

Inhalt

Vorbemerkung	2
1 Vermessungstechnische Grundsätze	2
1.1 Beobachtungs-, Registrier- und Auswertegrundsätze	2
1.2 Qualifikation des einzusetzenden Personals	2
1.3 Mindestanforderungen an Mess- und Auswerteeinrichtungen	3
1.4 Messprogramme	3
1.5 Dokumentation von Vermessungsleistungen	4
2 Grundlagennetz	4
2.1 Lagenetz	5
2.2 Höhennetz	6
3 Sondernetze und Verbindungsnetze	6
3.1 Sondernetze	6
3.2 Verbindungsnetze	7
4 Geländeaufnahmen und DGM	7
4.1 Geländeaufnahmen	7
4.2 DGM	8
5 Projektgeometrie	8
5.1 Definition der Geometriebegriffe	8
5.2 Ermittlung der Projektgeometrie	8
6 Absteckungen der die Geometrie bestimmenden Bauwerkspunkte	9
7 Baubegleitende Eigenüberwachungsmessungen	11
8 Fortlaufende Bestandserfassung	13
8.1 Vermessungstechnische Aufnahmen zur fortlaufenden Bestandserfassung	13
8.2 Ableitung von Bestandsplänen	14
9 Grundsätze des Bewegungs- und Deformationsmonitorings (BDM)	15
10 Setzungsmessungen an Ingenieurbauwerken	17
11 Bestimmung der Ausgleichsgradienten	17
12 Messprogramme	18
12.1 Messprogramm „Sicherung Grundlagennetz“	18
12.2 Messprogramm „Absteckung“	18
12.3 Messprogramm „Baubegleitende Eigenüberwachungsmessungen“	19
12.4 Messprogramm „Fortlaufende Bestandserfassung“	19
12.5 Messprogramm „Setzungsmessungen an Ingenieurbauwerk“	19
13 Datenübergabeformate	19
14 Zu beachtende Regelwerke	19
15 Regeln für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz und die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen und im Gleisbereich	20
16 Verzeichnis der Anlagen	21

Vorbemerkung

Die nachstehenden Hinweise/Ergänzungen sind Bestandteil der Leistungsbeschreibung der Bauausführungsvermessung. Die beschriebenen Anforderungen an die Bauausführungsvermessung verstehen sich als Mindestanforderungen. Werden in der Baubeschreibung auf Grund von Fertigungstoleranzen bzw. zu überwachenden Bauwerks- oder Bauwerksreaktionsgrößen höhere Anforderungen in Bezug auf die Genauigkeit, anzuwendende Messverfahren und einzusetzende Messtechnik definiert, gelten die Festlegungen der Baubeschreibung.

Die Kosten für die Vermessungsleistungen werden nicht gesondert vergütet und sind in die Leistungspositionen der Baumaßnahme einzurechnen.

1 Vermessungstechnische Grundsätze

1.1 Beobachtungs-, Registrier- und Auswertegrundsätze

Bei der Vermessung sind Daten zu

- Beobachter,
- Beobachtungszeitpunkt,
- Messauftrag,
- Mess- und Zieleinrichtungen,
- Stand- und Zielpunkten,
- Instrumenten- und Zielpunkthöhen,
- Temperatur, Luftdruck in Höhe der Mess- und Zieleinrichtung zum Zeitpunkt der Messungen,
- Instrumenteneinstellungen von Temperatur- und Luftdruckgrößen zu registrieren.

Alle Messungen sind mit ihren originären Messwerten nachzuweisen. So sind bei Distanzmessungen grundsätzlich Schrägdistanzen mit dem dazu gehörenden Höhenwinkel zu registrieren. Die Messwerte sind nur wegen der meteorologischen Einflussgrößen zu korrigieren. Geometrische Korrekturen aufgrund der Höhenlage und der Projektionsverzerrung sind bei der Datenbearbeitung vorzunehmen.

Alle Messungen sind so anzulegen, dass eine Überbestimmung der Beobachtung vorliegt und somit eine Kontrolle der Vermessung ermöglicht.

Bezugs- und Objektpunkte sind mit einer Punktnummer zu versehen. Doppelnummerierungen sind unzulässig und evtl. Nummerierungsvorgaben des AG zu beachten.

Koordinaten sind in der Einheit Meter mit ungekürzten Vorkomma- und 3 Nachkommastellen, Längen- und Höhenangaben in der Einheit Meter mit 3 Nachkommastellen, Richtungen und Winkel in der Einheit Gon mit 3 Vorkomma- und 4 Nachkommastellen anzugeben. Weitere Nachkommastellen sind dann einzuführen, wenn die zu bearbeitende Aufgabe dies erfordert.

1.2 Qualifikation des einzusetzenden Personals

Die Vermessungsarbeiten sind unter der Leitung eines Vermessungsingenieurs (oder einen vergleichbaren Berufsabschluss) durchzuführen, der mindestens über eine 3- jährige Berufserfahrung in der Bearbeitung von Straßen- und Ingenieurbaumaßnahmen verfügt.

Vermessungsarbeiten sind von Fachkräften auszuführen, die über eine mindestens 2- jährige Berufserfahrung und einen Abschluss als Vermessungstechniker (oder einen vergleichbaren Berufsabschluss) verfügen.

Fachkenntnisse und Berufserfahrung der einzusetzenden Kräfte sind vom AN nachzuweisen.

1.3 Mindestanforderungen an Mess- und Auswerteeinrichtungen

Zur Bearbeitung sind nur Messeinrichtungen zugelassen, die dem Stand der Technik entsprechen und deren Messgenauigkeit den Genauigkeitsforderungen der zu bearbeitenden Vermessungsaufgabe genügen.

Die Eignung der Messgeräte ist dem AG durch ein Geräteprüfprotokoll einer Fachwerkstatt nachzuweisen. Die Geräteprüfung darf nicht älter als 2 Jahre zurückliegen.

Zentrierung bei Festpunktbestimmungen und Bewegungs- und Deformationsmessungen:

Messeinrichtungen sind über Bodenpunkten mittels Stativ in schwerer Ausführung zu errichten und unter Verwendung eines optischen Lotes, das eine Zentriergenauigkeit von $\pm 0,5$ mm auf 1,5 m erlaubt, zu zentrieren.

Tachymetrische Messungen für Festpunktbestimmungen und Bewegungs- und Deformationsmessungen:

Für tachymetrische Messungen sind nur Instrumente in Verbindung mit originalen Zieleinrichtungen und Prismen der Instrumentenhersteller zugelassen, die mindestens folgende Genauigkeitsforderungen erfüllen:

- Genauigkeit der horizontalen und vertikalen Winkelmessung $\pm 0,3$ mgon (Standardabweichung nach ISO 17123-3),
- Genauigkeit der Distanzmessung $\pm (1 \text{ mm} + 1,5 \text{ ppm Standardabweichung nach ISO 17123-4})$.

GNSS-Messungen für Festpunktbestimmungen:

GNSS-Messungen sind unter Verwendung von GNSS-Antennen auszuführen, die bei normalen bis guten Bedingungen im kinematischen Echtzeit Messverfahren (RTK-Netz) die folgende Mess- bzw. Positionierungsgenauigkeit erreichen:

- Horizontal 8 mm + 0,5 ppm RMS,
- Vertikal 15 mm + 0,5 ppm RMS.

