DIN EN ISO 18674-7

ICS 93.020

Einsprüche bis 2024-03-19

Entwurf

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geotechnische Messungen – Teil 7: Dehnungsmesszellen (ISO/DIS 18674-7:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18674-7:2024

Geotechnical investigation and testing –
Geotechnical monitoring by field instrumentation –
Part 7: Measurement of strains: Strain gauges (ISO/DIS 18674-7:2024);
German and English version prEN ISO 18674-7:2024

Reconnaissance et essais géotechniques –
Surveillance géotechnique par instrumentation in situ –
Partie 7: Cellules de mesure de la contrainte (ISO/DIS 18674-7:2024);
Version allemande et anglaise prEN ISO 18674-7:2024

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 108 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18674-7:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche (SpA zu ISO/TC 182/WG 2, WG 5, WG 6, WG 7 und WG 8)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 18674-1:2015	siehe	DIN EN ISO 18674-1:2015-09
ISO 18674-2:2016	siehe	DIN EN ISO 18674-2:2017-03
ISO 18674-3:2017	siehe	DIN EN ISO 18674-3:2018-09
ISO 18674-4:2020	siehe	DIN EN ISO 18674-4:2020-10
ISO 18674-5:2019	siehe	DIN EN ISO 18674-5:2020-02
ISO 18674-8:2022	siehe	DIN EN ISO 18674-6:2023-12

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 18674-1:2015-09, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 1: Allgemeine Regeln (ISO 18674-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 18674-1:2015*

DIN EN ISO 18674-2:2017-03, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 2: Verschiebungsmessungen entlang einer Messlinie: Extensometer (ISO 18674-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 18674-2:2016*

DIN EN ISO 18674-3:2018-09, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 3: Verschiebungsmessungen quer zu einer Messlinie: Inklinometer (ISO 18674-3:2017); Deutsche Fassung EN ISO 18674-3:2017*

DIN EN ISO 18674-4:2020-10, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 4: Porenwasserdruckmessungen: Piezometer (ISO 18674-4:2020); Deutsche Fassung EN ISO 18674-4:2020*

DIN EN ISO 18674-5:2020-02, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 5: Spannungsänderungsmessungen mittels Druckmessdosen (ISO 18674-5:2019); Deutsche Fassung EN ISO 18674-5:2019*

DIN EN ISO 18674-8:2023-12, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 8: Messung von Kräften: Kraftmessdosen (ISO 18674-8:2023); Deutsche Fassung EN ISO 18674-8:2023*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

– Leerseite –

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

– Entwurf –

Januar 2024

prEN ISO 18674-7

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geotechnische Messungen – Teil 7: Dehnungsmesszellen (ISO/DIS 18674-7:2024)

Geotechnical investigation and testing – Geotechnical monitoring by field instrumentation – Part 7: Measurement of strains: Strain gauges (ISO/DIS 18674-7:2024)

Reconnaissance et essais géotechniques – Surveillance géotechnique par instrumentation in situ – Partie 7: Cellules de mesure de la contrainte (ISO/DIS 18674-7:2024)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort . . . 5
Vorwort . . . 6
1 Anwendungsbereich . . . 7
2 Normative Verweisungen . . . 7
3 Begriffe . . . 8
4 Symbole . . . 9
5 Messgeräte . . . 10
5.1 Allgemeines . . . 10
5.2 Dehnungsmessstreifen . . . 12
5.2.1 Oberflächenmontierte Dehnungsmessstreifen . . . 12
5.2.2 Eingebettete Dehnungsmessstreifen . . . 16
5.3 Dehnungsmessgeräte . . . 17
5.4 Messgeräte für spezifische Anwendungen . . . 17
5.4.1 Überwachung von tragenden 1-D-Bauteilen . . . 17
5.4.2 Überwachung von tragenden 2-D-Bauteilen . . . 19
5.4.3 Überwachung von tragenden 3-D-Bauteilen . . . 21
6 Installation und Messverfahren . . . 23
6.1 Installation . . . 23
6.1.1 Installation von Dehnungsmessstreifen . . . 23
6.1.2 Installation von Dehnungsmessern . . . 26
6.2 Messverfahren . . . 26
6.2.1 Prüfung und Kalibrierung der Messgeräte . . . 26
6.2.2 Messungen . . . 26
7 Datenverarbeitung und Auswertung . . . 26
8 Berichterstattung . . . 26
8.1 Installationsbericht . . . 26
8.2 Überwachungsbericht . . . 26
Anhang A (normativ) Datenverarbeitung und Auswertung . . . 27
A.1 Datenverarbeitung in Bezug auf die Dehnung . . . 27
A.2 Datenverarbeitung in Bezug auf die Spannung . . . 30
Anhang B (informativ) Verteilte faseroptische Dehnungsmessung (en: Distributed Fibre Optic Strain Sensing, DSS) . . . 32
B.1 Einleitung . . . 32
B.2 Grundlegende Prinzipien und Fähigkeiten . . . 32
B.3 DSS-Messkabel und ihre Installation . . . 33
B.4 Spektralanalysatoren . . . 34
B.5 Datenverarbeitung . . . 34
B.6 Systemspezifikationen . . . 35
B.7 Anwendungen . . . 36
Anhang C (informativ) Temperatureinflüsse auf Dehnungsmessungen . . . 38
Anhang D (informativ) Geotechnische Anwendungen . . . 40
Anhang E (informativ) Messbeispiele . . . 42
E.1 Allgemeines . . . 42
E.2 Überwachung von Dehnungen in Streben und Schlitzwänden aus einem Prüfschacht . . . 42
E.3 FBG-Messung entlang eines Ankers . . . 45
E.4 Dehnungsmessstreifen aus Spritzbeton in der Außenauskleidung eines flachen Tunnels 49
Literaturhinweise . . . 53

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Bilder

Bild 1 — Merkmale von Dehnungsmessstreifen mit Schwingsaitenaufnehmern 14
Bild 2 — Merkmale eines Dehnungsmessers 14
Bild 3 — Merkmale eines Faser-Bragg-Gitters 15
Bild 4 — Merkmale einer Faser-Bragg-Gitter-Dehnungsanordnung 16
Bild 5 — Merkmale eines Bewehrungsstab mit Messgerät 16
Bild 6 — Mögliche Anordnungen der Dehnungsüberwachung in einem Betonpfahl (Querschnitt) 18
Bild 7 — Mögliche Anordnungen für die Überwachung der axialen Dehnung und Biegung eines I-Stahlträgers 18
Bild 8 — Kontinuierliche und diskrete Dehnungsmessstellen in einem Betonpfahl 19
Bild 9 — Beispiel für Dehnungsmessstellen in tragenden 1-D- und 2-D-Bauteilen (Strebe und Schlitzwand) 20
Bild 10 — Beispiel für die Anordnung von Dehnungsmessstreifen in einer Spritzbetonverkleidung 21
Bild 11 — Dehnungsmessgeräte in einem Schwergewichtsdamm 22
Bild 12 — Ablauf des Lichtbogenschweißens bei der Installation von Dehnungsmessstreifen auf einer Stahloberfläche 24
Bild 13 —Schwingsaiten-Dehnungsmessstreifen, die auf einer Betonoberfläche befestigt sind (Beispiel) 25
Bild A.1 — Mögliche Anordnung der Dehnungsmessstreifen in einem tragenden 1-D-Bauteil . . . 28
Bild A.2 — Mögliche Anordnungen für die Überwachung der Biegung eines I-Stahlträgers um zwei Achsen 29
Bild B.1 — Querschnitt von stahlarmierten Dehnungs- und Temperatur-DFOS-Kabeln 34
Bild B.2 — Brillouin-Frequenzverschiebung durch Dehnung eines Abschnitts einer optischen Faser 35
Bild B.3 — Abtast- und räumliche Auflösung 36
Bild E.2.1 — Fotos während der Installation: oben links: VW-Dehnungsmessstreifen auf der Strebe; oben rechts: Schutz des VW-Dehnungsmessstreifens; unten links: Installation des Dehnungsmessers auf der Bewehrung (mit Messmarke); unten rechts: Installation zur manuellen Messung des Dehnungsmessers 43
Bild E.2.2 — Ergebnisse der Dehnungsmessstreifen-Messung in verschiedenen Stadien (differentiell und integriert) 44
Bild E.2.3 — Berechnete Kräfte auf die Strebe (gemessene Ergebnisse gegenüber Bemessungslasten) 44
Bild E.2.4 — Theoretische und mit dem Dehnungsmessgerät gemessene Wandverschiebungen (nach dem endgültigen Aushub; Kopfverschiebungen auf null gesetzt). Die Dehnungsmessung zeigt das Nachgeben der Stützmauer 45
Bild E.3.1 — Querschnitt und Bilder von Ankern und Deichabschnitt 47
Bild E.3.2 — Verformungen (Dehnungen) in verschiedenen Positionen und bei verschiedenen Lastzuständen während der Ankerprüfung 48
Bild E.3.3 — Gemessene Lasten (Kraftmessdosen) und mittlere Dehnung in der freien Länge (FBG) der Anker 48
Bild E.4.1 — Baustelle des Rudersdorfer Tunnels, Österreich 50
Bild E.4.2 — Messgerät des Tunnelquerschnitts mit VW-Sensoren 50
Bild E.4.3 — Schematische Darstellung eines Paares installierter Dehnungsmessstreifen mit Installationsbeschreibung 51
Bild E.4.4 — Bild eines installierten Paares von Dehnungsmessstreifen vor dem Einbau des Spritzbetons 51
Bild E.4.5 — a) Dehnungsmessstreifen beim Aushub des Oberbaus bis zum Abbruch der temporären Sohle (II); b) Dehnungsmessstreifen während des Strossenaushubs und der Herstellung der endgültigen Sohle bis zur Stabilisierung der Verformung der Auskleidung und dem Abschluss der Verschüttungsarbeiten an der Oberfläche 52

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Tabellen

Tabelle 1 — Typen von Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessern in der geotechnischen Überwachung 11
Tabelle D.1 — Leitfaden für die Auswahl von Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessgeräten in geotechnischen Anwendungen 40
Tabelle D.2 — Typen, übliche Längen, Bereiche und Genauigkeiten von Dehnungsmessgeräten . 41

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18674-7:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 18674-7:2024 wurde von CEN als prEN ISO 18674-7:2024 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Directives, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Directives, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 182, *Geotechnics.*

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 18674, veröffentlicht unter dem allgemeinen Titel *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation (Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen)*, ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Dehnungsmessung mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessern für die geotechnische Überwachung fest. Allgemeine Regeln für die messtechnische Überwachung von Baugrund, von Bauwerken, die mit dem Baugrund in Wechselwirkung stehen, von geotechnischen Auffüllungen und von geotechnischen Arbeiten sind in ISO 18674-1:2015 festgelegt.

