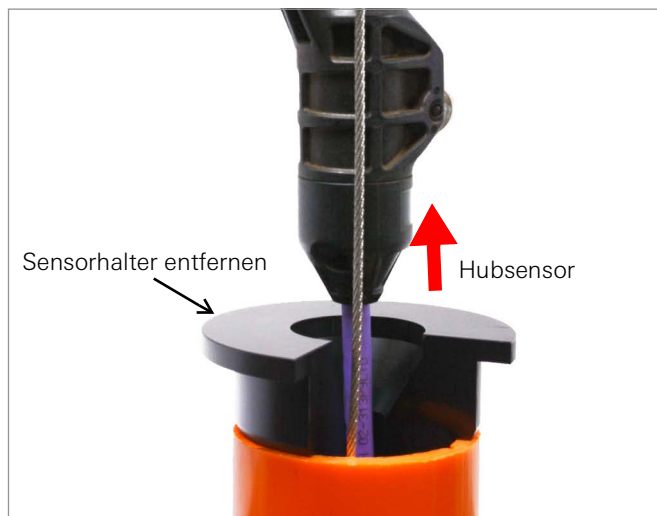
**ABBILDUNG 38:** Tragkabel mit Schnellverbinder am Befestigungspunkt befestigt

9. Lösen Sie die Mittelklemme.



**ABBILDUNG 39:** Mittelklemme lösen

10. Drehen Sie den Windenanschluss im Uhrzeigersinn, um den Sensor leicht anzuheben und den Sensorhalter zu entfernen.



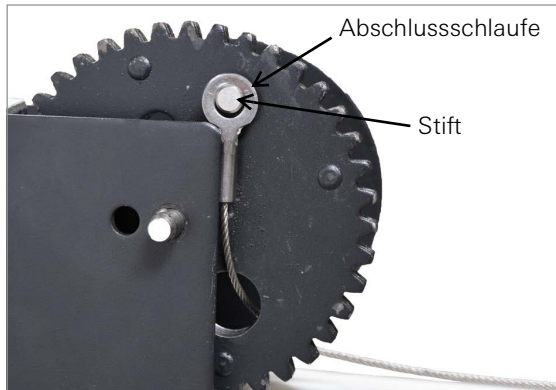
**ABBILDUNG 40:** Sensor aus Sensorhalter angehoben

11. Drehen Sie den Windenanschluss gegen den Uhrzeigersinn, um den Strang in das Gehäuse abzusenken. Während des Absenkens die Sensoren weiter positionieren und installieren, wie in Abschnitt 2.5 beschrieben.

**Wenn keine zusätzlichen Tragkabeltrommeln erforderlich sind, fahren Sie mit Schritt 13 fort.**

12. Wenn der nächste mit einem Marker versehene Sensor erreicht wird:

- a. Setzen Sie den Sensorhalter in das Gehäuse ein und stecken Sie anschließend den mit einer Markierung versehenen Sensor in die Halterung.
- b. Drehen Sie die Trommel so, dass der Abschlusschlaufenstift wie in Abbildung 41 sichtbar ist und entfernen Sie die Abschlusschleife vom Pin an der Außenseite der Trommel.



**ABBILDUNG 41:** Abschlusschleife entfernen

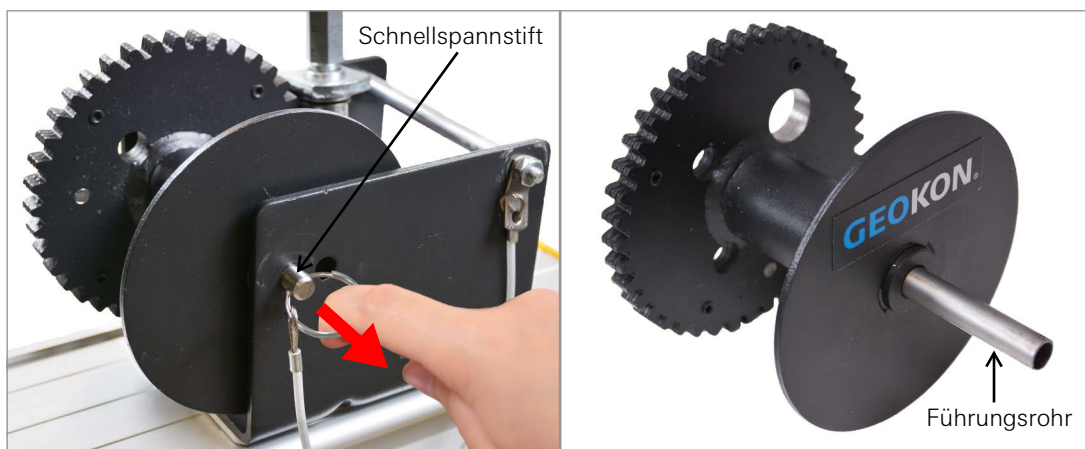
- c. Legen Sie das überschüssige Tragkabel entlang des Strangs und befestigen Sie es mit Kabelbindern am Sensorkabel, knapp über dem am weitesten entfernten Sensor, den es erreichen kann.