Präzisionsnivelllement:

Präzisionsnivelllements sind mittels automatischen Digitalnivelliergerät, das eine Höhenmessgenauigkeit von $\pm 0,3$ mm/km (Leistungsspezifikation nach DIN 18723 für die Standardabweichung auf 1 km Doppelnivelllement) ermöglicht, in Verbindung mit Invarband-Nivellierlatten durchzuführen. Als Zubehör sind Lattenuntersetzer in schwerer Ausführung (6kg) einzusetzen. Die Nivellierlatten sind bei der Messung mit mindestens einer Strebe abzustützen. Zur Messung dürfen nur geeichte/ kalibrierte Nivellierlatten benutzt werden, deren Eich-/ Kalibriernachweise nicht älter als 2 Jahre sind.

Auswertesoftware:

Geodätische und vermessungstechnische Auswertungen haben mit Programmen zu erfolgen, die die funktionalen und stochastischen Modelle nach den Regeln der Ingenieurgeodäsie einhalten. In den Dokumentationen sind alle Steuer- und weitere berechnete Parameter nachzuweisen.

1.4 Messprogramme

Alle vermessungstechnischen Arbeiten sind in Messprogrammen zu erläutern. Die Messprogramme sind vom AG vor Ausführung der vermessungstechnischen Arbeiten (min. 2 Wochen) freizugeben.

Ausführungsbedingte Änderungen der Messprogramme sind in den Programmen fortzuschreiben, wesentliche Änderungen der Messprogramme vom AG/ Bauherrn vor deren Ausführung zu genehmigen. Für die Vollständigkeit, Zweckmäßigkeit und Richtigkeit der Messprogramme ist der AN/ AN- Bau allein verantwortlich.

Messprogramme haben mindestens zu enthalten:

- Vermessungspersonal, Qualifikation,
- Vermessungsinstrumente und -geräte,
- Prüfung der Vermessungsinstrumente,
- Prüfung und Sicherung der Festpunkte,
- Bestimmung zusätzlicher Festpunkte,
- Lage und Beschaffenheit von Messmarken,

Bautechnische/baustatische Vorgaben

- Zweck und Definition der Messaufgabe,
- Genauigkeitsforderungen,

Lösungskonzept

- Netzentwurf resp. Plan der einzurichtenden Messstellen,
- Spezifizierung der Messeinrichtungen,
- Beschreibung der Datenerfassung und Datenübertragung,
- Auswertestrategie,
- Genauigkeitsnachweis,
- Konzept zur Fehlervermeidung,
- Ergebnisdokumentation.

1.5 Dokumentation von Vermessungsleistungen

Der AN hat die Ergebnisse seiner vermessungstechnischen Leistungen umgehend nach Durchführung der Vermessungsarbeiten dem AG/ Bauherrn in einer systematisch geordneten Akte einschließlich Erläuterungsbericht zu übergeben.

Gleichzeitig sind alle im Rahmen der Vermessungsarbeiten verwendeten und entstandenen Unterlagen (Messdaten in frei lesbaren sowie in originären Datenbankformaten, Messprotokolle, Berechnungen, Zeichnungen, Visualisierungen, Texte etc.) dem AG spätestens nach zwei Werktagen unaufgefordert zu übergeben.

2 Grundlagennetz

Das Grundlagennetz besteht aus dem

- Lagenetz (Lagefestpunktfeld),
- Höhennetz (Höhenfestpunktfeld)
- oder einer Kombination beider Netze.

Punkte des Grundlagennetzes sind mittels

- GNSS- Messungen,
- tachymetrischer Messungen,
- Präzisionsnivelements

unter Benutzung der

- (GNSS-) Referenzstationen und -dienste der Landesvermessung oder vergleichbarer Dienste
- Trigonometrischen Festpunkte der Landesvermessung
- Höhenfestpunkte der Landesvermessung

zu bestimmen.

Mit der Bestimmung sind für das Lage- und das Höhennetz jeweils nachzuweisen:

- Genehmigter Netzentwurf (analog und digital) auf der Grundlage Topographischer Karten in einem geeigneten Maßstab,
- Koordinaten-/ Höhenverzeichnis (analog und digital als ASCII-Datei),
- Festpunktübersichtskarte auf Grundlage Topographischer Karten geeigneten Maßstabs mit Eintragung der Anschlusspunkte (analog und digital),
- Festpunktbeschreibungen und Einmessungen nach dem Muster in Anlage 2.1 (bei Anschlusspunkten für eine Setzungs- oder Deformationsmessung),
- Messdaten, Feldbücher, Auswertungen, Berechnungen, Genauigkeitsnachweise mit Erläuterungsbericht (analog und digital).

Alle nachfolgenden Messungen im Bereich der Baumaßnahme sind ausschließlich auf Punkte dieses Grundlagennetzes oder daraus abgeleiteter Punkte zu beziehen.

Für Nachverdichtungsmessungen des Grundlagennetzes müssen die Messverfahren und Genauigkeitsanforderung des Grundlagennetzes beachtet und angewendet werden.

Neu geschaffene Festpunkte, die als Ausgangspunkte für Absteckungs-, Eigenüberwachungsmessung und Bestandsaufmaß dienen, sind nach Anlage 17.5 zu vermarken.

2.1 Lagenetz

Die Koordinaten des Lagenetzes sind im dreidimensionalen geozentrischen Bezugssystem ETRS89 auszugleichen und in das der Bauvermessung zu Grunde liegende zweidimensionale Lagebezugssystem zu überführen.

Messungen:

GNSS- Messungen

Lagenetzpunkte sind durch mindestens 2 unabhängige Messkampagnen zu bestimmen. Zwei voneinander unabhängige Messungen liegen dann vor, wenn zwischen dem Ende der ersten und dem Beginn der zweiten Messung eine hinreichende Änderung der Satellitengeometrie eingetreten und ein erneuter Antennenaufbau erfolgt ist.

Bei der GNSS-Messung sind folgende Grundsätze einzuhalten:

- Koordinatenbestimmung mit mindestens fünf Satelliten,
- $PDOP \leq 5$.
- Die Beobachtungsdauer muss in Abhängigkeit von der Anzahl der empfangenen Satelliten ausreichend lang gewählt werden.

Folgende Mindestwerte können als Orientierungswerte dienen:

<u>Satellitenanzahl</u>	<u>Beobachtungsdauer</u>
>10 Satelliten	2 Minuten
6 Satelliten	5 Minuten
5 Satelliten	10 Minuten

Tachymetrische Messungen

Zwischen den Punkten des Lagenetzes sind alle direkt oder exzentrisch messbaren Richtungen und Distanzen zu beobachten. Tachymetrische Beobachtungen sind mindestens durch 2 unabhängige Kampagnen mit je 2 Beobachtungsvollsätzen auf jedem Stationspunkt vorzunehmen.

Auswertung und Dokumentation:

GNSS- und TPS- Vermessungen sind hybrid 3- dimensional für jede Messkampagne getrennt und nach Prüfung der Kongruenz der Punktbestimmungen der zwei einzelnen Messkampagnen über alle Messkampagnen zusammen auszuwerten.

Die Standardabweichung eines Lagefestpunktes darf 0,01 m nicht überschreiten.