Dieses Dokument ist anwendbar für:

— die Leistungsüberwachung von

  — tragenden 1-D-Bauteilen wie Pfähle, Streben, Stützen und Ankerzugglieder;

  — tragenden 2-D-Bauteilen wie Fundamentplatten, Spundwände, Schlitzwände, Stützwände und Tunnelauskleidungen aus Spritzbeton/Beton;

  — tragenden 3-D-Bauteilen wie Schwergewichtsmauern, Erd- und Felsschüttdämme, Dämme und verstärkte Bodenstrukturen;

— Überprüfung geotechnischer Entwürfe und Konstruktionsanpassung in Verbindung mit den Beobachtungsmethoden bei der Planung;

— Bewertung der Stabilität während oder nach dem Bau.

Mit Hilfe einer Spannungs-Dehnungs-Beziehung des Baustoffs können Dehnungsdaten in Spannungen und/oder Kräfte (für 1-D-Bauteile; siehe ISO 18674-8:2022) oder Spannungen (für 2-D und 3-D-Bauteile, siehe ISO 18674-5:2019) umgewandelt werden.

ANMERKUNG Dieses Dokument erfüllt die Anforderungen an die messtechnische Überwachung von Baugrund, von Bauwerken, die mit dem Baugrund in Wechselwirkung stehen, und von geotechnischen Arbeiten mittels Dehnungsmessgeräten als Teil geotechnischer Erkundung und Untersuchung nach Literaturhinweis [1] und Literaturhinweis [2].

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 18674-1:2015, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 1: Allgemeine Regeln*

ISO 18674-2:2016, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 2: Measurement of displacements along a line: Extensometers*

ISO 18674-3:2017, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 3: Measurement of displacements across a line: Inclinometers*

ISO 18674-4:2020, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 4: Measurement of pore water pressure: Piezometers*

ISO 18674-5:2019, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 5: Stress change measurements by total pressure cells (TPC)*

ISO 18674-8:2022, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 8: Measurements of loads: Load Cells*

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 18674-7:2015 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: verfügbar unter https://www.electropedia.org/

3.1
Dehnungsmessstreifen
Feldmessgerät zum Messen von Dehnungen in Bauteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dehnung wird über die gesamte Länge des Messgeräts erfasst, in der Regel mit einem Schwingsaiten-Sensor, einem elektrischen Dehnungsmessstreifen-Sensor oder einem FBG-Sensor (Faser-Bragg-Gitter mit optischer Abtastung).

Anmerkung 2 zum Begriff: Typische Konfigurationen sind Dehnungsmessstreifen, die an der Oberfläche eines Stahlbauteils angebracht sind [siehe 3.3 und Bild 1 a), Bild 1 b), Bild 3 a), Bild 3 b)], in Beton eingebettete Dehnungsmessstreifen [siehe 3.4 und Bild 1 c)] oder FBG, die in die geologische Struktur integriert oder an der Oberfläche befestigt sind [siehe Bild 3 b)].

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine Reihe von FBG-Sensoren mit einem einzigen Leitungskabel wird als FBG-Anordnung bezeichnet (siehe Bild 4).

Anmerkung 4 zum Begriff: Für mechanische Dehnungsmessstreifen, siehe Literaturhinweis [3].

Anmerkung 5 zum Begriff: Verteilte faseroptische Dehnungsmessungen (DFOS) unterliegen nicht dieser Norm, da sich diese neue Technologie noch in intensiver Entwicklung und Veränderung befindet. Die Verwendungsgrundsätze und Beispiele für DFOS sind in Anhang B (informativ) enthalten.

3.2
Dehnungsmessgerät
Dehnungsmessstreifen zur Messung der Dehnung mittels einer Verschiebungsmessung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Dehnung wird über die festgelegte Einspannlänge des Dehnungsmessers erfasst (siehe Bild 2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Extensometer mit einer festgelegten Einspannlänge, z. B. ein mobiler Extensometer (siehe ISO 18674-2:2016), hat die Funktion eines Dehnungsmessers.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine typische Konfiguration ist eine durchgehende Kette von Dehnungsmessern, die in Schüttungen, Boden oder Beton eingebettet sind.

Anmerkung 4 zum Begriff: Alternative Bezeichnungen für ein Dehnungsmessgerät, das in der Praxis verwendet wird, sind „Schüttungsextensometer“ „Bodendehnungsmessgerät“, „Bodenextensometer“, „Erddammsextensometer“ oder „linearer kontinuierlicher Extensometer“.

Anmerkung 5 zum Begriff: Der Begriff Dehnungsmessstreifen wird manchmal (fälschlicherweise) für bestimmte Dehnungsmessstreifen-Sensoren verwendet, z. B. Dehnungsmessgeräte für Bewehrungsstäbe.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

3.3
oberflächenmontierter Dehnungsmessstreifen
Dehnungsmessstreifen zur Befestigung an der Oberfläche eines tragenden Bauteils

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt verschiedene Typen von Messgeräten für die Oberflächenmontage: punktgeschweißte, lichtbogengeschweißte und geklebte Dehnungsmessstreifen.

3.4
eingebettete Dehnungsmessstreifen
Dehnungsmessstreifen für die Einbettung in ein Medium

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise ist das Medium Mörtel, Zement, Stahlbeton, Spritzbeton oder Massenbeton.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1 c).

3.5
Bewehrungsstab mit Dehnungsmessstreifen
Stück Bewehrungsstab, in das ein Dehnungsmessstreifen integriert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn er neben der konstruktiven Bewehrung installiert ist, wird er allgemein als Doppelstab bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn er als Teil der strukturellen Bewehrung installiert ist, wird er üblicherweise als Dehnungsmesser für Bewehrungsstäbe bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Doppelstäbe und Bewehrungsstäbe messen denselben Parameter, die Gesamtdehnung in einem Stahlbetonbauteil. Der Unterschied zwischen der Verwendung von Doppelstäben und Bewehrungsstäben besteht darin, dass sich bei der Verwendung von Doppelstäben die Gesamtstahlfläche im Strukturelement geringfügig vergrößert, was zu einer Verringerung der tatsächlichen Dehnung an der Messabschnitt führt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Siehe Bild 5.

3.6
Einspannlänge
Ausgangslänge, über die die Dehnung durch den Dehnungsmessstreifen gemessen wird, oder Ausgangslänge, über die die Verschiebung durch einen Dehnungsmesser gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Schwingsaiten-Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessstreifen wird die Länge durch die Montageblöcke/Endplatten oder Anker definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einem FBG-Dehnungsmessstreifen entspricht die Einspannlänge je nach Montageart entweder der Länge des Gitters oder dem Abstand zwischen den Montageblöcken/Endplatten, Ankern oder Klebepunkten (siehe Bild 3 und Bild 4).

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei Bewehrungsstäben mit Dehnungsmessstreifen, die entlang der konstruktiven Bewehrung eingebaut werden, ist die Einspannlänge die Länge zwischen der Verankerungszone des Stabes, die schwer genau zu definieren ist.

4 Symbole

Symbol	Bezeichnung	Einheit
A	Fläche	m^2
E	Elastizitätsmodul	Pa
F	Normalkraft	N
L	Einspannlänge	m

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Symbol	Bezeichnung	Einheit
n	Anzahl der Messgeräte	—
S	Scherkraft	N
s	Abstand zwischen Dehnungssensor und Achse	m
T	Temperatur	°C
α_T	thermischer Längenausdehnungskoeffizient	K^{-1}
ε	Normaldehnung	—
$\mu\varepsilon$	Mikrodehnung	µm/m
σ	Normalspannung	Pa
$2a$	Höhe des I-Trägers	m
$2b$	Breite des I-Trägers	m
c	Abstand zur XX-Achse	m
D	Durchmesser	m
d	Abstand zur YY-Achse	m
t	Stärke	m
XX	x-Achse	—
YY	y-Achse	—

Indizes		
ax	axial im Verhältnis zur Stauchung (Vorzeichen +) / Streckung (Vorzeichen -)eines 1-D-Trägers	—
ax'	axial im Verhältnis zur Biegung eines 1-D-Bauteils	—
$korr$	korrigierter Wert	—
F	Folgewert	—
G	Einspannmessgerät	—
i	Messpunkt i	—
R	Referenzwert	—
T	Temperatur, thermisch	—

5 Messgeräte

5.1 Allgemeines

5.1.1 Es sollte unterschieden werden zwischen

a) der Art des Dehnungsmessgeräts (Dehnungsmessstreifen oder Dehnungsmessgerät),

b) dem Ort des Messpunkts (an der Oberfläche eines tragenden Bauteils oder eingebettet in ein Medium),

c) dem Messprinzip des Messgeräts (z. B. VW, elektrischer Widerstand oder FBG).

ANMERKUNG Siehe Tabelle 1 und Bild 1 bis Bild 5.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Tabelle 1 — Typen von Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessern in der geotechnischen Überwachung

Dehnungsmessgerät und übliche Konfiguration	Lage des Messpunkts	Bauteil/ Medium	Übliche Einspannlänge mm	Üblicher Sensor	Abschnitt
oberflächenmontierter Dehnungsmessstreifen	an der Oberfläche eines Bauteils	Stahl(1)	5 – 150	Schwingsaite (en: vibrating wire, VW) oder elektrischer Dehnungsmessstreifen-Sensor, FBG	5.2.1
		Beton(2)	50 – 350		
eingebetteter Dehnungsmessstreifen	Innenmedium	Beton(3)	50 – 500		5.2.2
Dehnungsmessgerät		Schüttung(4)	1 000 – 3 000	Wegaufnehmer	5.3

BEISPIEL (1) Bewehrungsstab, Stahlpfahl, Spundbohle, Strebe
(2) Säulen, Balken, Träger
(3) Betonpfahl, Schlitzwand, Schwergewichtsmauer, Tunnelauskleidung aus Spritzbeton
(4) Erddamm, Steinschüttdamm, Damm

5.1.2 In Übereinstimmung mit der Vorzeichenregelung der Geotechnik sollte die Stauchung als positiv betrachtet werden.

ANMERKUNG 1 In der Normenreihe ISO 18674 wird diese Vorzeichenregelung in Teil 4 (Piezometer), Teil 5 (Druckmessdosen) und Teil 8 (Kraftmessdosen) übernommen, jedoch nicht in Teil 2 (Extensometer). Letzterer übernimmt die in der Geodäsie übliche Vorzeichenregelung.