**Wichtig! Die Abschlusschleife des Tragkabels darf nicht abgeschnitten werden. Entsorgen Sie die Trommel nicht. Diese erleichtern das Entfernen des Strangs, falls erforderlich (siehe Abschnitt F.2).**



**ABBILDUNG 42:** Tragkabel am Strang befestigen

- d. Entfernen Sie den Schnellspannstift von der Winde und entfernen Sie die leere Trommel. Entfernen Sie das Führungsrohr von der Trommel und **setzen Sie es in eine neue Trommel ein.**



**ABBILDUNG 43:** Leere Trommel und Führungsrohr entfernen

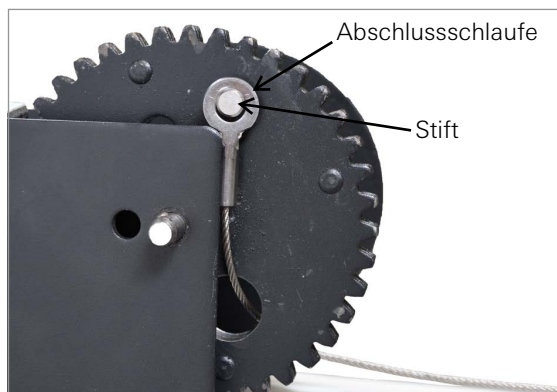
- e. Montieren Sie die neue Trommel so am Hebesystem, dass das Kabel über die **Oberseite** hängt. Sichern Sie die Befestigung mit dem Schnellspannstift (Abbildung 44).



**ABBILDUNG 44:** Eine neue Trommel mittels Schnellspannstift installieren

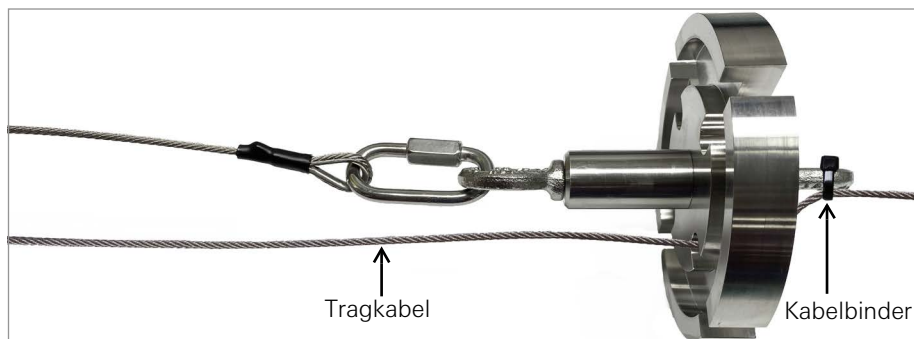
- f. Wiederholen Sie den Vorgang von Schritt 6 für jeden zusätzlichen Strangabschnitt.
13. Wenn der nächste mit einer Markierung versehene Sensor erreicht ist, stecken Sie den Sensorhalter in das Gehäuse und anschließend den oberen Sensor in die Halterung.
14. Drehen Sie die Trommel so, dass der Abschlusschlaufenstift wie in Abbildung 46 sichtbar ist und entfernen Sie die Abschlusschlaufe des Tragkabels vom Stift an der Außenseite der Trommel. Am oberen Ende des Strangs befindet sich überschüssiges Kabel.

