

DIN 18710-4

ICS 07.040

**Ingenieurvermessung –
Teil 4: Überwachung**

Engineering survey –
Part 4: Deformation measurements

Mesurage par l'ingénieur –
Partie 4: Mesures de déformations

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Anforderungen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Aufgabenbeschreibung	8
4.3 Messprogramm	9
4.4 Messverfahren	10
4.5 Messinstrumente	10
4.6 Messgenauigkeit	10
4.7 Unterlagen	10
4.8 Durchführung	11
4.9 Auswertung	11
4.10 Dokumentation	11
Anhang A (informativ) Beispiele für Überwachungsvermessungen	13
Anhang B (informativ) Erläuterungen zu grundlegenden Arten von Objektreaktionen	15
Anhang C (informativ) Auswertemodelle bei Überwachungsvermessungen	16
Anhang D (informativ) Beispiele für graphische Ergebnisdarstellungen	18
Anhang E (informativ) Erläuterungen zu den Zielgrößen einer Überwachungsvermessung	22
Anhang F (informativ) Kontrollliste zur Aufstellung eines Messprogramms für Überwachungsvermessungen	27
Literaturhinweise	30
Stichwortverzeichnis	31

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau), Fachbereich 03 „Vermessungswesen, Geoinformation“, NA 005-03-01 AA „Geodäsie“, erarbeitet.

DIN 18710 *Ingenieurvermessung* besteht aus:

- *Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- *Teil 2: Aufnahme*
- *Teil 3: Absteckung*
- *Teil 4: Überwachung*

Diese Norm gilt in Verbindung mit DIN 18710-1:2010-09.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Überwachungsvermessungen. Vermessungen zur Überwachung von technischen Objekten (Bauwerken, Maschinenanlagen usw.) und natürlichen Objekten (Böschungen, Rutschhängen usw.) werden durchgeführt, um deren Bewegungen und Verformungen zu erfassen und den Zustand eines Objektes zu dokumentieren.

Überwachungsvermessungen sind kurz- oder mittelfristig auf die Abwehr von Gefahren, die von den zu überwachenden Objekten ausgehen, auszurichten. Das frühzeitige Erkennen von Bewegungen und Verformungen dient auch der Instandhaltung und der Bestandssicherung der Objekte.

Eine über die vermessungstechnische Bewertung hinausgehende Interpretation der Ergebnisse von Überwachungsvermessungen ist nicht Gegenstand dieser Norm.

Diese Norm dient der Vereinheitlichung und der Sicherstellung der Qualität des Nachweises von Überwachungsvermessungen und die Ergebnisse der Überwachungsvermessungen müssen einwandfrei interpretiert werden können.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN 18709-1, *Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen — Teil 1: Allgemeines*

DIN 18709-2:1986-04, *Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen — Teil 2: Ingenieurvermessung*

DIN 18709-4:2010-09, *Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen — Teil 4: Ausgleichsrechnung und Statistik*

DIN 18710-1:2010-09, *Ingenieurvermessung — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN 18723-1, *Feldverfahren zur Genauigkeitsuntersuchung geodätischer Instrumente — Teil 1: Allgemeines*

DIN 18724, *Geodätische Instrumente — Genauigkeitsbeurteilung von Nivellieren und Theodoliten aus technischen Daten*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Überwachungsvermessung

Vermessung zur Feststellung von Bewegungen und Verformungen von technischen und natürlichen Objekten, die in der Gesamtheit aller notwendigen Maßnahmen der Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation besteht

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-2.

ANMERKUNG 2 Allgemeines über und Beispiele für Überwachungsvermessungen (siehe Anhang A).

ANMERKUNG 3 Erläuterungen zu grundlegenden Arten von Objektreaktionen (siehe Anhang B).

ANMERKUNG 4 Erläuterungen zu grundlegenden Begriffen der Überwachungsvermessung und Mechanik (siehe Anhang E).

ANMERKUNG 5 Der Nachweis der Unveränderlichkeit eines Objekts kann das Ziel einer Überwachungsvermessung sein.

ANMERKUNG 6 Das Ziel einer Überwachungsvermessung kann die Dokumentation eines Schadenszustandes sein.

ANMERKUNG 7 Überwachung geotechnischer Objekte (siehe DIN 4107-1).