ANMERKUNG 2 In ISO 18674-1:2015 wurden keine einheitlichen Regeln für die Vorzeichenregelung von Messgeräten zur geotechnischen Überwachung festgelegt. In 5.1.2 heißt es ganz allgemein, dass „die Vorzeichenregelung und Einheiten klar angegeben und eingehalten werden müssen".

5.1.3 Das Messgerät muss so gewählt werden, dass es die elastische Steifigkeit der überwachten geologischen Struktur nur unwesentlich beeinflusst.

5.1.4 Der Messbereich des Messgeräts muss entsprechend dem im Rahmen des Projekts zu erwarteten Dehnungsbereich gewählt werden. Der Messbereich des Messgeräts muss 25 % größer sein als die zu erwartete Dehnung des zu messenden Bauteils.

ANMERKUNG Bei vielen Typen von Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessern mit Schwingsaitenaufnehmer besteht die Möglichkeit, den Anfangspunkt des Messbereichs auf Zug oder Druck einzustellen.

5.1.5 Ändert sich die Steifigkeit des Mediums im Laufe der Zeit, z. B. im Zuge der Aushärtung oder Verfestigung des Mediums, sollte ein Messgerät gewählt werden, das für eine geringe Steifigkeit in Dehnungsmessrichtung ausgelegt ist.

5.1.6 Bei einem Messgerät, das in bzw. auf einer Matrix oder einem Verbundwerkstoff installiert ist, müssen die Festigkeit und die Einspannlänge des Dehnungsmessgeräts unter Berücksichtigung der Größe der Gesteinskörnungen im Medium gewählt werden. Wenn möglich, sollte das Verhältnis zwischen der Einspannlänge und der größten Gesteinskörnung mehr als 5 oder 6 betragen.

5.1.7 Dehnungsmessgeräte dürfen nicht an oder in der Nähe der Enden eines Bauteils oder der Verbindungspunkte mit anderen Bauteilen angebracht werden, um eine gleichmäßige Dehnung zu messen. Ein Abstand von

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

mindestens der dreifachen Breite bzw. dem dreifachen Durchmesser des Bauteils kann als ausreichend angesehen werden.

5.1.8 Die Temperatur muss an der Messstelle oder an einem repräsentativen Ort gemessen werden.

ANMERKUNG Handelsübliche Dehnungsmessstreifen- und FBG-Sensoren mit Schwingsaiten haben integrierte Temperatursensoren.

5.1.9 Bei der Aufzeichnung und Auswertung der Daten müssen Temperatureinflüsse auf das Messgerät sowie auf die geologische Struktur selbst berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Die Auswirkungen der Temperatur auf die Spannungen in den Bauteilen sind oft groß und unzureichend bekannt, siehe Anhang C.

ANMERKUNG 2 Durch die Verwendung von Dehnungsmessstreifen, die bestimmte Werkstoffe (Stahl, Aluminium, Beton) kompensieren, wird die Notwendigkeit vermieden, die gemessene Dehnung zu korrigieren, um die Strukturdehnung zu erhalten und die Spannung zu berechnen.

5.1.10 Wenn FBG-Sensoren in Serie verwendet werden, müssen die FBG mit unterschiedlichen Bragg-Wellenlängen hergestellt werden.

ANMERKUNG Die Anzahl der FBG, die in Reihe geschaltet werden können, hängt vom FBG-Abfragesystem sowie von der zu messenden Dehnung ab.

5.2 Dehnungsmessstreifen

5.2.1 Oberflächenmontierte Dehnungsmessstreifen

5.2.1.1 Die Befestigung und die Art des Dehnungsmessstreifens sollten in Abhängigkeit von der Oberfläche gewählt werden, auf der er montiert werden soll.

ANMERKUNG 1 Punktgeschweißte Dehnungsmessstreifen [siehe Bild 1 a)] werden üblicherweise an Bewehrungsstäben angebracht, lichtbogengeschweißte Dehnungsmessstreifen [siehe Bild 1 b)] an größeren Stahlbauteilen wie Streben, Stahlrahmensicherungen oder Spundbohlen.

ANMERKUNG 2 Die Vorteile des punktgeschweißten Dehnungsmessstreifens sind seine geringe Größe und die minimalen Fehler, die sich aus der Biegung des Bauteils ergeben, da der Dehnungsmessstreifen nahe an der Oberfläche des Bauteils angebracht ist.

ANMERKUNG 3 Wenn auf einer Stahloberfläche ausreichend Platz vorhanden ist, wird in der Regel eine lichtbogengeschweißte Ausführung bevorzugt, siehe Literaturhinweis [4].

ANMERKUNG 4 Das Kleben wird üblicherweise auf Verbundbaustoff oder bei FBG-Sensoren auf Stahl angewendet. FBG-Dehnungsmessstreifen werden manchmal zum besseren Schutz in vorgefertigte Nuten von Stahlträgern eingeklebt.

ANMERKUNG 5 Dehnungsmessstreifen, die auf dem Prinzip des elektrischen Widerstands beruhen (Foliensensoren), werden üblicherweise durch Kleben auf eine Oberfläche angebracht.

5.2.1.2 Beim Lichtbogenschweißen sollte ein Blindstab als Abstandshalter verwendet werden, während die Montageblöcke geschweißt werden [siehe 1 in Bild 1 b)]. Nach dem Schweißen kann der Blindstab durch den Dehnungsmessstreifen-Sensor ersetzt werden [siehe 2,3 und 4 in Bild 1 b)].

ANMERKUNG Dieses Verfahren wird durchgeführt, um den empfindlichen Dehnungssensor vor den Auswirkungen des Lichtbogenschweißens zu schützen.

5.2.1.3 Wenn Montageblöcke verwendet werden, können diese Stellschrauben haben, die in verschiedene Richtungen wirken.

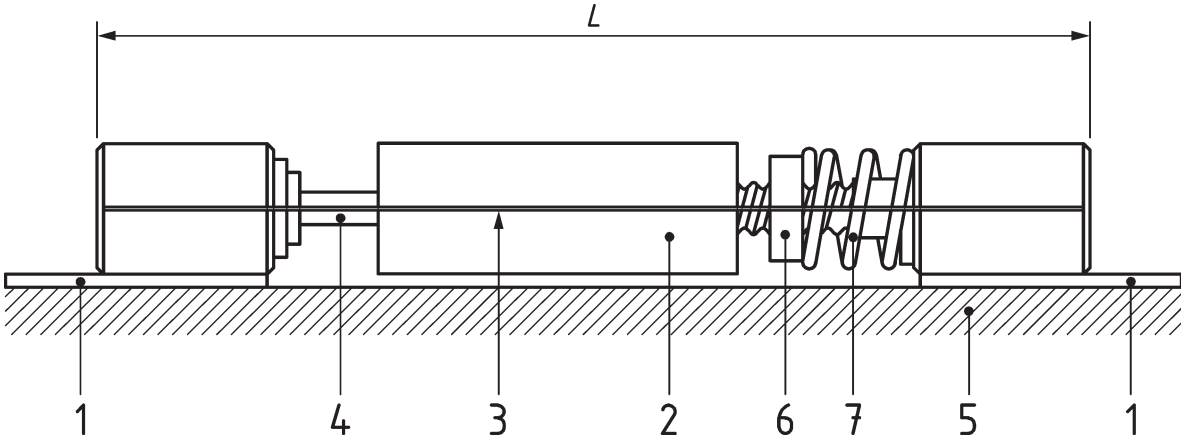
Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

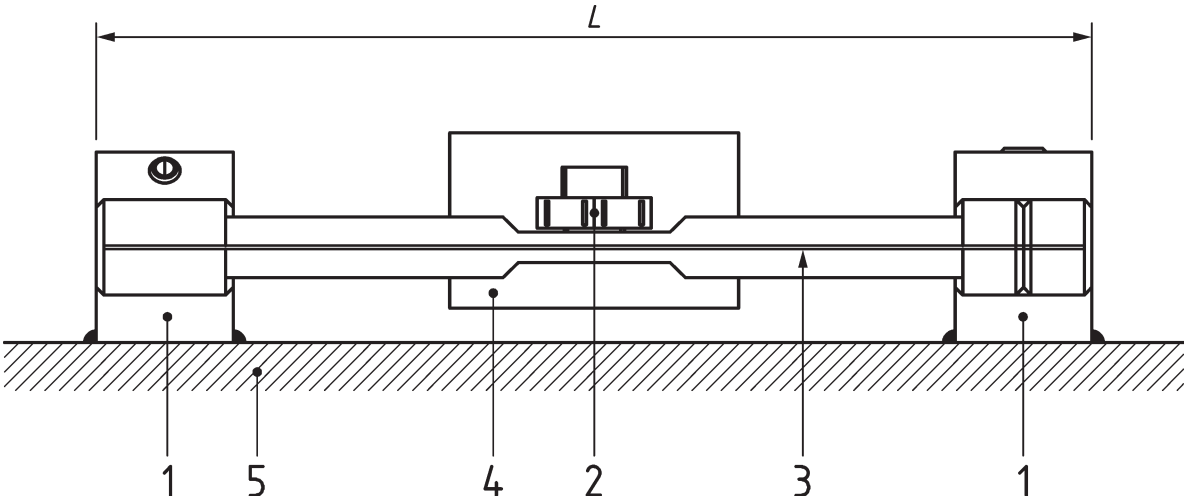
ANMERKUNG 1 Siehe Bild 1 b) und Bild 12.

ANMERKUNG 2 Beispiele mit Montageblöcken siehe Bild 3 c), Bild 3 d) und Bild 4 a).

5.2.1.4 Bei der Installation von FBG-Dehnungsmessstreifen und FBG-Dehnungsmessstreifen mit Einspannlänge muss das Kabel/der Sensor vorgespannt sein. Der Vorspannwert muss die zu messende Dehnung berücksichtigen.