**Wichtig! Die Abschlusschlaufe des Tragkabels darf nicht abgeschnitten werden. Entsorgen Sie die Trommel nicht. Diese erleichtern das Entfernen des Strangs, falls erforderlich (siehe Abschnitt F.2).**



**ABBILDUNG 45:** Abschlusschlaufe entfernen

15. Befestigen Sie das Tragkabel mit Kabelbindern an der Aufhängungshalterung.



**ABBILDUNG 46:** Abschlussende an der Aufhängungshalterung sichern

16. Schließen Sie die Installation ab wie in Abschnitt 2.5 beschrieben.

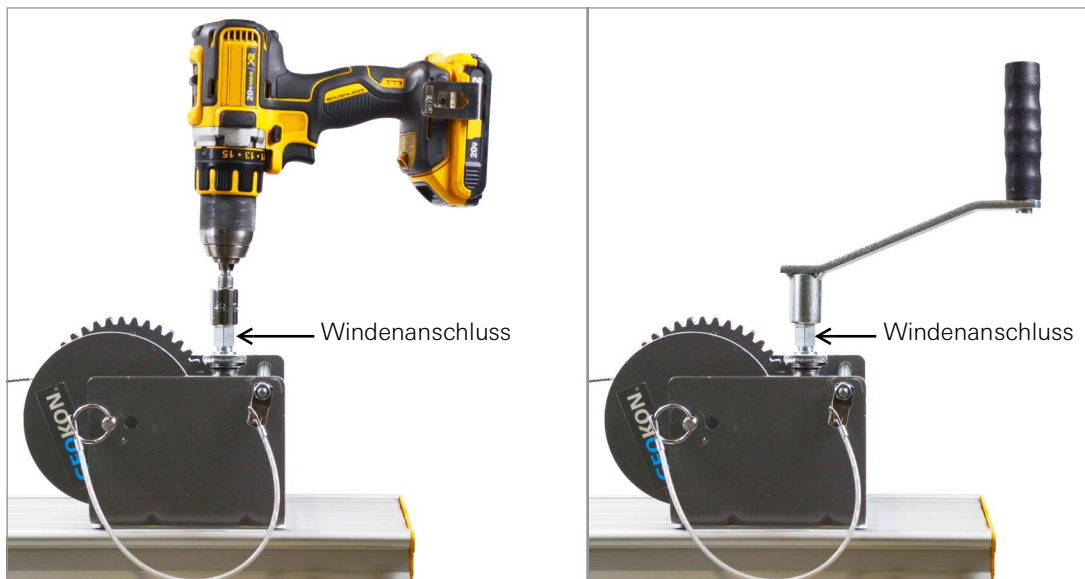
## F.2 ENTFERNEN EINES STRANGS MITHILFE DES HEBESYSTEMS

1. Drücken Sie am Heberahmen den Beinverriegelungshebel nach unten und klappen Sie die Beine aus, bis sie eingerastet sind.
2. Positionieren Sie das Heberahmengestell mit der Rolle direkt über dem Gehäuse.
3. Installieren Sie eine leere Trommel auf dem Heberahmen, sofern sie noch nicht vorhanden ist. Führen Sie das Führungsrohr in die Trommel ein und fixieren Sie es mit dem Schnellspannstift im Hebesystem.



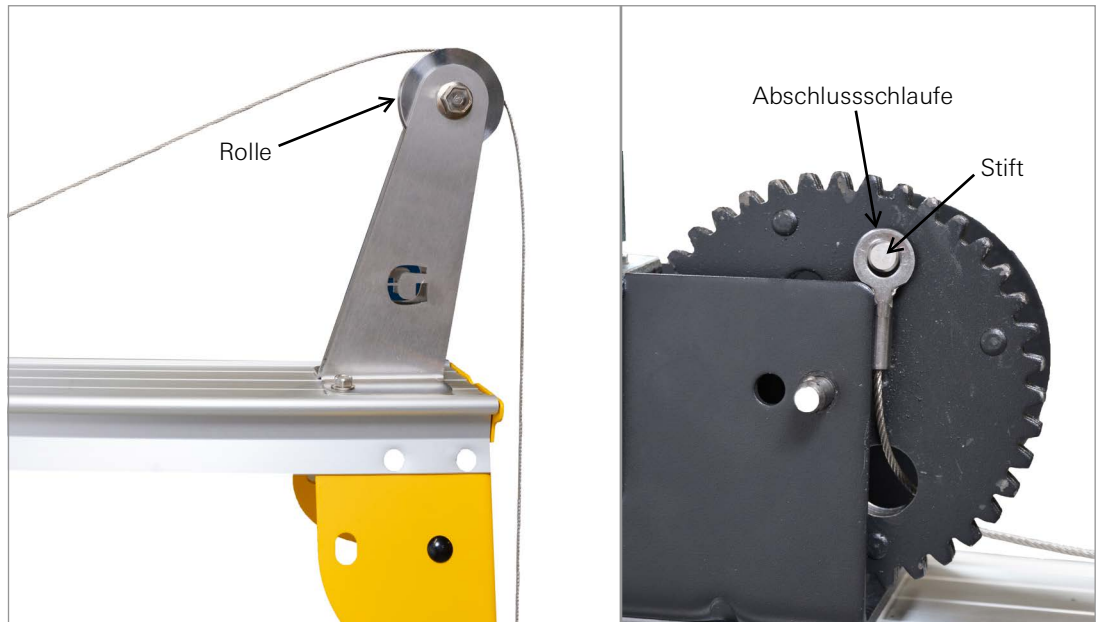
**ABBILDUNG 47:** Eine leere Trommel mit dem Schnellspannstift installieren