3.2

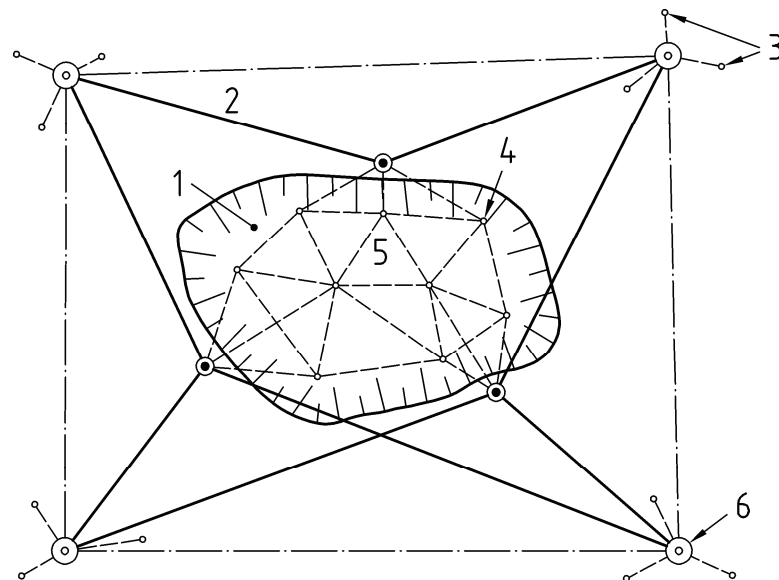
Überwachungsnetz

geodätisches Netz für die Belange einer Überwachungsvermessung

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-4:2010-09.

ANMERKUNG 2 Bild 1 zeigt Vermessungspunkte und ihre Verknüpfung in einem Überwachungsnetz (siehe 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1 und 3.3.2).

ANMERKUNG 3 Eine wie in Bild 1 dargestellte netzweise Betrachtung ist bei Überwachungsvermessungen nicht immer notwendig.



Legende

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 Messobjekt | 4 Objektpunkt |
| 2 Absolutmessung | 5 Relativmessungen |
| 3 Sicherungspunkte | 6 Stützpunkt |

Bild 1 — Vermessungspunkte und ihre Verknüpfung in einem Überwachungsnetz

3.2.1

Stützpunkt

Vermessungspunkt, der nicht durch Objektdeformationen beeinflusst und aufgrund statistischer Verfahren als unverändert nachgewiesen wird

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-2.

ANMERKUNG 2 Bei Zweifeln an den unveränderten Positionen von Stützpunkten werden deren Positionen durch Messungen zu anderen Stützpunkten oder zu Sicherungspunkten (siehe 3.2.3) überprüft.

ANMERKUNG 3 Stützpunkte und ihre Koordinaten realisieren das äußere Bezugssystem (siehe DIN 18710-1) bei Überwachungsvermessungen.

ANMERKUNG 4 Stützpunkte werden dauerhaft vermarkt (z. B. mit Vermessungspfeilern) (siehe DIN 18710-1). Besondere Sorgfalt ist notwendig, wenn die Überwachung sich über eine längere Zeitspanne erstreckt oder wenn hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit (siehe 4.6) gestellt werden.

ANMERKUNG 5 Der Bezug der Stützpunkte zu einem übergeordneten geodätischen Netz sollte gegebenenfalls hergestellt werden.

3.2.2

Objektpunkt

Punkt eines zu vermessenden Objektes

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-1.

ANMERKUNG 2 Ein Objektpunkt spiegelt das Bewegungs- und Verformungsverhalten eines Objektes repräsentativ wider, ohne es zu beeinflussen.

3.2.3

Sicherungspunkt

Punkt zur örtlichen Überprüfung der Position von Stützpunkten

ANMERKUNG siehe DIN 18709-1

3.2.4

Beobachtungspunkt

Standpunkt

Vermessungspunkt, auf dem Messungen vorgenommen werden

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-1.

ANMERKUNG 2 Bei automatisierten Messverfahren werden Beobachtungspunkte als Messstellen bezeichnet. Die Messstelle ist Standort des Messwertgebers (Sensor).

BEISPIEL Ein Neigungsgeber wird im Fundament installiert, um die Schiefstellung eines Turmes zu überwachen. Der Beobachtungspunkt (Messstelle) ist ein Objektpunkt (siehe 3.2.2).

3.3

Messungen und Messungsfolgen

3.3.1

Absolutmessung

Vermessung zur Erfassung von Bewegungen und Verformungen eines zu überwachenden Objektes oder einzelner Objektpunkte gegenüber einem äußeren Bezugssystem

ANMERKUNG Siehe DIN 18709-2.