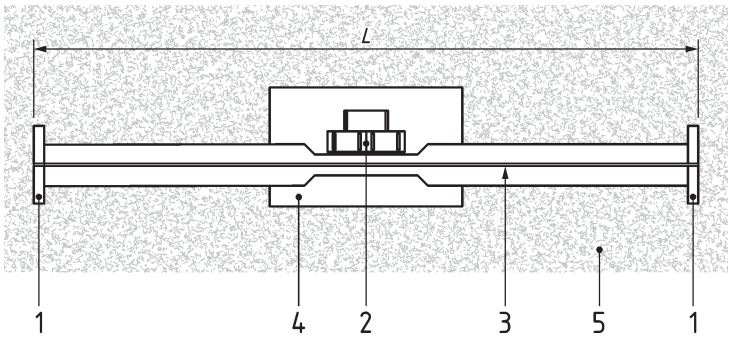
a) punktschweißbarer Dehnungsmessstreifen



b) lichtbogenschweißbarer Dehnungsmessstreifen

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

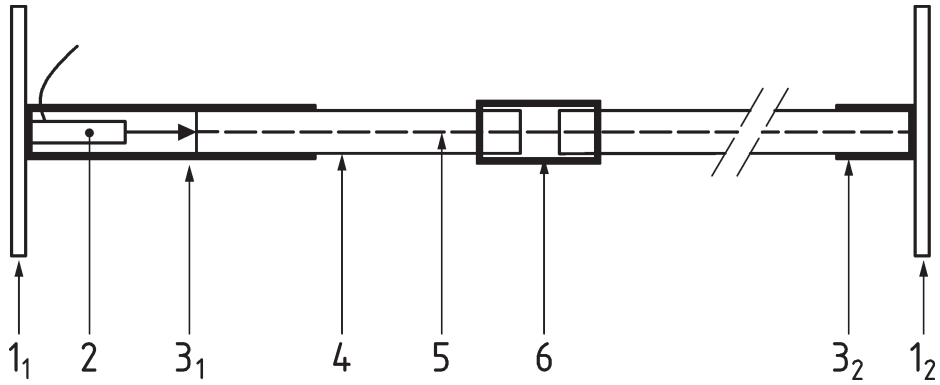


c) eingebettete Dehnungsmessstreifen

Legende

1 Anker/Flansch, Montageblock/Schürze
2 Steckerspule
3 Schwingsaitenaufnehmer aus Stahl
4 Schutzgehäuse
5 Untergrund/Medium (z. B. Stahl/Beton)
6 Schraubenmutter auf Stellschraube
7 Feder

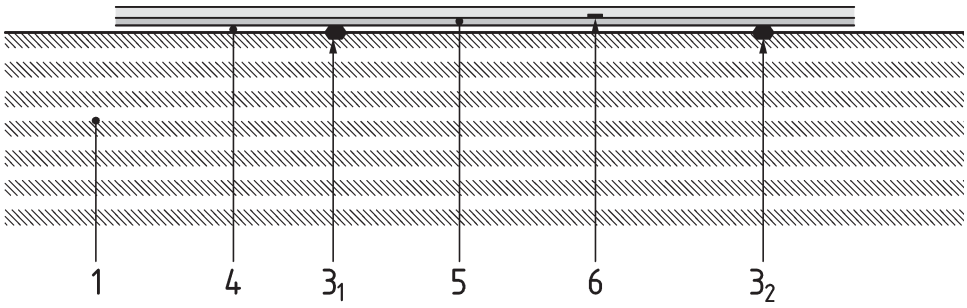
Bild 1 — Merkmale von Dehnungsmessstreifen mit Schwingsaitenaufnehmern



Legende

$1_{1,2}$ Anker (hier als Flansche dargestellt)
2 Wegaufnehmer mit elektrischem Kabel
$3_{1,2}$ Führungen
4 Teleskoprohr
5 Verlängerungsstab
6 Hülse

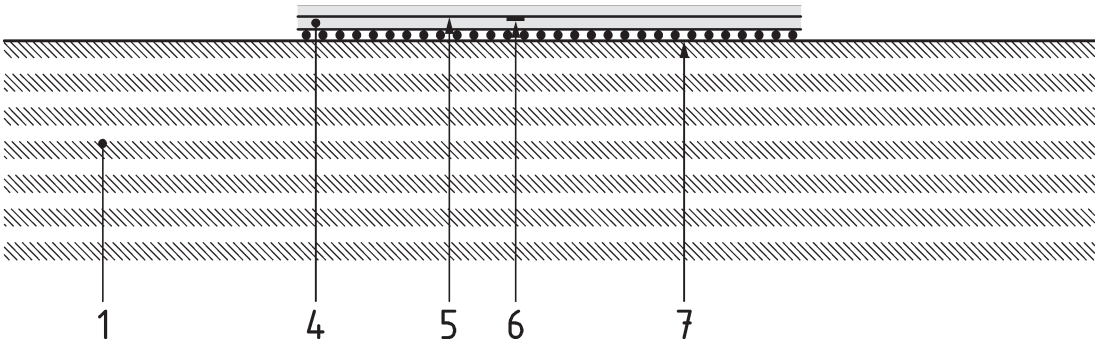
Bild 2 — Merkmale eines Dehnungsmessers



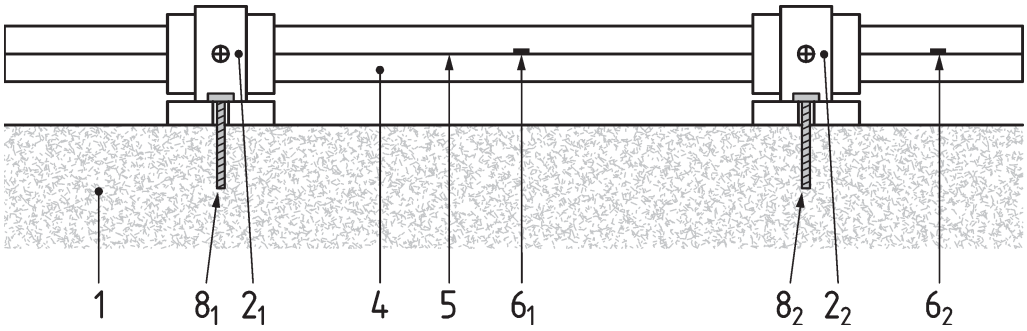
a) punktschweißbarer FBG-Dehnungsmessstreifen

Documents
Document Sharing Hub

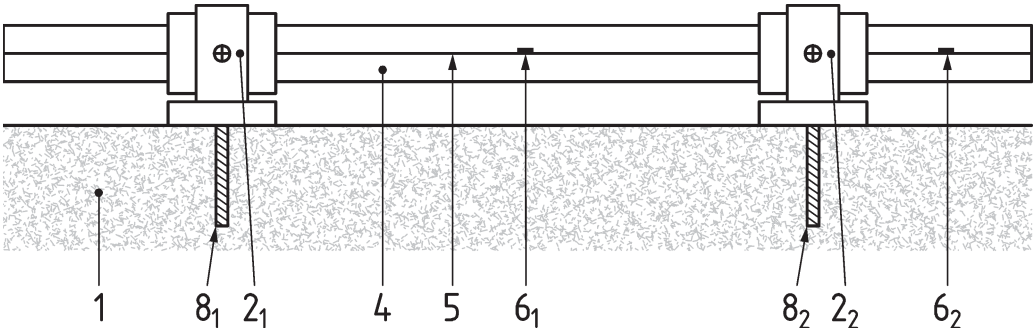
Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



b) Epoxid-verklebter FBG-Dehnungsmessstreifen



c) aufgeschraubter FBG-Dehnungsmessstreifen



d) FBG-Dehnungsmessstreifen mit Einpressmörtel

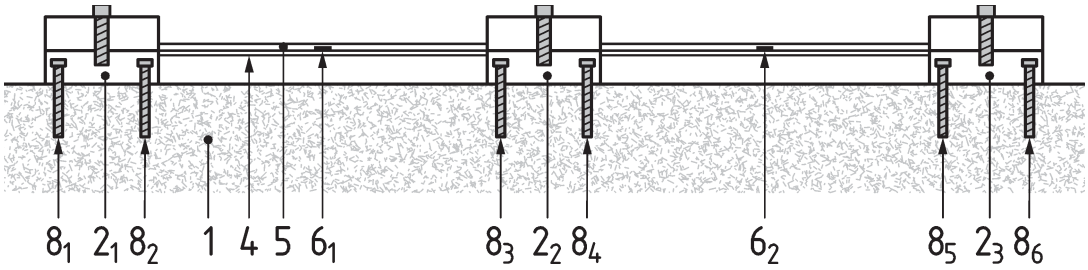
Legende

1 Medium (Stahl/Beton)
$2_{1,2}$ Montageblock/Endplatte
$3_{1\text{-}4}$ Schweißen (Reihe oder Punkte)
4 Schutzgehäuse$_4$
5 Lichtwellenleiter
6 FBG (Dehnung oder Temperatur)
7 Epoxidverklebung
8 Anker/Bolzen

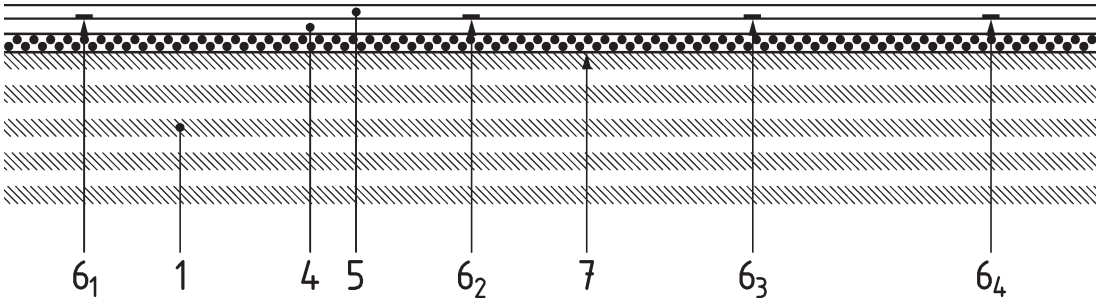
Bild 3 — Merkmale eines Faser-Bragg-Gitters

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



a) klemmenmontierte FBG-Dehnungsanordnung (Einspannlänge-Installation)