4. Montieren Sie die Buchse/den Adapter (zur Verwendung mit einer kundenseitig bereitgestellten Bohrmaschine) oder den Handgriff am Windenanschluss des Heberahmens.



**ABBILDUNG 48:** Bohrer (links) oder Handgriff (rechts) am Windenanschluss installiert

5. Schneiden Sie die Kabelbinder durch, mit denen das Tragkabel an der Aufhängungshalterung oder dem Sensorkabel befestigt ist.
6. Drehen Sie die Trommel so, dass der Abschlusschlaufenstift wie in Abbildung 49 sichtbar ist. Führen Sie das Tragkabel über die Rolle und stecken Sie die Abschlusschleife des Tragkabels durch den Schlitz der Trommel auf den außenliegenden Stift.



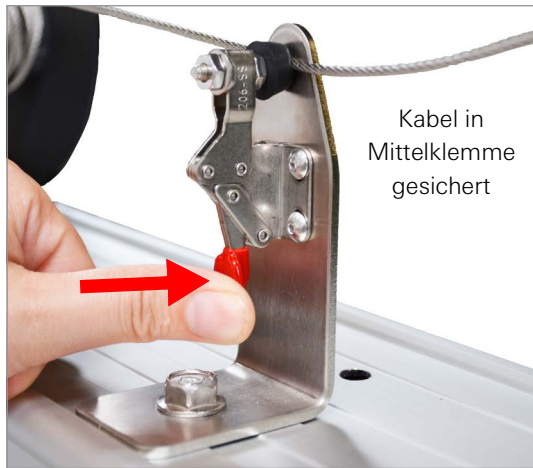
**ABBILDUNG 49:** Tragkabel über Rolle (links) und Abschlusschlaufe auf leerer Trommel installiert (rechts)

7. Drehen Sie den Windenanschluss im Uhrzeigersinn, um den Strang leicht anzuheben. Entfernen Sie die Aufhängungshalterung bzw. den Sensorhalter vom Gehäuse.
8. Drehen Sie den Windenanschluss weiter im Uhrzeigersinn, um den Strang aus dem Gehäuse zu heben, und führen Sie die Sensoren dabei vorsichtig heraus.
9. Wenn der erste mit einer Markierung versehene Sensor erreicht ist, stecken Sie den Sensorhalter in das Gehäuse und anschließend den Sensor in die Halterung.



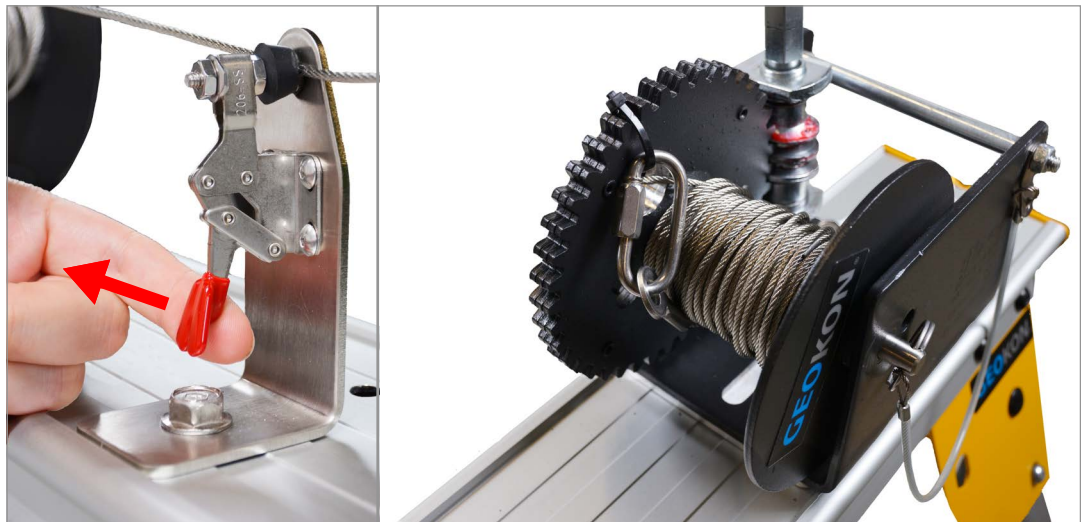
**ABBILDUNG 50:** Markierter Sensorbefestigungspunkt

10. Fixieren Sie das Kabel mit der Mittelklemme, um die Spannung aufrechtzuerhalten und ein Abwickeln an der Trommel zu verhindern.