BEISPIEL Überwachung einer Tunnelwand mit einem Extensometer, bei dem der eine Endpunkt im nicht bewegten Bereich verankert ist.

3.3.2

Relativmessung

Vermessung zur Erfassung von Bewegungen und Verformungen eines zu überwachenden Objektes oder einzelner Objektpunkte gegenüber anderen Objekten oder anderen Objektpunkten

[DIN 18709-2:1986-04]

BEISPIEL Überwachung eines Tunnelabschnitts mit einem elektrooptischen Distanzmesser.

3.3.3**Bezugsmessung**

Vermessung bei spezifischen Objektbedingungen (z. B. nach Fertigstellung eines Bauteils oder der Ausrichtung einer Maschinenanlage)

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-2.

ANMERKUNG 2 Eine Bezugsmessung wird oft mit erhöhtem Aufwand durchgeführt, da der zu dokumentierende Zustand des Objektes die Grundlage für einen Vergleich mit in der Regel mehreren Folgemessungen (siehe 3.3.5) und den daraus abzuleitenden Objektzuständen bildet.

BEISPIEL Vermessung einer Staumauer vor dem Einstau.

ANMERKUNG 3 Abnahmevermessungen (siehe DIN 18710-2) sind häufig Bezugsmessungen im Hinblick auf die anstehende Überwachung.

ANMERKUNG 4 Wenn keine Bezugsmessung verfügbar ist, ist die projektierte Geometrie des Objektes der Zustand, auf den sich die Aussagen beziehen (Kontrollvermessung, siehe DIN 18710-2:2010-09, 3.2).

3.3.4**Nullmessung**

spezielle Bezugsmessung (siehe 3.3.3), gewöhnlich die erste Vermessung, möglichst vor dem Einsetzen zu erwartender Veränderungen

[DIN 18709-2:1986-04]

ANMERKUNG 1 Erste Vermessung in einer Folge homogener Messungen, bei der auch die Messumstände (z. B. Witterungsbedingungen, Lastfälle usw.) zugeordnet und dokumentiert werden.

ANMERKUNG 2 Aus dem Vergleich einer Folgemessung (siehe 3.3.5) mit der Nullmessung kann eine Objektveränderung erkannt werden.

ANMERKUNG 3 Siehe DIN 4107-1.

3.3.5**Folgemessung**

Wiederholungsmessung

nachfolgende Vermessung zur Ermittlung von Bewegungen und Verformungen, die nach einer vorangehenden Vermessung zwischenzeitlich eingetreten sein können

[DIN 18709-2:1986-04]

3.3.6**kontinuierliche Überwachungsvermessung**

kontinuierliche Überwachung

Vermessung in angemessenen Zeitabständen zur möglichst lückenlosen Erfassung der Objektänderungen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der zu untersuchenden Erscheinungen

[DIN 18709-2:1986-04]

ANMERKUNG 1 Eine kontinuierliche Überwachung wird durchgeführt, wenn jederzeit eine Aussage über das aktuelle Objektverhalten notwendig ist.

ANMERKUNG 2 Eine kontinuierliche Überwachung sollte dann durchgeführt werden, wenn nicht oder schwer erfassbare Einflussgrößen (siehe DIN 18710-1:2010-09) wirken, die zu einem unregelmäßigen und schlecht prognostizierbaren Deformationsverhalten führen.

BEISPIEL Überwachung einer Turbinenachse über einen Zeitraum von einigen Wochen mit einem fest installierten Schlauchwaagensystem und einer Abtaste (Wiederholungsintervall der Messungen) von wenigen Minuten.

3.3.7

diskontinuierliche Überwachungsvermessung

diskontinuierliche Überwachung

Vermessung in größeren Zeitabständen, wobei eine lückenlose Erfassung des zeitlichen Ablaufs der Veränderungen nicht angestrebt wird

[DIN 18709-2:1986-04]

ANMERKUNG Diskontinuierliche Überwachungen in gleichen Zeitabständen sind zugleich periodische Überwachungen.

BEISPIEL 1 Erfassung verschiedener Zustände bei einem Belastungsversuch.

BEISPIEL 2 Hauptuntersuchung einer Brücke im Abstand von sechs Jahren (siehe DIN 1076).

3.3.8

periodische Überwachungsvermessung

periodische Überwachung

diskontinuierliche Vermessung in gleichen Zeitabständen

ANMERKUNG 1 Siehe DIN 18709-2.

ANMERKUNG 2 Die periodische Überwachungsvermessung wird angepasst an die periodischen Belastungsänderungen eines Objektes.