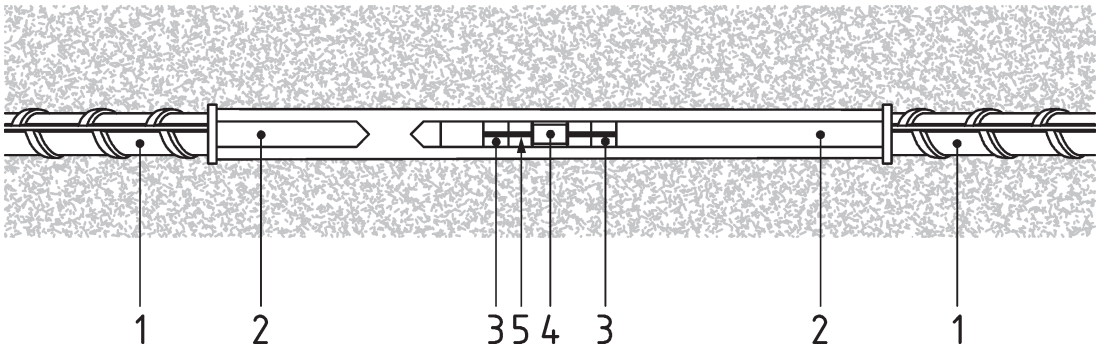


b) aufgeklebte FBG-Dehnungsanordnung (kontinuierlich oder punktuell)

Legende

1 Medium (Stahl/Beton)
$2_{1\text{-}3}$ Befestigungsschelle
$3_{1\text{-}3}$ Kabelbinder
4 Kabelmantel
5 Lichtwellenleiter
6 FBG (Dehnung)
7 Kleber
$8_{1\text{-}6}$ Anker/Bolzen

Bild 4 — Merkmale einer Faser-Bragg-Gitter-Dehnungsanordnung



Legende

1 Anker für Bewehrungsstab
2 Dehnungssensorgehäuse
3 Dehnungsmessstreifen-Endblöcke
4 Steckerspule
5 Schwingsaitenaufnehmer

Bild 5 — Merkmale eines Bewehrungsstab mit Messgerät

5.2.2 Eingebettete Dehnungsmessstreifen

5.2.2.1 Anstelle von Montageblöcken nach 5.2.1.2 können Einbettungs-Dehnungsmessstreifen mit Flanschen an beiden Enden des Messstreifens versehen werden. Der Durchmesser der Flansche sollte zwischen 1/5 und 1/10 der Einspannlänge betragen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

ANMERKUNG Siehe Bild 1 c).

5.2.2.2 Zur Messung vorgesehene Bewehrungsstäbe sollten eine Mindestankerlänge von 15 Mal dem Stabdurchmesser haben.

5.2.2.3 Eingebettete FBG-Dehnungsanordnung/Kabel mit einer Schutzbeschichtung zur Vermeidung eines direkten Kontakts zwischen Beton und der optischen Faser und den Gittern müssen sicherstellen, dass die Dehnung von der äußeren Beschichtung/vom Mantel vollständig auf die optische Faser übertragen wird.

5.3 Dehnungsmessgeräte

5.3.1 Einbettungs-Dehnungsmessgeräte können entweder fest installiert oder zwischen gleichmäßig verteilten, im Medium eingebetteten Messmarken bewegt werden.

ANMERKUNG 1 Für fest installierte Dehnungsmessstreifen siehe Bild 2.

ANMERKUNG 2 Für bewegliche Dehnungsmessgeräte siehe mobile hochpräzise Dehnungsmessgeräte, ISO 18674-2:2016, 5.3.

ANMERKUNG 3 Im Gegensatz zu Dehnungsmessstreifen werden Einbettungs-Dehnungsmessstreifen häufig in einer durchgehenden Kette von einzelnen Dehnungsmessstreifen-Elementen angeordnet, siehe Bild 8.

5.4 Messgeräte für spezifische Anwendungen

5.4.1 Überwachung von tragenden 1-D-Bauteilen

BEISPIEL Betonpfahl, Stahlpfahl, Strebe Stütze, Ankerzugglied.

5.4.1.1 Die Richtung der Dehnungsmessung des Geräts muss entlang der Achse des tragenden 1-D-Bauteils verlaufen.

5.4.1.2 Der Standort des Messgeräts muss in Bezug auf seinen Abstand zur Achse angegeben werden.

ANMERKUNG Im Fall von Bild 6 a) fällt die Messstelle mit der Achse zusammen.

5.4.1.3 Wenn neben der axialen Dehnung auch Biegemomente zu messen sind oder auftreten, sollte die Auslegung des Messgeräts die Maße des Bauteils berücksichtigen, um die Anzahl und Anordnung der Dehnungsmessstreifen je Messabschnitt festzulegen.

BEISPIEL 1 Betonpfahl, siehe Bild 8.

BEISPIEL 2 Stahl I-Träger, siehe Bild 9.

ANMERKUNG 1 In Bild 6 b) befinden sich zwei gegenüberliegende Dehnungsmessgeräte in gleichem Abstand d zur Achse. Diese Konfiguration ermöglicht neben der Überwachung der axialen Dehnung auch die Überwachung der Biegung des Bauteils in einer vorgegebenen Richtung.

ANMERKUNG 2 Die Anordnung in Bild 6 c) ermöglicht die Überwachung der Biegung in den Hauptdehnungsrichtungen.

ANMERKUNG 3 Dehnungsmessstreifenpaare werden in der Regel so weit wie möglich von der Achse des Stahlträgers entfernt und gegenüberliegend in der Achse angebracht (Bild 7: Querschnitt eines I-Trägers zu Bestimmung der Achse), um die Dehnung festzustellen, falls vorhanden.

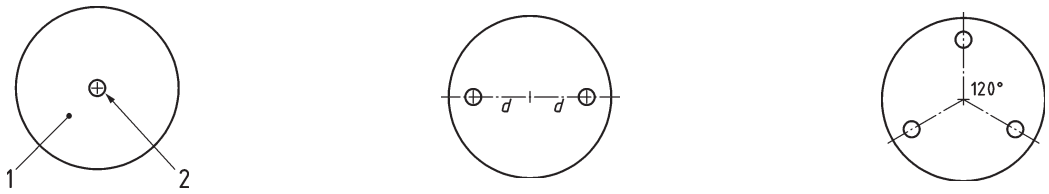
5.4.1.4 Entlang der Achse eines 1-D-Trägers können die Dehnungsmessstellen entweder diskret oder kontinuierlich sein. Für diskrete Stellen sollten Dehnungsmessstreifen gewählt werden, für kontinuierliche Messlinien eine durchgehende Kette von Dehnungsmessern.

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 8.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

ANMERKUNG 2 Diskrete Messstellen erfordern eine Interpolation der Dehnungsmessdaten, insbesondere in Bezug auf die Biegung. Sie können auch als Redundanzprüfung dienen, z. B. für Inklinometermessungen, siehe ISO 18674-3:2017.



a) axiale Dehnung ... in einer vorgegebenen Richtung

b) ... plus Biegung in den Hauptrichtungen

c) ... plus Biegung

Legende

1 Betonpfahl
2 Dehnungsmessstelle
+ Pfahlachse
d Abstand des Dehnungsmessgeräts zur Achse

Bild 6 — Mögliche Anordnungen der Dehnungsüberwachung in einem Betonpfahl (Querschnitt)

a) Dehnung in der ZZ-Achse und Biegung um die YY-Achse

b) Dehnung in der ZZ-Achse und Biegung um die XX-Achse

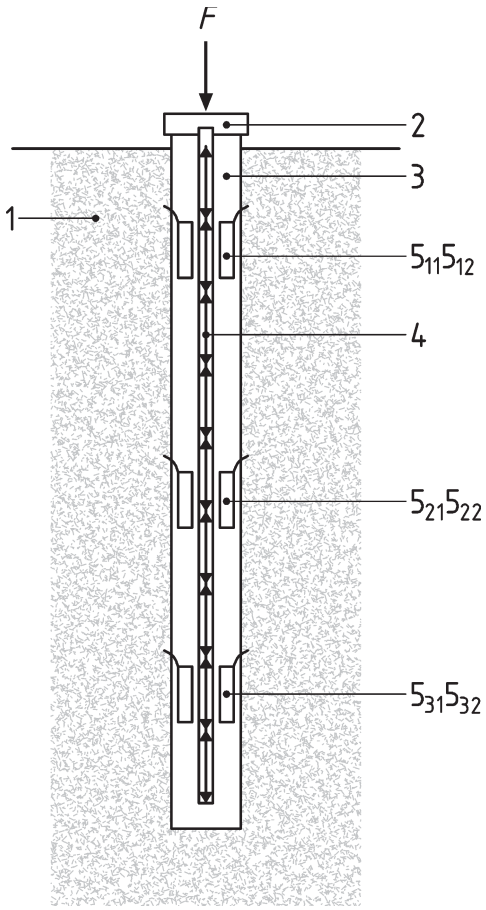
Legende

1,2 Anzahl der Dehnungsmessstreifen
2a Höhe des I-Trägers
2b Breite des I-Trägers
c Abstand des Dehnungsmessstreifens zur XX-Achse
d Abstand des Dehnungsmessstreifens zur YY-Achse

Bild 7 — Mögliche Anordnungen für die Überwachung der axialen Dehnung und Biegung eines I-Stahlträgers

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



Legende

F Kraft
1 Baugrund
2 Pfahlkopf
3 Pfahl
4 Dehnungsmessgerät (z. B. mobiles Extensometer), das kontinuierlich in der Pfahlachse ausgerichtet ist
5 Dehnungsmessstreifen, Paar in gleichem Abstand zur Pfahlachse an drei diskreten Messstellen

Bild 8 — Kontinuierliche und diskrete Dehnungsmessstellen in einem Betonpfahl

5.4.2 Überwachung von tragenden 2-D-Bauteilen

BEISPIEL Fundamentplatte, Spundbohle, Schlitzwand, Tunnelauskleidung aus Spritzbeton/Beton.

5.4.2.1 Die Dehnungserfassungsrichtung des Messgeräts muss in der Ebene des tragenden 2-D-Bauteils liegen.

5.4.2.2 Zur Überwachung des allgemeinen 2-D-Dehnungszustandes an einer Messstelle muss eine Anordnung von drei unabhängig voneinander ausgerichteten Messgeräten installiert werden. Ein Rosettenadapter kann verwendet werden, um den Einbau in vorgegebene Richtungen zu erleichtern.

ANMERKUNG 1 Eine Rosette mit drei Richtungen im Abstand von 120° ist die optimale Anordnung.

ANMERKUNG 2 Mehr als drei Messgeräteausrichtungen schaffen eine Redundanz, die für eine Überprüfung der Konsistenz der Messungen nützlich sein könnte.