**ABBILDUNG 51:** Tragkabel in Mittelklemme gesichert

11. Trennen Sie das Tragkabel vom Befestigungspunkt des Sensors.
12. Lösen Sie die Mittelklemme. Befestigen Sie das Tragkabel an der Trommel.



**ABBILDUNG 52:** Lösen Sie die Mittelklemme (links) und befestigen Sie das Tragkabel an der Trommel (rechts).

13. Wenn mehrere Tragkabelabschnitte installiert sind, entfernen Sie die volle Trommel und wiederholen Sie den Vorgang von Schritt 3.
14. Nachdem alle Tragkabel getrennt wurden, entfernen Sie den Rest des Strangs mit der Hand.

## **ANHANG G. EINSTELLUNG DES AUFHÄNGUNGSKABELS**

Das Aufhängungskabel Modell 6140-3 wird komplett montiert in der angegebenen Länge geliefert. Die Kabellänge kann bei Bedarf gekürzt werden, indem Sie den Anweisungen in diesem Abschnitt folgen.

### **G.1 ANBRINGUNG DER AUFHÄNGUNGSHALTERUNG**

Um sicherzustellen, dass der Strang in der richtigen Tiefe installiert wird, addieren Sie die Länge von der Unterseite des Gewichts bis zur Spitze des oberen Sensors und ziehen Sie diesen Wert von der gewünschten Strangtiefe ab (gemessen von der Oberseite des Gehäuses bis zur Unterseite der Stranganordnung). Der resultierende Wert ist die Länge des Aufhängungskabels.

**Hinweis:** GEOKON schlägt vor, den Sensorstrang mindestens 150 mm (6 Zoll) über dem Boden des Gehäuses aufzuhängen, um Schutt und Absetzungen Rechnung zu tragen.

1. Messen Sie das Aufhängungskabel auf die berechnete Länge abzüglich 4,5 Zoll für den Verbindungsclip und die Aufhängungshalterung.
2. Bilden Sie an der gemessenen Stelle eine Schlaufe. Sichern Sie es mit einer der mitgelieferten Kabelklemmen leicht. Ziehen Sie es zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig fest.



**ABBILDUNG 53:** Schlaufe und Klemme

3. Legen Sie die mitgelieferte Kausche in die Schlaufe. Befestigen Sie das Aufhängungskabel an der Kausche, indem Sie die Kabelklemme auf die Kausche schieben.



**ABBILDUNG 54:** Kausche in die Schlaufe einführen und festziehen

4. Verbinden Sie das Flugzeugkabel mithilfe des Schnellverbinders mit der Ringschraube an der Unterseite der Aufhängungshalterung.



**ABBILDUNG 55:** Aufhängungskabel mit Schnellverbinder installiert

5. Passen Sie das Aufhängungskabel nach Bedarf an, sodass der Abstand von der vertieften Schulter der Aufhängungshalterung bis zur Spitze des oberen Sensors der berechneten Länge des Aufhängungskabels entspricht. Ziehen Sie die Kabelklemme vollständig mit einem Drehmoment von ca. 4,5 Fuß-lb fest.
6. Befestigen Sie eine zweite Kabelklemme etwa 3 Zoll von der ersten Kabelklemme entfernt und ziehen Sie sie mit dem oben angegebenen Drehmoment fest.



**ABBILDUNG 56:** Endgültig angepasste Kabelmontage

7. Befestigen Sie das lose Ende des Aufhängungskabels mit Klebeband an der Hauptlänge.

**GEOKON®**

GEOKON  
48 Spencer Street  
Lebanon, New Hampshire  
03766, USA

Telefon: +1 (603) 448-1562  
E-Mail: [teamsales@geokon.com](mailto:teamsales@geokon.com)  
Website: [www.geokon.com](http://www.geokon.com)

GEOKON  
ist ein nach **ISO 9001:2015**  
eingetragenes Unternehmen