2.2 Höhennetz

Höhenfestpunkte sind durch Präzisionsdoppelnivellement aus dem staatlichen Höhenfestpunktfeld bei unterschiedlichen Messbedingungen im Hin- und Rückweg zu bestimmen und durch Netzausgleichung zu berechnen. Zu den Vorgaben eines Präzisionsdoppelnivellement zählen:

- Instrumentenprüfung vor Messungsbeginn nach (Förstner, Näbauer oder Kukkamäki)
- Anschluss- und Neupunkte sind als Wechsellpunkte zu messen
- Zielweiten < 30m
- Gleichlange Zielweiten bei Hin- und Rückblick
- Messmodus „Mittelung von min. 5 Einzelmessungen pro Beobachtung“

Die maximal zulässige Abweichung $I d I$ zwischen zwei Messungen einer Nivellementlinie darf höchstens betragen:

$$I d I < 0,2 \text{ mm} + 1 \text{ mm} * \sqrt{\text{Länge Nivellementweg}(km)}.$$

Der maximal zulässige Schleifenschlussfehler $I w I$ einer Nivellementschleife darf höchstens betragen:

$$I w I < 0,3 \text{ mm} + 1 \text{ mm} * \sqrt{\text{Länge Nivellementweg}(km)}.$$

Mit der Bestimmung ist das Netzbild mit Darstellung der

- Differenzen zwischen Doppelmessungen (Hin- und Rückwegmessungen),
- Schleifenwidersprüchen

analog Anlage 2.2 nachzuweisen.

3 Sondernetze und Verbindungsnetze

3.1 Sondernetze

Definition:

Sondernetze sind als dauerhafter, präziser geometrischer Referenzrahmen für alle Bauvermessungen eines Bauwerkes einschließlich dessen Bewegungs- und Verformungsmessungen anzulegen.

Sondernetzpunkte sind als 3D- Punkte mit sehr hoher Genauigkeit im Maßstab 1 zu bestimmen.

Netzentwurf:

Der Netzentwurf ist nach Besichtigung der örtlichen Verhältnisse und unter Berücksichtigung der Planungsdaten nach den in Anlage 3.1 dargestellten Regeln aufzustellen und mit dem Messprogramm zur Genehmigung einzureichen.

Die Netzpunkte sind nach örtlicher Erkundung so auszuwählen, dass sie:

- weder durch die Bauausführung noch durch den Baubetrieb gefährdet werden,
- Sichtverbindung zwischen allen Netzpunkten zum Zeitpunkt der Netzbestimmung sowie während der Herstellung des Bauwerkes und dessen Betrieb besteht oder durch einen gebrochenen Strahl und/ oder exzentrische Beobachtung ersetzt werden kann.

Sofern ein projektbezogenes Grundlagennetz vorliegt, darf der Höhenanschluss ausschließlich an die Bezugspunkte des Grundlagennetzes erfolgen.

In die Lagemessungen sind Punkte des übergeordneten Grundlagentznetzes in einem solchen Umfang einzubeziehen, dass

- Lagerungsdefekte und Maßstabsdifferenzen zwischen den vorliegenden Festpunktbestimmungen und der Sondernetzbestimmung,
- Transformationsparameter für die Überführung der Koordinaten der vorliegenden Festpunktbestimmungen in das Bezugssystem des Sondernetzes

zuverlässig ermittelt werden können. Dafür sind die Koordinaten der Sondernetzpunkte ggf. in beiden Bezugssystemen anzugeben.

Vermarkung:

Als Vermarkungen sind für Sondernetzpunkte zugelassen:

- Vermessungspfeiler gemäß Anlage 17.2,
- Untertägige Vermarkung (UT- Vermarkung) gemäß Anlage 17.3,
- Bezugs-/ Objektpunkt Bauwerk gemäß Anlage 17.6.

Andere Vermarkungen sind vom AG zu genehmigen.

Messungen, Auswertung und Dokumentation:

Sondernetze sind wie Grundlagentznetze zu bestimmen. Der Umfang der Dokumentation von Sondernetzen entspricht dem der Dokumentation von Grundlagentznetzen.

3.2 Verbindungsnetze

Definition:

Mit der Herstellung der Verbindungsnetze Strecke erfolgt die Bestimmung von Bezugspunkten zwischen den Sondernetzen bzw. zwischen den Punkten des Grundlagentznetzes und Punkten der Sondernetze. Sie sind als temporärer geometrischer Referenzrahmen für alle Bauvermessungen des Erd- und Streckenbaus anzulegen. Verbindungsnetzpunkte sind als 3D- Punkte mit hoher Genauigkeit zu bestimmen.

Netzentwurf:

Nach den in Anlage 3.2 dargestellten Regeln und deren Adaption auf die örtlichen Verhältnisse sowie unter Berücksichtigung der Planungsdaten ist ein Netzentwurf aufzustellen und mit dem Messprogramm zur Genehmigung einzureichen.

Vermarkung:

Die Punkte der Verbindungsnetze werden als Temporäre Punkte (TEMP 3 D) gemäß Anlage 17.5 vermarkt. Andere Vermarkungen sind vom AG zu genehmigen.

Messungen, Auswertung und Dokumentation:

Verbindungsnetze sind wie Grundlagentznetze zu bestimmen. Der Umfang der Dokumentation von Verbindungsnetzen entspricht dem der Dokumentation von Grundlagentznetzen.

4 Geländeaufnahmen und DGM

4.1 Geländeaufnahmen

Zu Geländeaufnahmen zählen Aufnahmen

- des Urgeländes,
- der Horizonte
 - nach Oberbodenabtrag,

- Unterkante Aufbruch nach Rückbau von Oberbauschichten,
- vor und nach Bodenaustausch,
- zwischen Böden unterschiedlicher Bodenklassen.

Sofern nichts Näheres bestimmt wurde, ist das Gelände im 10- Meter- Raster zuzüglich aller Bruchkanten sowie den Hoch- und Tiefpunkten von Kuppen und Wannen aufzunehmen.

Die Punkte sind tachymetrisch oder satellitengestützt durch einfache Beobachtung zu bestimmen. Zu Kontrollzwecken ist in regelmäßigen Abständen und vor Abschluss des Standpunktes ein Festpunkt oder ein bekannter Objektpunkt nochmals zu bestimmen.

Bei Stationierung des Tachymeters auf einem nach Lage- und Höhe bekannten Bezugspunkt sind mindestens 2 Anschlusspunkte zu beobachten, die nach Lage- und Höhe bekannte Bezugspunkte sind. Bei der freier Stationierung ist die Stationierung an mindestens 3 nach Lage- und Höhe bekannte Bezugspunkte anzuschließen. Zielweiten zu Bezugs- und Objektpunkten dürfen 150 Meter nicht überschreiten.

Bei der Aufnahme sind nur Tachymeter- bzw. GNSS-Stäbe zugelassen, die anstelle der Spitze über eine Aufstellfläche verfügen, die das Einsinken des Stabes in das Erdreich verhindert.

Die Geländeaufnahme ist mindestens mit folgender Genauigkeit zu bestimmen:

$$\sigma \text{ Lage} \leq 30 \text{ mm}, \quad \sigma \text{ Höhe} \leq 30 \text{ mm}.$$

4.2 DGM

Das DGM ist als LandXML- bzw. OKSTRA-Datei sowie in den REB - Datenarten 45, 49, 58 zu liefern.

5 Projektgeometrie

5.1 Definition der Geometriebegriffe

Drei- Tafel- Geometrie:

Definition der Form und Figur einer baulichen Anlage durch Darstellung in den Ebenen (Tafeln)

- Grundriss (Achse),
- Längsschnitt (Gradiente),
- Querschnitt

einschließlich Bezeichnung des Raumbezugs der Drei- Tafel- Abbildung.

Projektgeometrie:

Abbildung der mathematisch eindeutig in der Drei- Tafel- Geometrie definierten Form und Figur einer zu errichtenden baulichen Anlage und Abbildung dieser Anlage in einem oder in mehreren dreidimensionalen Raumbezugssystemen.

5.2 Ermittlung der Projektgeometrie

Die Projektgeometrie ist aus den vom Bauherrn zur Verfügung gestellten Ausführungsunterlagen in Verbindung mit vom AN- Bau zu erstellenden bzw. zu beschaffenden Ausführungs- und Bestandsunterlagen zu ermitteln.

