

**Messanweisung
für geodätische Überwachungsvermessungen
(MA - Objektspezifisch)**

Talsperre Erletor
(Reg.-Nr. 048)

Thüringer Fernwasserversorgung
Stauanlagen Mittelthüringen
Stützpunkt Schönbrunn

Erstellt 06/2015 durch:
Dipl.-Ing. (FH) Wolfram Witter
Aktualisiert: 06/2020

Inhalt

- 1 Anlagenbeschreibung**
- 2 Allgemeine Grundsätze**
- 3 Höhensystem**
- 4 Lagesystem**
- 5 Messverfahren**
- 5.1 Geometrisches Alignement**
- 5.2 Trigonometrische Lagebestimmung der Alignementsfestpunkte und Sicherungspunkt O1**
- 5.3 Trigonometrische Lagebestimmung des Alignementsfestpunktes AI II über Nabsicherungspunkte**
- 5.4 Geometrisches Nivellement**
 - 5.4.1 Geometrisches Nivellement „Anschlusszug“
 - 5.4.2 Geometrisches Nivellement „Große Mauerschleife“
 - 5.4.3 Geometrisches Nivellement „Kleine Mauerschleife“
 - 5.4.4 Geometrisches Nivellement der Mauerkrone, Sattelmauer, Alignementsfestpunkte AI II und AI III
- 5.5 Hydrostatisches Nivellement Kontrollgang**
- 5.6 Neigungsmessung**
 - 5.6.1 Pendellotmessung
 - 5.6.2 Neigungsmessung an den Alignements-Festpunktpfeilern und Alignementspunkten auf der Mauerkrone

Dokumentenänderungsblatt

Messanweisungen bedürfen einer ständigen Kontrolle auf Aktualität und gegebenenfalls der Korrektur und Ergänzung. Auf dieser Seite der Messanweisung sind alle vorgenommenen Änderungen nach dem 31.12.2012 zu dokumentieren.

30.06.2015: Aktualisierung der Messanweisung

15.06.2020: Ergänzung DHHN16, Abschnitt 3 Höhensystem

1 Anlagenbeschreibung

Die Talsperre Erletor wurde von 1964 bis 1967 als Betongewichtsstaumauer mit Sattelmauer im Erletal oberhalb von Hirschbach errichtet. Die Mauerhöhe über Gründung beträgt 30,85 m, die Kronenlänge 145 m. Das Bauwerk besitzt eine Gesamtkubatur von 21500 m³.

Der Hauptzufluss der Talsperre Erletor ist die Finstere Erle. Das Einzugsgebiet liegt unmittelbar am Südhang des Thüringer Waldes in der Randzone des Biosphärenreservats Vessertal. Es umfasst eine Fläche von 5,9 km² in Höhenlagen zwischen 520 mNN und 860 mNN und ist zu 80 % bewaldet.

Im Messprogramm zur Bauwerksüberwachung sind die an der Anlage auszuführenden geodätischen Überwachungsvermessungen festgelegt. Neben geometrischen Nivellement und geometrischen Alignement sind ein hydrostatisches Nivellement und bedarfsweise zwei trigonometrische Sicherungsmessungen für die Alignement-Festpunktpfeiler auszuführen.

2 Allgemeine Grundsätze

Überwachungsvermessungen sind wiederholt auszuführende Lage- und Höhenbestimmungen von Punkten zur Ermittlung von Veränderungen (Bewegungen) und Deformationen (Verformungen) im Baugrund, an Bauwerken und funktionell zugeordneten baulichen Anlagen.

Die vorliegende Messanweisung „Messanweisung für geodätische Überwachungsvermessungen-Objektspezifik (MA - Objektspezifik) gilt für die Ausführung von ingenieurgeodätischen Überwachungsvermessungen an der Talsperre Erletor. Sie enthält spezielle technologische Festlegungen zur Durchführung der geodätischen Überwachungsvermessungen.

Allgemeingültige Festlegungen beinhalten die Messanweisungen:

- Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G)
- Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung, „Grundlagen - Hydrostatisches Nivellement“ (MA-VVM HN)
- Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen - Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA-RSM G)
- Messanweisung zur Horizontalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Alignement“ (MA-GAL G)

Die geodätischen Überwachungsvermessungen an der Talsperre Erletor sind entsprechend der obenstehenden grundlegenden Messanweisungen und der objektspezifischen Messanweisung (MA-Objektspezifik) auszuführen.

Bei der Durchführung der Messungen sind von den Ausführenden die einschlägigen Bestimmungen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes zu beachten.

Nach Beendigung der örtlichen Arbeiten hat sofort die Aufbereitung und Auswertung der Ergebnisse zu erfolgen. Werden dabei gegenüber den Vorgangsmessungen außergewöhnliche Punktveränderungen festgestellt, ist der Betreiber der Talsperre umgehend zu informieren.

3 Höhengsystem

Es wurde ein Höhenetz auf der Grundlage des Höhengsystems NN12 mit einem lokalen Bezugsniveau geschaffen, die Höhen erhalten den Zusatz mNN (NN12).