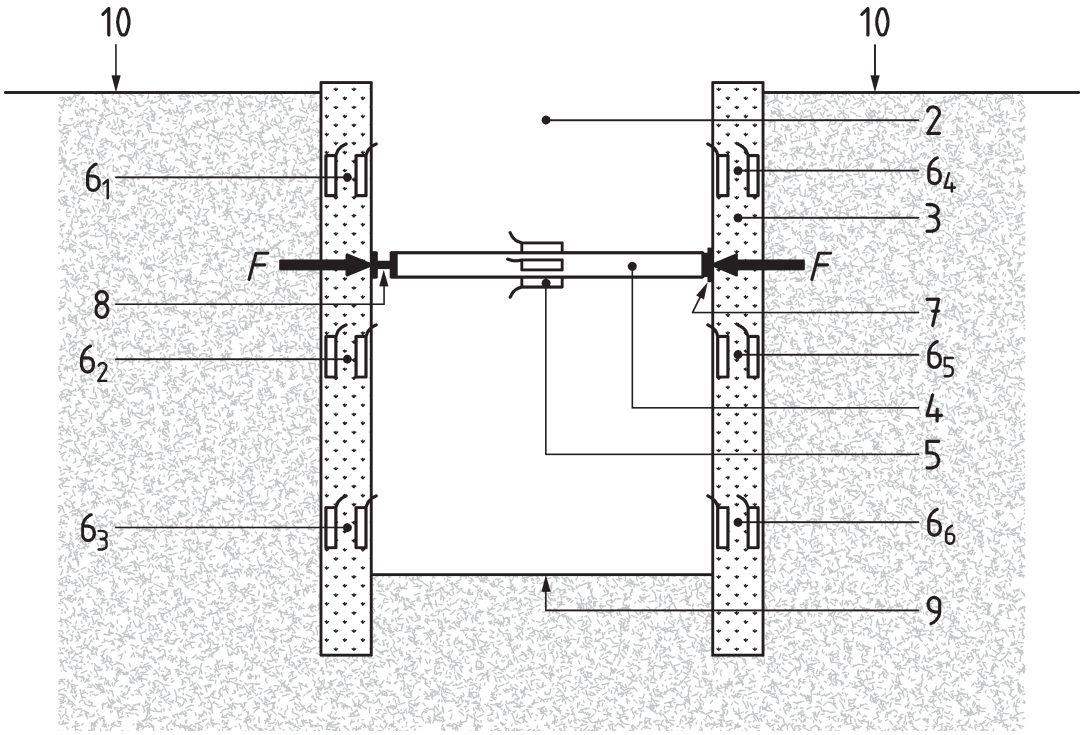
Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

5.4.2.3 Für spezielle technische Fragestellungen darf die Anzahl der unterschiedlich ausgerichteten Messgeräte je Messstelle reduziert werden.

BEISPIEL 1 Biegung einer Schlitzwand in Richtung eines Aushubes: Ein Paar vertikal ausgerichtete Dehnungsmessstreifen je Messstelle (siehe $6_{1...6}$ in Bild 9). Diese Anordnung von Dehnungsmessgeräten kann durch vertikale Inklinometer ergänzt oder ersetzt werden, siehe ISO 18674-3:2017.

BEISPIEL 2 Abschätzung der Umfangsspannung, die sich in einer Spritzbeton-Tunnelauskleidung aufgrund des zunehmenden Bodendrucks, der auf die Auskleidung wirkt, entwickelt: Ein Paar Dehnungsmessstreifen, die in Umfangsrichtung des Tunnels ausgerichtet sind (siehe Bild 10), und Umwandlung von Dehnungen in Spannungen unter Verwendung einer Spannungs-Dehnungs-Beziehung des Spritzbetons.



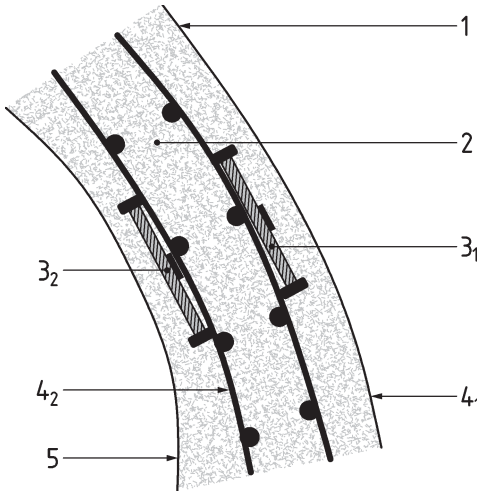
Legende

F Kraft
1 Baugrund
2 Aushub
3 2-D-Bauteil: Schlitzwand
4 1-D-Bauteil: Strebe
5 Streben-Dehnungsmessstreifen
$6_{1...6}$ Paar Dehnungsmessstreifen
7 optionale Kraftmessdose (ISO 18674-8:2022)
8 Adapter
9 Basis des Aushubs
10 topographische Oberfläche

Bild 9 — Beispiel für Dehnungsmessstellen in tragenden 1-D- und 2-D-Bauteilen (Strebe und Schlitzwand)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



Legende

1 Aushubfläche
2 Spritzbeton
$3_{1,2}$ Dehnungsmessstreifen
4_1 äußerer Gitterträger
4_2 innerer Gitterträger
5 Oberfläche der Spritzbetonverkleidung

Bild 10 — Beispiel für die Anordnung von Dehnungsmessstreifen in einer Spritzbetonverkleidung

5.4.3 Überwachung von tragenden 3-D-Bauteilen

BEISPIEL Massenbetonbauwerk, Erddamm, Damm.

5.4.3.1 Die Überwachung von Dehnungen in Schwergewichts- und Gewölbedämmen kann mit Dehnungsmessstreifen und Dehnungsmessern durchgeführt werden.

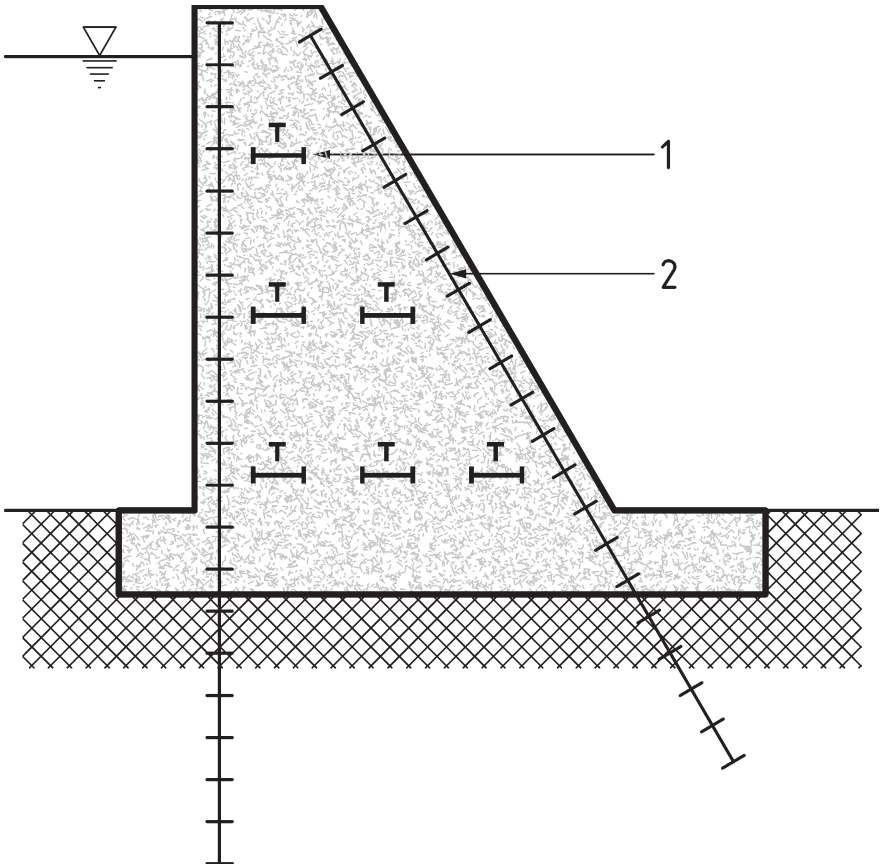
ANMERKUNG 1 Siehe Bild 11.

ANMERKUNG 2 Hochpräzise Dehnungsmessgeräte sind Messgeräte zur Überwachung des Verhaltens des Dammbauwerks als Reaktion auf wechselnde Wasserstände des Reservoirs.

ANMERKUNG 3 Ein Zweck der kombinierten Dehnungs- und Temperaturmessungen ist die Überwachung des Aushärtungsprozesses des Betons. Im Handel erhältliche Dehnungsmessstreifen mit Schwingsaitenaufnehmer haben in der Regel einen eingebauten Temperatursensor.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



Legende

1 Betoneinbettungs-Dehnungsmessstreifen mit integriertem Temperatursensor
2 hochpräzise mobile Dehnungsmessgeräte, Einspannlänge 1 Meter

Bild 11 — Dehnungsmessgeräte in einem Schwergewichtsdamm

5.4.3.2 Zur Überwachung des allgemeinen 3-D-Dehnungszustandes an einer Messstelle muss eine Anordnung von sechs unabhängig voneinander ausgerichteten Dehnungsmessstreifen installiert werden. Ein Rosettenadapter kann verwendet werden, um den Einbau in vorgegebene Richtungen zu erleichtern.

ANMERKUNG Die Überwachung des allgemeinen 3-D-Dehnungszustandes durch Dehnungsmessstreifen ist theoretisch möglich, wird aber in der Praxis selten durchgeführt.

5.4.3.3 Dehnungsmessungen in Erddämmen und Dämmen sollten mit einem Dehnungsmessgerät durchgeführt werden. Das Messgerät kann als einzelnes Element, als Cluster von unterschiedlich ausgerichteten Elementen oder als Kette von mehreren Elementen eingebettet werden.

ANMERKUNG Üblich ist eine horizontale Kette von Dehnungsmessern, die innerhalb und in der Nähe der Kante eines Erdschüttdamms oder -dammes eingebettet sind.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

6 Installation und Messverfahren

6.1 Installation

6.1.1 Installation von Dehnungsmessstreifen

6.1.1.1 Allgemeines

6.1.1.1.1 Die Installationsarbeiten von Dehnungsmessstreifen sollten von den Aktivitäten auf der Baustelle abgeschirmt und vor ungünstigen Witterungsbedingungen geschützt werden.