Die Ermittlung der Projektgeometrie beinhaltet:

- I. Prüfung der vom Bauherrn zur Verfügung gestellten und der vom AN- Bau erstellten bzw. beschafften Ausführungsunterlagen auf
 - Vollständigkeit,
 - Eindeutigkeit,

- Widerspruchsfreiheit,
- Stetigkeit

der geometrischen Definitionen der Achsen, Gradienten und Querschnitte sowie die Einhaltung von Rand- und Zwangsbedingungen und von Sollmaßen.

- II. Zusammenstellung der Prüfergebnisse Schritt (I.) in einem Bericht und Übergabe dieses Berichts an den AG.
- III. Beseitigung der in der vom Bauherrn zur Verfügung gestellten Ausführungsplanung enthaltenen geometrischen Mängel der Achs-, Gradienten- und Querschnittsdaten nach Anweisung des AG.
- IV. Beseitigung der in der vom AN- Bau erstellten bzw. beschafften Ausführungsplanung enthaltenen geometrischen Mängel der Achs-, Gradienten- und Querschnittsdaten nach Anweisung des AG.
- V. Abbildung der nach den Schritten (I.) bis (IV.) ermittelten Achs-, Längs- und Querschnittsdaten nach einer mit dem AG abzustimmenden Vorschrift. Hierzu gehört die Herstellung von Deckenhöhenplänen für die Bereiche des Übergangs zwischen Strecke und Ingenieurbauwerken, von Ein- und Ausfahrten, von Knotenpunkten und der Anschlüsse an den Bestand zum Nachweis stetiger Fahrbahnübergänge in Bezug auf horizontale und vertikale Linienführung, Fahrbahnbreiten und Querneigungen sowie zum Nachweis einer stetigen Entwässerung.
- VI. Berechnung der mathematisch eindeutig in der Drei- Tafel- Geometrie durch die Daten Ziffer (V.) definierten Form und Figur der zu errichtenden baulichen Anlage(n) in einem oder mehreren dreidimensionalen geodätischen Bezugssystemen und Abbildung dieser Daten nach einer vom AG vorgegebenen Abbildungsvorschrift. Bei Bauwerken sind alle Eckpunkte der Baukörper und deren Fugen, bei Leitungen deren Achsen, (Sohl- / Scheitel-) Gradienten und Querschnitte zu ermitteln.
- VII. Der Ort eines in einem dreidimensionalen geodätischen Bezugssystem abzubildenden Punktes der baulichen Anlage ist unmittelbar aus dessen originären Größen der Drei- Tafel- Geometrie abzuleiten. Die Bestimmung von Punkten der baulichen Anlage über Konstruktionsmaße ist nur dann zulässig, wenn es sich bei diesen Maßen um die originäre geometrische Definition dieses Punktes in den Ausführungsunterlagen handelt.
- VIII. Die in der Drei- Tafel- Geometrie und in der Projektgeometrie abgebildete bauliche Anlage muss unter Berücksichtigung der Abbildungsverzerrungen kongruent sein. Korrespondierende Längengrößen dürfen höchstens $\pm 0,001\text{m}$ voneinander abweichen.
- IX. Differenzen zwischen korrespondierenden Winkeln (gebildet durch korrespondierende Winkelscheitel- und Winkelendpunkte) dürfen unter Berücksichtigung der Abbildungsverzerrungen zu Längendifferenzen zwischen korrespondierenden Geraden, welche die korrespondierenden Winkelendpunkte verbinden, von höchstens $\pm 0,001\text{ m}$ führen.

Mit der Projektgeometrie sind zu fertigen:

- X. Zusammenstellung der Fertigungstoleranzen der baulichen Anlage(n),
- XI. Zusammenstellung der kleinsten relevanten beziehungsweise noch interessierenden oder zu regelnden Baugrund- und/ oder Bauwerksreaktionsgrößen.

6 Absteckungen der die Geometrie bestimmenden Bauwerkspunkte

Absteckungen sind vom AN unter Beachtung der Anlagen 6.1 bis 6.9 nach einem vom AG genehmigten Messprogramm durchzuführen. Alle Absteckungen sind vom AN durch eine zweite, von der ersten Absteckungsvermessung unabhängige Vermessung zu kontrollieren. Die Kontrollvermessung ist im Anschluss an die erste Absteckung und die Vermarkung des abzusteckenden Punktes vorzunehmen. Die räumlichen Komponenten der Abweichung zwischen der

ersten und der zweiten Absteckungsvermessung ist in Plänen und Listen in den Koordinatenkomponenten

1. der/ des geodätischen Bezugssysteme(s) der Projektgeometrie und
2. der Drei- Tafel- Geometrie darzustellen und den zulässigen Toleranzgrößen der Absteckung gegenüberzustellen.

Bei maschinengesteuerter Herstellung mittels Sensoren (Tab. 5.1) sind dem AG folgende Informationen zur Steuerung zu übergeben:

- Erläuterung der Funktionsweise des Produktions- und Steuerungsprozesses,
- dass der Maschinensteuerung zu Grunde liegende Digitale Geländemodell (DGM).

Tab. 6.1 - Sensoren zur Steuerung von Baumaschinen

Maschinensteuerung für Bagger (B), Raupe (R), Grader (G), Fertiger (F), Gleitschalungsfertiger (GF), Grabenfräse (GR)					
	B	R	G	F/GF	GR
3 D – Steuerung	X	X	X	X	
2 D – Steuerung		X	X		
1 D – Steuerung	X			X	
	GNSS gestützt 3 D	TPS gestützt 3 D	Laser gestützt 2 D	Faser gestützt 1 D	
GNSS- Basisstation auf der Baustelle	X				
GNSS- Empfänger (Rover) auf der Baumaschine	X				
Motorisierter TPS		X			
Rotationslaser			X		
Laser					X
Datenübertragung zwischen Baumaschine und GNSS- Rover oder Reflektor	X	X			
Zweiachs- Neigungssensoren	X	X			
Rechner zur kinematischen Positionsbestimmung Gerätesteuerung, graphischen Anzeige	X	X			
DGM der Projektdaten (Planum, Böschung, Einbauschicht)	X	X			
Interaktive graphische Anzeige des Einbauprozesses/ der Soll – Ist - Position	X	X	X		X

Der Abstand zwischen Baumaschine und TPS- / GNSS- Referenzstation soll folgende Größen nicht überschreiten:

Tab. 6.2 - Abstände Baumaschine zur TPS- / GNSS- Referenz

Maschinengesteuerte Bauausführung in Verbindung mit GNSS- / TPS- Positionierung und Geländemodell (DGM).		
Dem AG ist das DGM der herzustellenden Planen/ Flächen vorzulegen.		Maximaler Abstand Baumaschine zur TPS- / GNSS- Referenz
Wall (z.B. für Lärmschutz) Wasserlauf	Raupe Bagger	200 m / 2 km
Oberbodenauftrag bei Böschungen, Trenninseln etc.	Raupe Bagger	200 m / 2 km
Böschung	Raupe Bagger	200 m / 2 km
Erdplanum, grob Erdplanum, fein	Raupe Grader	200 m / 2 km
Frostschuttschicht	Grader	200 m / 2 km
1. Tragschicht	Grader/ Fertiger	200 m / 2 km
2. und jede weitere Tragschicht	Fertiger	100 m / ---
Ausführung Schwarzdecke		
Binder	Fertiger	100 m / ---
Deckschicht (Überzug)	Fertiger	-----
Ausführung Betondecke		
Betondecke	Fertiger	100 m / --- (bei Straßenfertiger sind 2 TPS einzusetzen)

Tachymeterstationen (TPS- Stationen) zur Steuerung der Baumaschinen sind wie folgt zu bestimmen:

Tab. 6.3 - Räumliche Bestimmung von TPS - Stationen

Räumliche Bestimmung der TPS – Station für Zwecke der Absteckung und Maschinensteuerung	
Stationierung auf	Bestimmung durch
Festpunkt bzw. Bezugspunkt (BP)	Standpunktkoordinaten und Höhen des BP sowie polare Beobachtung von mindestens 2 BP
frei auszuwählendem Standpunkt (freie Stationierung)	Freie Stationierung und Beobachtung von mindestens 3 BP
Genauigkeit der Stationsbestimmung TPS – Straße: I $\sigma_{\text{Punktlage TPS}} < 5 \text{ mm}$ I $\sigma_{\text{Höhe TPS}} < 2 \text{ mm}$	Stationierung nach jeweils 2 Stunden Vermessungstätigkeit und zum Ende der Stationierung durch Beobachtung der BP kontrollieren.