BEISPIEL Regelmäßig durchgeführte Vermessung einer Talsperre im Frühjahr und im Herbst eines Jahres, orientiert an dem Jahres-Bewirtschaftungsplan (siehe DIN 19700-11).

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Festlegungen sind bei der Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Überwachungsvermessungen zu berücksichtigen. Sie sind zusammen mit den Anforderungen in DIN 18710-1:2010-09, Abschnitt 4, anzuwenden.

4.2 Aufgabenbeschreibung

Die Aufgabenbeschreibung für eine Überwachungsvermessung muss folgende Festlegungen enthalten:

- Beschreibung des Messobjektes mit Angaben zur Zielsetzung (Zielgrößen) der Überwachungsvermessung (siehe Anhang A) sowie Angaben über Größen, die auf das Messobjekt Einfluss nehmen und mögliche Ursachen der geometrischen Veränderungen des Messobjektes darstellen (Einflussgrößen, siehe Anhang B und DIN 18710-1:2010-09, A.2.2).

Zielgrößen einer Überwachungsvermessung (siehe Anhang E): Verschiebung, Verdrehung, Setzung, Hebung, Senkung, Schiefstellung, Scherung, Dehnung, Stauchung, Biegung, Verwindung, Scherwinkel, Verzerrung;

- Angaben zur Größenordnung geometrischer Veränderungen der Zielgrößen (z. B. zum voraussichtlichen zeitlichen Ablauf, Betrag und zur Richtung möglicher, zu erwartender und gegebenenfalls bereits eingetretener Bewegungen und Verformungen, siehe Anhänge B und E) oder unmittelbar zur Messgenauigkeit (siehe 4.6);
- Festlegungen zum Bezugssystem (siehe DIN 18710-1:2010-09, 3.2.1) der Überwachungsvermessung einschließlich Angaben zur Ausdehnung des Bereichs, in dem sich Bewegungen und Verformungen (siehe Anhang E) auswirken können;

- Zeitplan zur Koordinierung der Arbeiten aller Beteiligten, u. a. mit den Zeitpunkten für die Bereitstellung von Unterlagen durch den Auftraggeber, für die Durchführung und den voraussichtlichen Abschluss der Überwachung;
- Umstände, die für die Überwachungsvermessung von Bedeutung sind (z. B. schlecht zugängliche Bereiche des Objektes, Restriktionen sowie Umstände, unter denen eine Ausweitung oder Reduzierung der Vermessungsarbeiten erforderlich wird);
- sonstige Festlegungen, die sich aus Besonderheiten des Messobjekts ergeben (z. B. Einbezug weiterer Fachleute zur Bewertung der Messergebnisse);
- Leistungen des Auftraggebers für die Durchführung der Vermessungsarbeiten;
- Umfang und Form der Dokumentation der Vermessung (z. B. der Datenorganisation);
- Angaben zur Übergabe (z. B. Zeitpunkte für die Übergabe der Ergebnisse).

ANMERKUNG Modelle für geometrische Veränderungen von Objekten werden im Regelfall von Prüfsachverständigen für Statik oder Sachverständigen für Geotechnik erarbeitet. Führen Ergebnisse aus der Überwachung zur Modifizierung dieser Modelle, können sich Änderungen für das Messprogramm (siehe 4.3) ergeben.

4.3 Messprogramm

Für Überwachungsvermessungen ist ein Messprogramm auf der Grundlage möglicher oder erwarteter geometrischer Veränderungen und Zustände des Objektes aufzustellen.

Die besonderen Anforderungen an die Durchführung und Auswertung einer Überwachungsvermessung müssen im Messprogramm auf der Grundlage der Aufgabenbeschreibung (siehe 4.2) festgelegt werden. Das Messprogramm muss die sach- und fachgerechte Ausführung der Überwachungsvermessung für ein Objekt sicherstellen.