6.1.1.1.2 Dehnungsmessstreifen und ihre Kabel müssen gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden, die durch Bautätigkeiten (z. B. Rammarbeiten; Betonieren; Betonrüttler), Verkehr oder Vandalismus verursacht werden könnten.

6.1.1.1.3 Dehnungsmessstreifen müssen vor Temperatureinflüssen durch direkte Sonneneinstrahlung geschützt werden. Die Temperaturbelastung sollte ähnlich sein wie bei dem zu messenden Bauteil.

6.1.1.2 Punktschweißen auf Stahlbauteile

6.1.1.2.1 Für die Anbringung von Dehnungsmessstreifen an Stahlträgern müssen ebene und saubere Oberflächen an der Messstelle gesichert werden, z. B. mit Hilfe einer Schleifmaschine und Schleifpapier.

ANMERKUNG Wenn die Oberfläche Unregelmäßigkeiten aufweist, kann ein Luftspalt zwischen der Oberfläche und dem Sensor entstehen. Das Punktschweißen auf einer solchen Oberfläche könnte den Sensor beschädigen.

6.1.1.2.2 Das Punktschweißen des Messgeräteträgers auf der vorbereiteten Oberfläche muss nach den vom Lieferanten des Messgeräts vorgeschriebenen Verfahren durchgeführt werden. Die Verfahren müssen dokumentiert werden.

ANMERKUNG 1 Üblicherweise gibt es zwei bis drei Reihen von Schweißpunkten im Abstand von etwa 2 mm, die auf jeder Seite des Schwingsaitenaufnehmers oder FBG-Trägers in einer bestimmten Reihenfolge angebracht werden.

ANMERKUNG 2 Die Einhaltung des vom Hersteller gelieferten Schweißverfahrens verringert das Risiko des Einschlusses von Schweißspannungen im Dehnungsmessstreifen.

6.1.1.2.3 Jeglicher Kontakt zwischen der Spitze des Schweißgeräts, dem Sensor und dem Anschlusskabel muss vermieden werden. Als Vorsichtsmaßnahme darf eine Isolierfolie zwischen Schweißspitze, Sensor und Kabel gelegt werden.

6.1.1.2.4 Bei der Verwendung von Schwingsaitensensoren muss die Spuleneinheit [siehe 2 in Bild 1 b)] auf dem Schwingsaitenelement platziert werden und in ihrer Position fixiert werden, z. B. durch Kabelbinder, Gurte oder Bänder.

6.1.1.2.5 Die gesamte Baugruppe sollte vor Korrosion geschützt werden.

BEISPIEL Umhüllung mit selbstvulkanisierendem Klebeband.

6.1.1.3 Lichtbogenschweißen auf Stahlbauteile

6.1.1.3.1 An der Messstelle muss eine ebene und saubere Fläche nach 6.1.1.2.1 gesichert werden.

6.1.1.3.2 Das Lichtbogenschweißen der Montageblöcke muss in der in Bild 12 dargestellten Reihenfolge durchgeführt werden.

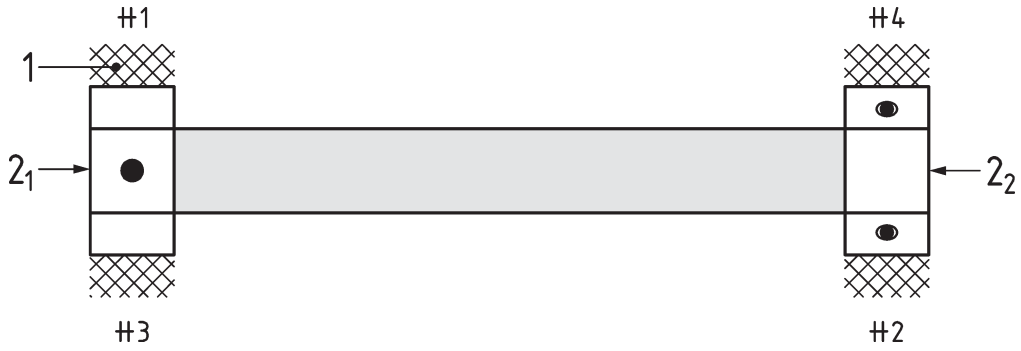
6.1.1.3.3 Während des Lichtbogenschweißens muss das Dehnungsmessstreifen-Element zwischen den beiden Montageblöcken vorübergehend durch ein inertes Einstellelement gleicher Außenabmessungen ersetzt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

ANMERKUNG Dieses Verfahren verhindert eine schweißbedingte Beschädigung des Dehnungsmessstreifens.

6.1.1.3.4 Die Baugruppe, bestehend aus Dehnungsmessstreifen-Element, Montageblöcken und Schweißnähten, sollte gegen Korrosion geschützt werden.



Legende

1 Lichtbogenschweißung mit Reihenfolge der Anwendung
$2_{1,2}$ Montageblöcke (Draufsicht); Block 1 mit einer Stellschraube, Block 2 mit zwei schrägen Stellschrauben
3 Einstellelement

Bild 12 — Ablauf des Lichtbogenschweißens bei der Installation von Dehnungsmessstreifen auf einer Stahloberfläche

6.1.1.4 Befestigen an Betonoberflächen

6.1.1.4.1 Die Dehnungsmessstreifen sollten mit Ankern oder durch Kleben an der Betonoberfläche befestigt werden.

ANMERKUNG 1 Üblicherweise werden Montageblöcke mit vergießbaren oder spreizbaren Ankern verwendet, die in vorgebohrte Löcher eingesetzt werden, siehe Bild 13.

ANMERKUNG 2 Die Epoxidverklebung ist eine typische Art der Verklebung.

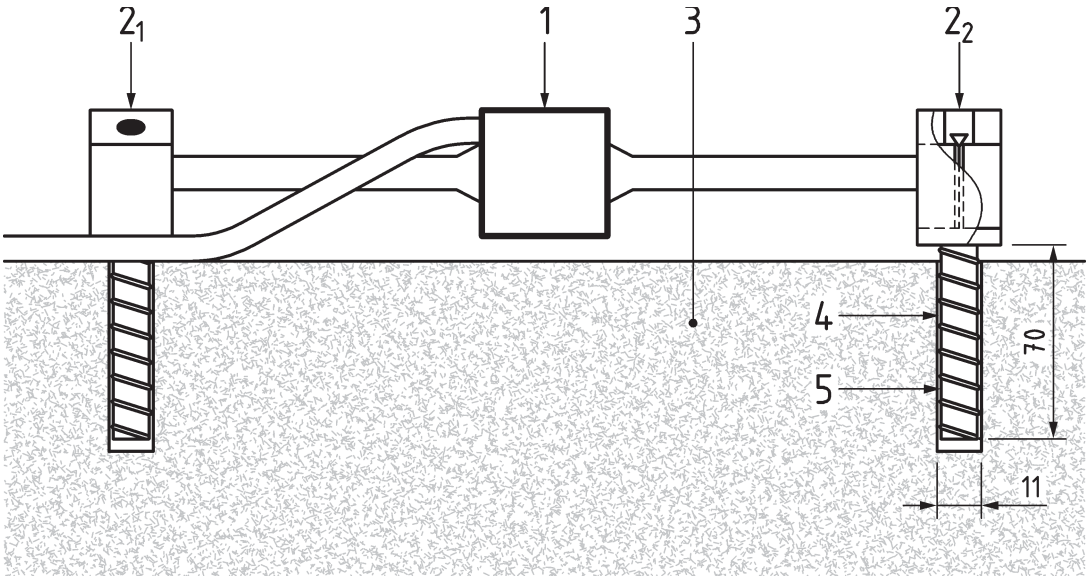
6.1.1.4.2 Bei der Anwendung von Klebstoffen sollte deren Spezifikation die Eigenschaften, die Qualität und die Haltbarkeit während des gesamten Überwachungszeitraums berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Kriechen und Dehnungsübertragung sind zu berücksichtigende Merkmale, ebenso wie das mögliche Vorhandensein von Mikrorissen.

ANMERKUNG 2 Kalibrierungsprüfungen in Bezug auf die Dehnungsübertragung vermitteln ein gutes Verständnis der physikalischen Eigenschaften des Klebstoffs.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



Legende

1 Schwingsaiten-Dehnungsmessstreifen-Element mit integriertem Temperatursensor
$2_{1,2}$ Montageblöcke
3 Beton
4 Einpressmörtel, Mörtel, schrumpffreier Zement
5 Anker

Bild 13 —Schwingsaiten-Dehnungsmessstreifen, die auf einer Betonoberfläche befestigt sind (Beispiel)

6.1.1.5 Einbettung in Beton

6.1.1.5.1 Der Dehnungsmessstreifen darf in einem Brikett aus demselben Beton wie das Bauteil vorgefertigt werden, vorausgesetzt, das Brikett wird höchstens 48 Stunden vor dem eigentlichen Betonieren gegossen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist eine Vorsichtsmaßnahme gegen eine mögliche Beschädigung des Messgeräts beim Gießen und Rütteln des Betons.

6.1.1.5.2 Vor dem Betonieren eines bewehrten Bauteils müssen die Dehnungsmessstreifen bzw. Briketts mit Hilfe von Stahldrähten, die um die Messgeräte gewickelt und mit dem Bewehrungskorb verbunden sind, in ihrer vorbestimmten Position und Ausrichtung gehalten werden.

6.1.1.5.3 Bei Massenbetonanwendungen kann der Dehnungsmessstreifen entweder vor oder unmittelbar nach dem Einbringen des Betons installiert werden. Wenn an einer Messstelle mehrere Dehnungsmessstreifen in verschiedenen vorbestimmten Ausrichtungen angebracht werden, sollte ein Rosettenadapter verwendet werden.

6.1.1.5.4 Eingebettete FBG-Dehnungskabel müssen mit Kabelbindern in Abständen von höchstens zwei Metern an der Bewehrung befestigt werden. Das Kabel sollte auf dem gesamten zu überwachenden Abschnitt gerade und straff gehalten werden.

6.1.1.5.5 Dehnungsmessstreifen können auch eingebaut werden, indem man ein Vorbehaltsrohr am Bewehrungskorb anbringt und die Dehnungsmessstreifen anschließend in dieses Vorbehaltsrohr mit Mörtel einbettet.

BEISPIEL Anordnung von FBGs auf einer Bewehrung oder einem Trägerstab.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

6.1.2 Installation von Dehnungsmessern

6.1.2.1 In steifen Medien (z. B. Beton, Fels, steifer Boden) sollten mobile Dehnungsmessgeräte verwendet werden. Zur Installation siehe ISO 18674-2:2016, 6.1.4.