7 Baubegleitende Eigenüberwachungsmessungen

Die vermessungstechnische Eigenüberwachung der Bauausführung des AN umfasst die Überwachung entstehender, teilfertiger und fertiger Bauteile, Bauwerke und Verkehrsanlagen auf geometrische Übereinstimmung mit den zur Ausführung frei gegebenen Unterlagen. Sie ist nach einem vom AN aufzustellenden und vom Bauherrn zu genehmigenden Messprogramm durchzuführen.

Entstehende, teilfertige und fertige Bauteile sind durch räumliche Vermessung umgehend nach deren Entstehen oder Fertigung mindestens in allen

- mit der Absteckung der Bauwerke korrespondierenden Bauwerks - und Profilpunkten,
- Eckpunkten von Fassaden der Ingenieurbauwerke, deren Fugen und Bruchkanten

und

- mindestens im 20- Meter- Raster

zu erfassen.

Die Abweichung der zu überwachenden Objekte von den zur Ausführung freigegebenen Ausführungsunterlagen sind in Plänen und Listen darzustellen und den zulässigen Bautoleranzgrößen gegenüberzustellen.

Setzt der AN im Streckenbau automatisch gesteuerte Baumaschinen ein, so hat er die Fertigungsgenauigkeit im Rahmen der vermessungstechnischen Überwachung der Bauausführung durch Kalibriermessungen festzustellen. Die Kalibriermessungen sind unmittelbar nach dem erstmaligen Geräteinsatz sowie regelmäßig während des Geräteinsatzes durch georeferenzierte Oberflächenaufnahme der Kalibrierfläche

- mittels tachymetrischer Aufnahme oder
- durch Scannen

vorzunehmen und nachzuweisen.

Durch den AN sind die nachstehend aufgeführten Genauigkeitsgrößen (Tab. 6.1) zu gewährleisten und durch die Ergebnisse der Kalibriermessungen nachzuweisen:

Tab. 7.1 - Genauigkeit der Maschinensteuerung

Baumaschine	Steuerung		Genauigkeit der Maschinensteuerung		
	Referenz	Dimension	Lage	Höhe	radial
Raupe	GNSS	3 D	30 mm	30 mm	--
Grader	GNSS	3 D	30 mm	30 mm	--
Grader	TPS	3 D	10 mm	5 mm	--
Straßenfertiger	2 TPS	3 D	10 mm	3 mm	--
Gleitschalungsfertiger, TPS gestützt	TPS	3 D	10 mm	3 mm	--
Bagger	GNSS/TPS	3 D	50mm	30 mm	--
Bagger	Laser	1 D	--	30 mm	30 mm
Grabenfräse	Laser	1 D	--	30 mm	30 mm

Im Rahmen der vermessungstechnischen Eigenüberwachung der Herstellung des Erdplanums und aller Schichten des Fahrbahnoberbaus sind die einzelnen Schichten vom AN durch geometrisches Nivellement oder durch tachymetrisches Aufmaß mit folgendem Intervallabstand (Tab. 6.2) höhenmäßig zu erfassen:

Tab. 7.2 - Intervallabstand Überwachung Fahrbahnaufbau (Lage und Höhe)

Objekt	Intervallabstand
Planum Erdbau	20 m Profil
Frostschuttschicht	20 m Profil
1. Tragschicht und jede weitere Tragschicht	20 m Profil
Ausführung Schwarzdecke (Binder, Deckschicht)	20 m Profil
Ausführung Betondecke	20 m Profil
Punktumfang der Profile:	Wenn nicht vom AG vorgegeben gelten folgende Punkte: Fahrbahnrand, Fahrspurmarkierung

Weitere Objekte des Erdbaus sind im Rahmen der vermessungstechnischen Eigenüberwachung vom AN durch tachymetrisches Aufmaß mit folgendem Intervallabstand (Tab.7.3) zu erfassen:

Tab. 7.3 - Intervallabstand Überwachung Objekte des Erdbaus

Objekt	Intervallabstand	
	Bei Einsatz mechanischer Leiteinrichtung	Bei Einsatz kalibrierter Maschinensteuerung
Böschung	20 m Profil	40 m Profil
Wall (z.B. für Lärmschutz)	20 m Profil	40 m Profil
Wasserlauf	20 m Profil	40 m Profil
Oberbodenauftrag bei Böschung, Trenninseln etc.	20 m Profil	40 m Profil
Punktumfang der Profile:	Alle Ränder und Bruchkanten, zusätzliche Zwischenpunkte so wählen, dass ein max. Punktabstand von 10 m nicht überschritten wird.	

Soweit der AN durch die Ergebnisse der Kalibriermessungen nicht den Nachweis führt, dass die eingesetzte Maschinensteuerung innerhalb der in Tabelle 7.1 aufgeführten Genauigkeitsgrößen arbeitet, ist die vermessungstechnische Eigenüberwachung mit dem Intervallabstand bei Einsatz mechanischer Leiteinrichtungen durchzuführen.

8 Fortlaufende Bestandserfassung

8.1 Vermessungstechnische Aufnahmen zur fortlaufenden Bestandserfassung

Die Vermessung zur fortlaufenden Bestandserfassung umfasst alle vom AN- Bau gemäß Bauvertrag fertigzustellenden baulichen Anlagen. Sie ist nach einem vom AN aufzustellendem und vom Bauherrn zu genehmigendem Messprogramm durchzuführen. Umfang und Detaillierung der fortlaufenden Bestandserfassung entsprechen der vermessungstechnischen Eigenüberwachung der Bauausführung.

Zur Bestandserfassung können Daten der vermessungstechnischen Überwachung der Bauausführung genutzt werden, sofern bei der vermessungstechnischen Überwachung das fertige Bauteil vermessen wurde.

Unterirdisch zu verlegende Leitungen sind im offenen Leitungsgraben zu vermessen. Die Achse, Sohle und der Querschnitt einer Leitung sind in allen Wechsellpunkten der horizontalen und vertikalen Linienführung und bei Querschnittsänderungen aufzunehmen. Unterlässt der AN- Bau die Aufnahme

der Leitungen/Leerrohre/Schutzrohre im offenen Graben, hat der AN- Bau die Leitung zu seinen Lasten nachträglich mit geeigneten Verfahren zu detektieren und zu vermessen.