Das Messprogramm muss in Abhängigkeit von der Aufgabenbeschreibung (siehe 4.2) mindestens enthalten (siehe DIN 18710-1:2010-09, 4.3):

- Art, Anzahl, Verteilung und Vermarkung der erforderlichen Vermessungspunkte, einschließlich der Klassifizierung in Stützpunkte (siehe 3.2.1), Objektpunkte (siehe 3.2.2) und Sicherungspunkte (siehe 3.2.3);
- Festlegung des Bezugssystems (siehe DIN 18710-1:2010-09, 3.2.1);
- Angaben zur Messgenauigkeit (siehe 4.6);
- Angaben zur Messtechnik, z. B.
 - einzusetzende Messinstrumente (siehe 4.5);
 - Festlegungen für die Überprüfung (Kalibrierung und Justierung) der Messinstrumente;
 - Festlegungen und Besonderheiten bei der Anwendung einzelner Messverfahren (siehe 4.4);
- Festlegungen zum zeitlichen Ablauf der Messungen (Messzeitpunkte und Wiederholungsraten);
- Beobachtungsplan mit Angabe der zu messenden Größen;
- Festlegungen für die Auswertung, Darstellung und Dokumentation der Messergebnisse;

— Angaben zur Qualifikation des eingesetzten Fachpersonals.

ANMERKUNG Kontrollliste zur Aufstellung eines Messprogrammes (siehe Anhang F).

4.4 Messverfahren

Die Messverfahren müssen zusammen mit den einzusetzenden Messinstrumenten sicherstellen, dass

- die Vermessungspunkte entsprechend den vorgegebenen Genauigkeitsanforderungen bestimmt werden können,
- der erforderliche Schutz gegenüber groben Fehlern (siehe DIN 18709-4) und systematischen Messabweichungen (Zuverlässigkeit, siehe DIN 18710-1 und DIN 18709-4) gegeben ist;
- die Festlegungen über die Auswertung und die Bereitstellung der Ergebnisse erfüllt werden.

Die Vermessungspunkte müssen vor Beschädigungen geschützt werden und zugänglich sein.

Die Anordnung der Vermessungspunkte und die Art ihrer Vermarkung werden durch die Messverfahren sowie durch die Anforderungen an die Messinstrumente (siehe 4.5) und die Messgenauigkeit (siehe 4.6) bestimmt.

ANMERKUNG Eine ausreichende Redundanz der Vermessungspunkte sollte sichergestellt werden, damit die Überwachungsvermessung bei Ausfall von Vermessungspunkten fortgesetzt werden kann.

4.5 Messinstrumente

Die Anforderungen an die Messinstrumente ergeben sich aus

- der geforderten Messgenauigkeit an die Überwachungsvermessung (siehe 4.6) auf der Grundlage der geforderten zeitlichen Auflösung des Bewegungs- und Verformungsverhaltens der Objektpunkte;
- den zu erwartenden Bewegungs- und Verformungsgeschwindigkeiten der Objektpunkte;
- sonstigen, durch das Objekt bedingten Besonderheiten (z. B. Zugänglichkeit, Erschütterungen und Sichtbeschränkungen) sowie den klimatischen Umgebungsbedingungen.

4.6 Messgenauigkeit

Die Anforderungen an die Messgenauigkeit leiten sich aus den Zielsetzungen einer Überwachungsvermessung und den zu erwartenden Bewegungen und Verformungen (siehe Anhang E) ab. Die Messgenauigkeit ist so zu vereinbaren, dass der Nachweis von geometrischen Veränderungen einer festgelegten Größenordnung auf einem statistisch begründeten Vertrauensniveau möglich ist.

ANMERKUNG Die Einordnung der erforderlichen Genauigkeit von Überwachungsvermessungen in Abhängigkeit der Genauigkeitsklassen nach DIN 18710-1:2010-09, Tabellen 1 und 2, wird empfohlen.

BEISPIEL Das zu erwartende Setzungsverhalten eines Punktes von $\Delta x = 1$ mm ist signifikant nachzuweisen. Die Standardabweichung zur Bestimmung der Höhe ist σ_x . Bei unkorrelierten Messergebnissen zu den Zeitpunkten t_0 und t_1 beträgt die Standardabweichung der Höhendifferenz $\sigma_{\Delta x} = \sqrt{2} \sigma_x$. Um die Verschiebung auf dem Vertrauensniveau $1 - \alpha = 95\%$ nachzuweisen, ist mit dem Quantil $k = 1,96$ (siehe DIN 18710-1:2010-09, Tabelle A.1) eine Standardabweichung von $\sigma_x < \Delta x / (1,96 \cdot \sqrt{2})$ einzuhalten. Die Messgenauigkeit zu den Zeitpunkten t_0 und t_1 beträgt $\sigma_x < 0,36$ mm, um die geometrische Veränderung auf dem Vertrauensniveau von 95 % nachweisen zu können.

4.7 Unterlagen

Bei einer Überwachungsvermessung sind mindestens zu dokumentieren (siehe DIN 18710-1:2010-09, 4.7):