6.1.2.2 In weichen Medien (z. B. Schüttung, Lockergestein) sollten fest installierte, eingebettete Dehnungsmessstreifen verwendet werden. In Erddämmen müssen Dehnungsmessgeräte in Gräben eingebaut werden, die gleichzeitig mit den Bauarbeiten hergestellt und verfüllt werden sollten.

ANMERKUNG Eine übliche Konfiguration ist eine horizontale, durchgehende Kette von Dehnungsmessern zur Überwachung der seitlichen Bewegungen innerhalb eines Dammes.

6.2 Messverfahren

6.2.1 Prüfung und Kalibrierung der Messgeräte

6.2.1.1 Vor der Installation muss die Funktionalität des Messgerätes durch Durchführen der vom Hersteller vorgeschlagenen Prüfungen überprüft werden. Zu allgemeinen Funktionsprüfungen und Kalibrierungen muss auf ISO 18674-1:2015, 5.6, verwiesen werden.

6.2.1.2 Für jedes gelieferte Messgerät muss der Hersteller ein Kalibrierungszertifikat oder ein Chargenfaktor mitliefern.

6.2.2 Messungen

Die Messung muss nach ISO 18674-1:2015, 7, durchgeführt werden.

7 Datenverarbeitung und Auswertung

7.1 Die Datenverarbeitung der Dehnungsmessungen und deren Auswertung muss nach Anhang A erfolgen.

8 Berichterstattung

8.1 Installationsbericht

Der Installationsbericht muss nach ISO 18674-1:2015, 9.1, erstellt werden.

8.2 Überwachungsbericht

Der Überwachungsbericht muss nach ISO 18674-1:2015, 9.2, erstellt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Anhang A
(normativ)

Datenverarbeitung und Auswertung

A.1 Datenverarbeitung in Bezug auf die Dehnung

A.1.1 Änderung der Dehnung $\Delta\varepsilon_i$ im Zeitraum zwischen Referenz- und Folgemessungen an der Messstelle i:

$$\Delta\varepsilon_i = \varepsilon_{i,F} - \varepsilon_{i,R} \quad (1)$$

Dabei ist

$\varepsilon_{i,F}$ der Dehnungsmesswert der Folgemessung;

$\varepsilon_{i,R}$ der Dehnungsmesswert der Referenzmessung.

A.1.2 Änderung der axialen Dehnung $\Delta\varepsilon_{ax}$ aufgrund der Be-/Entlastung eines 1-D-Bauteils:

$$\Delta\varepsilon_{ax} = (\Delta\varepsilon_{G1} + \Delta\varepsilon_{G2} + \ldots \Delta\varepsilon_{Gn})\,/n \quad (2)$$

Dabei ist/sind

$\Delta\varepsilon_{i,G1}$ die Dehnungsänderungen, überwacht durch Messgeräte $G_{1\ldots n}$ (Dehnungsmessstreifen oder Dehnungsmessgeräte);

n die Anzahl der Messgeräte in einem bestimmten Abschnitt des Bauteils (ausgerichtet in Richtung der neutralen Achse) des Bauteils.

A.1.3 Änderung der axialen Dehnung $\Delta\varepsilon_{ax}'$ infolge der Biegung eines tragenden 1-D-Bauteils in einer vorgegebenen Richtung (siehe Bild A.1):

$$\Delta\varepsilon'_{ax} = [(\Delta\varepsilon_{G1} - \Delta\varepsilon_{G2})\,/2] \times D/2d \quad (3)$$

Dabei ist/sind

$\Delta\varepsilon_{i,G1,G2}$ die Dehnungsänderungen, die von zwei Dehnungsmessgeräten G_1 und G_2 überwacht werden, die sich auf gegenüberliegenden Seiten der neutralen Achse befinden;

d der Abstand der Messpunkte von der neutralen Achse;

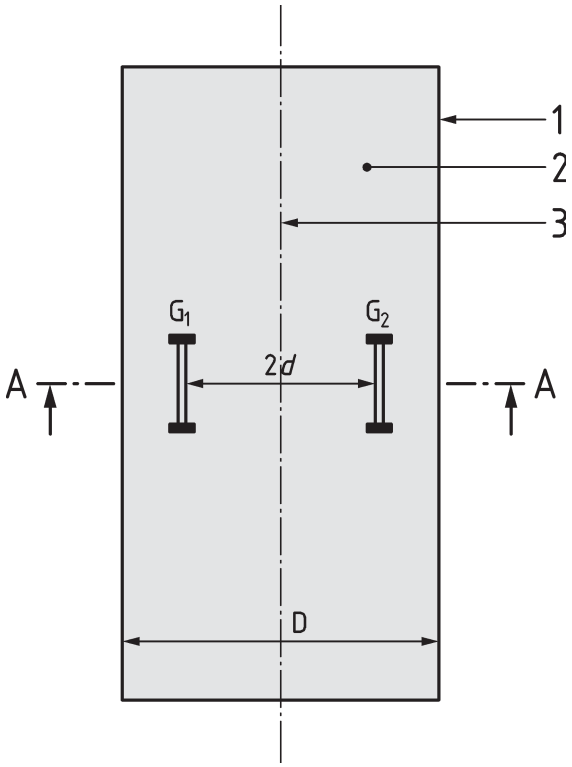
D der Durchmesser des Bauteils.

ANMERKUNG 1 Für die Bestimmung der Hauptdehnungsrichtungen infolge der Biegung sind drei unabhängig voneinander ausgerichtete Dehnungsmessgeräte je Messabschnitt erforderlich. Für die optimale Konfiguration siehe Bild 6 c). Zusätzliche Messgeräte führen zu einer Redundanz bei den Dehnungsmessungen.

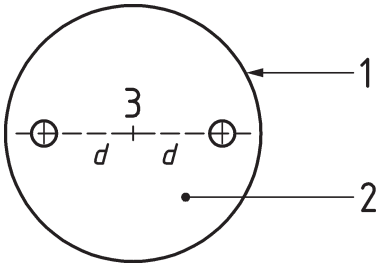
ANMERKUNG 2 Für die Bestimmung der Hauptrichtungen der Dehnung aufgrund von Biegung siehe Literaturhinweis [5].

ANMERKUNG 3 Identische Verarbeitungsroutinen gelten für tragende 2-D-Bauteile.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02



a) Seitenansicht



b) Abschnitt A-A'

Legende

1 Oberfläche des Bauteils (hier: Betonpfahl)
2 Medium
3 neutrale Achse des Bauteils
$G_{1,2}$ Dehnungsmessstreifen (hier: eingebettet)
d Abstand des Dehnungsmessgeräts zur neutralen Achse
D Durchmesser des Bauteils

Bild A.1 — Mögliche Anordnung der Dehnungsmessstreifen in einem tragenden 1-D-Bauteil

A.1.4 Änderung der axialen Dehnung $\Delta\varepsilon_{ax}$' infolge der Biegung eines I-Trägers in beliebiger Richtung (siehe Bild A.2):

Um die XX-Achse:

$$\Delta\varepsilon'_{xx} = [(\Delta\varepsilon_{G1} + \Delta\varepsilon_{G2} - \Delta\varepsilon_{G3} - \Delta\varepsilon_{G4})\,/2] \times a/c \quad (4)$$

Um die YY-Achse:

$$\Delta\varepsilon'_{yy} = [(\Delta\varepsilon_{G1} - \Delta\varepsilon_{G2} + \Delta\varepsilon_{G3} - \Delta\varepsilon_{G4})\,/2] \times b/d \quad (5)$$

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02

Dabei ist $\Delta\varepsilon_{i,G1,G2}$ die Dehnungsänderungen im Messabschnitt i, die von den Messgeräten G_1 bis G_4 überwacht werden.

ANMERKUNG 1 Die Maße a, b, c und d sind in der Legende von Bild A.2 angegeben.

ANMERKUNG 2 Der Abstand d der Dehnungsmessstreifen zur YY-Achse beträgt

$$D = t_{web}/2 + s$$

Dabei ist

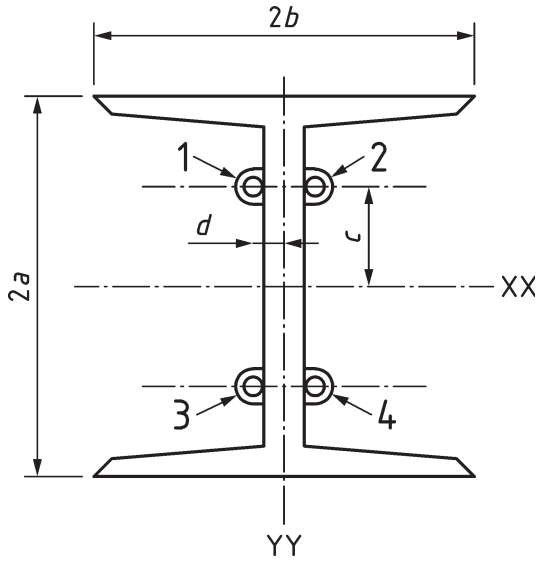
t_{web} die Bodendicke;

s der Achsabstand zwischen dem Dehnungsmessstreifen-Sensorelement und der Stahloberfläche;

s ≈ 1 mm für punktgeschweißte Dehnungsmessstreifen, siehe Herstellerangaben;

s ≈ 10 mm für lichtbogengeschweißte Messgeräte, siehe Herstellerangaben;

s ≈ 0 mm für Folien-Dehnungsmessstreifen.



Legende

1...4 Anzahl der Dehnungsmessstreifen
2a Höhe des I-Trägers
2b Breite des I-Trägers
c Abstand der Dehnungsmessstreifen zur XX-Achse
d Abstand der Dehnungsmessstreifen zur YY-Achse

Bild A.2 — Mögliche Anordnungen für die Überwachung der Biegung eines I-Stahlträgers um zwei Achsen

A.1.5 Korrektur der Dehnung bei Temperaturänderungen:

$$\Delta\varepsilon_{i\,corr} = \Delta\varepsilon_i - \left[\left(\alpha_{Ti,member} - \alpha_{Ti,instrument}\right) \times \left(T_{i,F} - T_{i,R}\right)\right] \quad (6)$$

Dabei ist/sind

$\Delta\varepsilon_{i\,corr}$ der strukturelle Dehnungswert;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 18674-7:2024-02