Leitungen/Leerrohre/Schutzrohre, welche sich im vertraglichen Bearbeitungsbereich befinden und nicht durch den AN- Bau neu- oder umverlegt wurden, sind ebenfalls örtlich zu erfassen. Soweit die Leitungen im Bauablauf (z.B. im Rahmen von erforderlichen Suchschachtungen) freigelegt werden, hat eine direkte Erfassung ihrer Lage und Höhe zu erfolgen. Alle weiteren Leitungen sind durch Einmessung ihrer oberirdischen Zeichen und darauf bezogener Maße in den Datenbestand zu übernehmen.

Leitungen der Straßenentwässerung (inkl. Sickerleitungen) und die dazugehörigen Schächte, Einläufe, Ausläufe, Mulden, Gräben usw. sind bis zur Einleitung in die Vorflut nach Lage und Höhe örtlich zu erfassen. Schächte und Einläufe sind mit Deckel- und Sohlhöhe zu bestimmen. Für Leitungen und für Ausläufe sind das Material, die Nennweite und die Sohl- oder Scheitelhöhe örtlich zu ermitteln.

Im Rahmen der Baumaßnahme veränderte Felddrainagen sind wie Einrichtungen der Straßenentwässerung zu erfassen.

Die Daten der fortlaufenden Bestandserfassung sind nach einer mit dem AG abzustimmenden Datenstruktur abzubilden und baubegleitend in mit dem AG abzustimmenden Intervallen an den AG zu übergeben.

8.2 Ableitung von Bestandsplänen

Aus den Daten der fortlaufenden Bestandserfassung sind durch den AN Bestandspläne abzuleiten, in denen alle hergestellten ober- und unterirdischen Objekte in vom AG vorgegebenen Maßstab und Bezugssystem abgebildet werden. Herzustellen sind:

- Lage- und Höhenpläne mit Darstellung
 - des Grundrisses aller hergestellten ober- und unterirdischen Objekte,
 - aller Lage- und Höhenmessungen der Fahrbahndecke aus der vermessungstechnischen Überwachung,
 - aller Versorgungsleitungen außer Straßenentwässerung,
- Entwässerungslagepläne mit Darstellung
 - des Grundrisses aller hergestellten ober- und unterirdischen Objekte,
 - allen hergestellten Entwässerungs- und Drainageleitungen mit Angaben zu Material, Dimension, Sohlhöhen, Transportrichtung und Gefälle,
 - allen hergestellten Entwässerungsschächten (einschl. Sicker- und Drainageschächten) mit Darstellung der Schachtbezeichnung sowie Deckel- und Sohlhöhen,

Die Pläne sind analog und im PDF-Format zu übergeben. Der den Plänen zu Grunde liegende Datenbestand ist in einer CAD-Datei blattschnittfrei dreidimensional und georeferenziert zu liefern. Als Datenaustauschformat wird OKSTRA-XML mit dem Fachbedeutungskatalog Schleswig-Holstein festgelegt.

Alle Inhalte der CAD-Datei müssen eindeutig einer Fachbedeutung der vorgegebenen OKSTRA Fachbedeutungsliste zuordenbar sein.

Die Definitionen zum OKSTRA einschl. Fachbedeutungslisten sind im Internet unter www.okstra.de veröffentlicht.

Zu den Bestandsplänen gehört die Dokumentation der Schachtaufnahme aller hergestellten Entwässerungs- und Drainageschächte. Dafür sind durch den AN folgende Unterlagen zu bearbeiten und zu übergeben:

- Entwässerungsdaten im ISYBAU-Austauschformat Abwasser (XML-2017)

- Liste der hergestellten und aufgenommenen Schächte in Form einer Tabelle mit dem Inhalt gemäß Anlage 8.1, zu liefern als
 - Excel-Datei,
 - Ausdruck im PDF-Format,
- ein Schachtblatt für jeden hergestellten und aufgenommenen Schacht in Form eines Schachtaufnahmeprotokolls mit Foto gemäß Anlage 8.2, zu liefern als
 - eine Excel-Datei je Schacht,
 - und im PDF-Format,
- Schachtfotos (genordet) im JPG-Format mit Schachtbezeichnung im Dateinamen.
- Die Schachtbezeichnung entspricht der Ausführungsplanung.

Vorlagendateien und Schachtaufnahmeprotokoll im Excel-Format werden bei Bedarf vom AG zur Verfügung gestellt.

Die Bestandspläne der baulichen Anlage sind dem Bauherrn vor Verkehrsfreigabe zu übergeben.

9 Grundsätze des Bewegungs- und Deformationsmonitorings (BDM)

Bewegungen und Verformungen

- des Baugrundes,
- der Ingenieurbauwerke,
- der herzustellenden baulichen Anlage(n)

und

- der im Umfeld der Baumaßnahme gelegenen und von der Baumaßnahme betroffenen baulichen Anlagen

sind vom AN mit geodätischen und geotechnischen Messeinrichtungen so zu erfassen, dass eine sachgemäße, den anerkannten Regeln der Technik genügende Korrelation zwischen dem Baugeschehen und dem Verhalten (Bewegungen, Verformungen) des Baugrundes, der herzustellenden und vorhandenen baulichen Anlagen zur Steuerung des Baugeschehens sowie der Schadensminderung und Schadensvermeidung ermittelt werden kann.

Das BDM ist vom AN nach einem von einem Sachverständigen des AN- Bau in bodenmechanischer und statisch konstruktiver Hinsicht definierten Überwachungsumfang in einem Messprogramm aufzustellen. Das Messprogramm hat die konkrete Ausführungsplanung/ Bauausführung zu berücksichtigen und Messstellen und Beobachtungszeitpunkte in notwendigem und hinreichendem Umfang festzulegen.

Das BDM ist so rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahme einzurichten, dass das Verhalten der zu überwachenden Objekte in einem von der Baumaßnahme ungestörten Zustand zuverlässig festgestellt werden kann.

Die Genauigkeit der Vermessungen ist aus den kleinsten interessierenden Bauwerksreaktionsgrößen und den zu erwartende Bewegungs- und Deformationsgrößen abzuleiten.

Äußere Einflüsse (z.B. Temperatur, Lastwechsel), die eine messbare Wirkung auf den Überwachungsgegenstand haben, sind bei allen Messungen mit zu erfassen.

Die Vermessungen, Auswertungen, Korrelationen sind so zu erheben, zu ermitteln, zu dokumentieren und zu archivieren, dass sie jeder Zeit (auch nach Ablauf der vertraglich vereinbarten Bauzeit) eindeutig und beweiskräftig reproduziert werden können.

Die zu überwachenden Objekte und Messstellen, die Erfassung der Messgrößen, deren Auswertung und Visualisierung sind vom AN in einem Informationssystem abzubilden.

Zu den Leistungen des AN gehört die/ der

- Aufstellung des Messprogramms,
- Einrichtung, Betrieb, Wartung, Reparatur, Eichung und Kalibrierung der geodätischen und geotechnischen Messeinrichtungen,
- Durchführung der geodätischen und geotechnischen Vermessungen,
- Erfassung, Datenübertragung, Auswertung, Visualisierung der Messgrößen und der Verformungs- und Bewegungsdaten,
- Installation von Alarmeinrichtungen gemäß Messprogramm,
- Übergabe der Messgrößen in das mit dem AG abzustimmende Informationssystem,
- Rückbau der Messstellen nach Anweisung des AG.
- Mit den Messeinrichtungen sowie zu den Messstellen sind vom AN folgende Daten und Parameter zu erfassen und folgende Auswertezustände zu ermöglichen:
- die Messaufgabe und ihre Durchführung (z.B. Messrhythmus),
- die eingesetzten Geräte/Sensoren (Hersteller, Fabrikat, Auflösung, Genauigkeit, Seriennummer, Kalibrierdaten); ggf. zeitabhängig, d.h. bei Wechsel des Gerätes/Sensors fortschreibbar und jeweils den Messwerten zuordenbar,
- die Instrumentierung (einbauspezifische Daten und Berichte, Foto- und Bilddokumentation),
- Messwerte und Messwertattribute,
- die zeitliche Gültigkeit von Messwerten sowie Verfahren für die Generierung von Zustandsaussagen zwischen den einzelnen Messzeitpunkten (z.B. für die Verknüpfung von Messwerten verschiedener Messstellen in Auswertungen, wenn diese Messwerte zu unterschiedlichen Zeitpunkt gemessen wurden),
- die Zuordnung von Rohdaten und abgeleiteten Daten zu physikalischen Kategorien und Einheiten,
- Rohdatensicherung und Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit sämtlicher Stufen der Datenumwandlung und -interpretation; bei Bedarf redundanzfreie Realisierung,
- Sicherstellung der physischen Verfügbarkeit und der logischen Transparenz der Daten über lange Zeiträume,
- Mehrbenutzerfähigkeit mit Benutzer- und gruppenspezifische Vergabe von Zugriffsrechten,
- Zuordnung von Attributen zu Messwerten (Qualität, Vertrauenswürdigkeit; wahlweise Berücksichtigung der Messwerte in Auswertungen in Abhängigkeit von den Attributen),
- Kennzeichnung von Bezugswerten (Nullmessungen); Möglichkeit der Angabe mehrerer Bezugswerte für eine Messstelle; wahlweise Einbeziehung von Messwerten in Auswertungen absolut oder relativ zur jeweiligen Nullmessung,
- Kennzeichnung von Wertsprüngen (Offsets), die durch Veränderungen in der Messeinrichtung entstehen. Die Daten sind vom AN auf der Basis einer projektbezogenen Hierarchie mit uneingeschränkter Hierarchietiefe zu strukturieren und aus Datenquellen folgender Art zu entnehmen:
 - Manuelle Dateneingabe,
 - Lesen von Daten aus automatischen Messanlagen,
 - Schnittstelle zur Konfiguration des Imports aus Fremdformaten (Excel, Textformate etc.),
 - SQL-Schnittstelle zur Integration von Daten aus Fremddatenbanken.

Die Daten sind in ein mit dem AG abzustimmendes bzw. vom AG vorgegebenes Informationssystem zu übergeben, erforderliche Berechnungen und Auswertungen sind mit den einschlägigen Programmen durchzuführen.

Die zum Einsatz kommende Messtechnik ist, sofern dies wirtschaftlich und zweckmäßig ist, zu automatisieren.

Sofern während der Vermessungen mit kurzperiodischen Schwingungen der Bauteile und Messeinrichtungen durch den Baubetrieb und den herrschenden Verkehr zu rechnen ist, sind die

Messeinrichtungen und Sensoren schwingungsfrei zu lagern oder die Schwingungseinflüsse durch geeignete Filterverfahren zu eliminieren.

Bei Ausfall von Komponenten der Mess-, Registrier-, Übertragungs- und Auswerteeinrichtungen sind die fehlerhaften Komponenten durch den AN vor Ort zu reparieren bzw. zu ersetzen und die entsprechenden Prüfprotokolle der reparierten bzw. neuen Komponenten dem AG zu übergeben. Die Reparaturarbeiten sind spätestens 12 Stunden nach Eintritt des Reparaturfalles zu beginnen und unverzüglich abzuschließen.

Präzisionsnivelements von Folgemessungen sind entlang der Nivellementwege der Nullmessung zu führen.

10 Setzungsmessungen an Ingenieurbauwerken

Setzungsmessungen sind nach einem vom Bauherrn zur Ausführung frei gegebenen Messprogramm unter Beachtung des Absatzes 9 mittels Präzisionsnivelement nach den in Absatz 2.2 beschriebenen Regeln durchzuführen.

Die Festlegung der Objektpunkte am Bauwerk und die Planung der Messungen erfolgen unter Beachtung

- der Zeichnungen „Anordnung von Messpunkten“ (RIZ Mess 1, RIZ Mess 2) der Bundesanstalt für Straßenwesen

sowie

- bei Brücken nach Maßgabe der Anlage 10.1 ,
- bei Rahmenkonstruktionen nach Maßgabe der Anlage 10.2.

Setzungsmessungen sind an min. 4 Punkte des 3D-Grundlagennetzes, des Bauwerkssondernetzes bzw. des HFP-Feldes der Baumaßnahme, die beidseitig des Bauwerkes angeordnet sein müssen, anzuschließen.

Im Rahmen der einzelnen Messkampagnen sind grundsätzlich alle am Bauwerk vorhandenen Objektpunkte zu beobachten.

Bei der Auswertung von Setzungsmessungen sind alle sich aus dem Höhenanschluss sowie der Objektpunktbestimmung ergebenden Linien und Schleifen zu bilden und darzustellen.

Alle Messungen sind zwangsfrei auszugleichen. Nach Prüfung der Unversehrtheit der Anschlusspunkte ist mittels Berechnung eines fiktiven Höhenbezugspunktes (arithmetisches Mittel der Höhen aller verwendeten Anschlusspunkte) die Differenz des vorläufigen Höhenhorizontes der Ausgleichung zum übergeordneten Höhenbezugssystem zu ermitteln. Alle während der zwangsfreien Ausgleichung berechneten Höhen der Objektpunkte sind mit der Horizontdifferenz zu verbessern.

Die Ergebnisse der Setzungsmessungen sind in numerischer, tabellarischer und in graphischer Form zu dokumentieren. Alle Ergebnisse sind darüber hinaus in vermessungstechnischer Hinsicht verbal zu bewerten. Dabei ist auch auf besondere Bedingungen bei der Durchführung einzugehen.

Die Dokumentation einer Setzungsmessung muss sicherstellen, dass die Durchführung und Auswertung einer Messkampagne nachprüfbar ist. Im Ergebnis jeder Messkampagne ist eine Unterlage mit dem Inhalt entsprechend Anlage 10.3 zusammenzustellen und zu übergeben.

11 Bestimmung der Ausgleichsgradienten

Die Herstellung der Kappen und der Einbau der Übergangskonstruktionen darf erst nach Vorlage des Nachweises der höhen- und fluchtgerechten Lage des Überbaus begonnen werden. Dafür ist das Aufmaß der Fahrbahnplatte und der Nachweis der Gradienten sowie die erforderliche Planung eines Gradientenausgleichs als Ausführungsplan vorzulegen.

Die Fahrbahnplatte ist mit einem Punktraster von max. 2,5 m x 2,5 m unter Einbeziehung der Gradienten und der Neigungswechsellinien durch geometrisches Nivellement aufzunehmen. Das Rastermaß vor der Aufnahme mit der BÜ abzustimmen. Die Rasterpunkte sind wetterfest auf der Brückenplatte zu kennzeichnen.

Die Ergebnisse sind in Tabellenform sowie in Längs- und Querschnitten darzustellen.

Bei allen Messungen am Überbau sind dessen Lastverhältnisse und Temperatur in aus- und hinreichendem Umfang sowie die Setzungen der Unterbauten (Widerlager/ Pfeiler) zu erfassen.

Die Planung der Ausgleichsgradienten einschließlich des Nachweises der Einhaltung der Grenzbedingungen ist mindestens 20 m über die Überbauenden hinausreichend unter Berücksichtigung der Anforderungen der ZTV-ING und der Kriterien der Fahrdynamik und des Fahrkomforts vorzunehmen.

Die Ermittlung des Gradientenausgleichs ist mit einem vom Bauherrn anerkannten Programm vorzunehmen.

Zur Einhaltung der Kriterien der Fahrdynamik ist unter anderem zu berücksichtigen:

- Ausrundungshalbmesser innerhalb des hx-Abweichungsbereiches sind sinusförmig als Kuppe, Wanne, Kuppe etc. aneinander zu reihen,
- Ausrundungshalbmesser $R = 2500/20$ m dürfen höchstens zweimal aufeinanderfolgend eingeführt werden,
- drei Ausrundungshalbmesser $R < 5000/20$ m dürfen aufeinanderfolgend nur dann eingeführt werden, wenn sich an deren Folge mindestens drei Radien größer $10000/20$ m anschließen.

Die Auswertung muss in Tabellenform und grafisch erfolgen.

Die Darstellung der Soll- und Ist- Größen, der Grenz- und Ausgleichslinien muss in

- Grundrissen mit isometrischer Darstellung der Abweichungen zwischen - Rohbau- Ist- und Soll- Überbau, - Rohbau- Ist- und Überbau nach Ausgleichsgradienten,
- Längsschnitten (mindestens 5),
- Querschnitten an maßgebenden Stationen

erfolgen.

Wird eine Ausgleichsgradienten entwickelt, so ist den Unterlagen ein fahrdynamisches Gutachten beizulegen.

12 Messprogramme

Alle Messprogramme sind unter Beachtung der im Absatz 1.4 formulierten Grundsätze aufzustellen.

12.1 Messprogramm „Sicherung Grundlagennetz“

Im Messprogramm „Sicherung des Grundlagennetz“ sind

- vermessungstechnischen Operationen der Punktbestimmung
- verwendete Anschlusspunkte,
- zu erwartende Genauigkeit der Lage- und Höhenbestimmung

12.2 Messprogramm „Absteckung“

Im Messprogramm „Absteckung“ sind

- die vermessungstechnischen Operationen der Absteckung der Verkehrsanlage und der Ingenieurbauwerke exemplarisch darzustellen,
- Herstellungstoleranzen der abzusteckenden Objekte zu bezeichnen,

- Genauigkeitsbetrachtungen zu den vermessungstechnischen Operationen der Absteckung zu führen.

12.3 Messprogramm „Baubegleitende Eigenüberwachungsmessungen“

Im Messprogramm ist der Umfang der vermessungstechnischen Eigenüberwachung zu bezeichnen und sind die

- vermessungstechnischen Operationen der Aufnahme von Punkten der zu überwachenden Objekte,
- Genauigkeit der Objektpunktbestimmung in Verbindung mit denen der Netzbestimmung,
- Genauigkeit der Ermittlung der Auf- und Abmaße

exemplarisch zu ermitteln und darzustellen.

12.4 Messprogramm „Fortlaufende Bestandserfassung“

Das Messprogramm für die fortlaufende Bestandserfassung muss mindestens enthalten:

- Erläuterung Aufnahmeverfahren zur fortlaufenden Bestandserfassung,
- einen Zeitplan für die Erfassung und Angaben zum Intervall der laufenden Datenübergabe,
- Angaben zur verwendeten CAD-Software,
- eine Dokumentation des vom AN verwendeten Abbildungskataloges (soweit nicht von AG explizit vorgegeben).

12.5 Messprogramm „Setzungsmessungen an Ingenieurbauwerk“

Der AN hat die Fortführung der Bauwerksvermessung entsprechend ZTV- ING in einem Messprogramm vorzuschlagen.

13 Datenübergabeformate

Sofern in der Leistungsbeschreibung keine Festlegungen getroffen sind, gilt Anlage 13.

14 Zu beachtende Regelwerke

Folgende Regelwerke sind in deren jeweils aktuellen Fassung zu beachten:

Vorschriften der Straßenbauverwaltung:

- ZTV- ING Ausgabe 2025,
- ZTV Verm. StB 01 „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauvermessung im Straßen- und Brückenbau, Ausgabe 2001“,
- RIZ- ING Richtzeichnungen für Ingenieurbauten, Mess 1 und 2 „Anordnung von Messpunkten“,
- Richtlinien für die Vermessung von Straßen (RVerm), Ausgabe 2025,
- Landesvorschriften zur Herstellung von Straßenbestandsplänen,
- Landesvorschriften zur SIB- Datenerfassung (ASB 95, Stand 2007)

DIN- Vorschriften:

- DIN 1313: Physikalische Größen und Gleichungen,
- Reihe der DIN 1319: Grundlagen der Messtechnik,
- DIN EN ISO 18674: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geotechnische Messungen,
- DIN 18202, 18203: Toleranzen im Hochbau,
- DIN 18708: Höhenbolzen,
- Reihe der DIN 18709: Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen,

-
- Reihe der DIN 18710: Ingenieurvermessung,
 - DIN ISO 16269-6: Statistische Auswertung von Daten

15 Regeln für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz und die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen und im Gleisbereich

Die in den jeweils aktuellen Fassungen der

- Vermessungsarbeiten, DGUV Regel 201-060,
- Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen – RSA 21, Teile A bis D,
- Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich von Eisenbahnen, DGUV Regel 101-024
- Grundsätze der Gesundheitsförderung, des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung; Arbeiten im Gleisbereich (Ril 132.0118)

enthaltenen Regeln sind einzuhalten.

Messgrößen:Horizontale Richtung und
Vertikalwinkel ΔH durch Nivellement im Hin- und
Rückweg bestimmt

Polare Punktbestimmung

 ΔH durch Nivellement in einem Weg
bestimmt

Basislinie



Distanzmessung, beidseitig



Distanzmessung, einseitig



16 Verzeichnis der Anlagen

Anl. Nr.	Anlage
1	----
2.1	Festpunkteinmessung, Muster
2.2	Höhennetzbild, Beispiel
3.1	Sondernetz, Schematische Darstellung
3.2	Verbindungsnetz Strecke, Schematische Darstellung
4	----
5.1	Prinzipskizze Darstellung Übergang zum Bestand
5.2	Prinzipskizze Darstellung Übergang Ein- und Ausfahrten
5.3	Prinzipskizze Darstellung Übergang Knoten
6.1	Absteckungsschema Erdbau / Oberbauschichten
6.2	Absteckung und Prüfung Erdbau / Oberbauschichten
6.3	Prüfung der Profildgerechten Lage
6.4	Prüfung der Ebenheit/ Querneigung
6.5	Absteckungsschema Betonbau
6.6	Absteckung und Abnahme Schächte
6.7	Absteckungsschema Rohrleitungsbau
6.8	Absteckung Achsen Brücke
7	-----
8.1	Liste der Entwässerungsschächte, Vorlage
8.2	Protokoll Schachtaufnahme, Muster
9	-----
10.1	BDM, Setzungsmessung Brücke, Schematische Darstellung
10.2	BDM, Setzungsmessung Rahmenkonstruktion, Schematische Darstellung
10.3	BDM, Setzungsmessung, Vorlage Dokumentation
11 - 12	-----
13	Datenübergabeformate
14 - 16	-----
17.1	Höhenfestpunktpeiler
17.2	Beobachtungspfeiler
17.3	Untertägige Vermarkung (UT- Vermarkung)
17.4	Bodenpunkt Typ 1, Typ 2, Typ 3
17.5	Temporärer Punkt (TEMP 3 D)
17.6	Bezugs-/ Objektpunkte Bauwerk Typ 1, Typ 2, Typ 3, Typ 4
17.7	Vermarkung Punkt Baufeld
17.8	Vermarkung Achspunkt Strecke
17.9	Vermarkung Achspunkt Bauwerk