Der Anschluss des lokalen Höhennetzes an das Landesnetzes im System DHHN 92 erfolgte einmalig 2003. Dabei wurden für nachstehende Punkte Höhen im System DHHN 92 bestimmt:

Höhengsystem		DHHN92	NN12
Punkt	Lage	(mNHN)	(mNN)]
MB 5	Fels, Vorland	503,9535	503,9614
PB 2	Anschlusszug Hirschbach	462,5445	462,5544
PB 3	Anschlusszug Hirschbach	473,1134	473,1228
PB 4	Anschlusszug Hirschbach	483,5377	483,5461
PB 9	Hangstraße, rechter Hang	510,2097	510,2174

Für die TS Erletor galt der Übergang $\text{Höhe}_{\text{DHHN 92}} = \text{Höhe}_{\text{NN 12}} - 0,009 \text{ m}$.

Nach der Einführung des amtlichem Höhengsystem DHHN16 ergibt sich aktuell ein Übergang vom lokalen zum amtlichen Höhengsystem von

Höhe mNHN (DHHN16) = Höhe mNN (DHHN12) lokal + 0,001 m

Für die jährlichen Überwachungsvermessungen wird das lokale Höhengsystem verwendet. Bezugspunkt des lokalen Netzes ist der Mauerbolzen MB 5.

Weitere lokale Höhenfestpunkte sind MB6, MB7, MB8a, PB 9 und PB10. Gültige Bezugshöhen, Lage und Vermarkung können der Anlage 9 entnommen werden.

4 Lagesystem

Es wird ein lokales, rechtwinklig-ebenes, geodätisches Koordinatensystem (Linkssystem) verwendet.

Die x-Achse liegt orthogonal zur vertikalen Mauerachsenebene Feld 1 bis 9 und zeigt in positiver Richtung zur Wasserseite. Die y-Achse zeigt in positiver Richtung vom rechten zum linken Hang (in Fließrichtung gesehen).

Nullpunkt der Mauerachse (Maueranfang MA) im Feld 1
X=1000 m; Y=1000 m

Die Bezugshöhe wird auf 528,00 mNN festgelegt (Mauerkronenhöhe = 528,3 mNN).

Netzdatum: Alignementsfestpunkt I $x = 997,7900 \text{ m}$ $y = 809,9500 \text{ m}$
Alignementsfestpunkt II $x = 997,8013 \text{ m}$

5 Messverfahren

5.1 Geometrisches Alignement

Mit dem geometrischen Alignement wird die absolute horizontale Verschiebung der Mauerkrone in der X-Koordinatenrichtung (Luft-/Wasserseite) bestimmt.

5.1.1 Messeinrichtung

Die Vermarkung der Punkte wurde wie nachstehend ausgeführt:

Punkte	Vermarkung
Festpunkte:	
AI I, AI II und AI III	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung
Objektpunkte:	
AI 1, AI 2, AI 4, AI 5a, AI 5b, AI 7, AI 8, AI 9, AI 10	Setzkegel in der Dammkrone (unter Schachtabdeckung), im Abstand 2,20 m parallel zur Mauerachse
AI 3, AI 6	Setzkegel mit Lotaufhängung (unter Schachtabdeckung)

Die Lage der Messeinrichtung ist in der Anlage 2 und der Ergebnistabelle „Geometrisches Alignement Mauerkrone“ dargestellt. Weitere Informationen zu Lage und Vermarkung enthält das Messstellenverzeichnis (Anlage 9).

5.1.2 Messinstrumentarium

Freiburger Alignierausrüstung mit Alignierinstrument Nr. 53157, Zielzeichen auf Standrohr Nr. 62888, festes Zielzeichen Nr. 52190, bewegliches Zielzeichen Nr. 52103, Setzkegelneigungsmesser Nr. 53139 und Aufsetzkegel mit Gon-Teilung Nr. 9947 der TFW (Messmittelprüfung nach MA-GAL G).

5.1.3 Genauigkeitsforderung

$\sigma_z = 0,1 \text{ mgon}$ (Standardabweichung des Zielens)

Weitere Festlegungen zu den einzuhaltenden Genauigkeiten enthält die Messanweisung „Grundlagen-Geometrisches Alignement“ (MA-GAL G).

5.1.4 Messungsdurchführung und Aufbereitung

Die Alignements der Objektpunkte und Prüfung der Festpunkte sind mit folgenden Instrumentenaufstellungen auszuführen.

Grundzielung		Einweisung von	Messziel
von	nach		
AI I	AI II	AI 1.....AI 10	Beobachtung Objektpunkte
AI I	AI III	AI II	Festpunktkontrolle AI II
AI III	AI II	AI I	Festpunktkontrolle AI I

Das Alignierzielzeichen ist auf jedem Alignementspunkt so auszurichten, dass die Zieltafel rechtwinklig zur Alignementsebene steht. Die Einweisung ist bei einspielen-der Koinzidenzlibelle vorzunehmen.

Das Alignierzielzeichen ist 3- mal aus der luftseitigen Richtung und nach Umsetzung der Reitlibelle 3-mal aus der wasserseitigen Richtung einzuweisen. Zu einer Einweisung gehören 3 Zielungen in folgender Reihenfolge:

- 1) -feststehendes Zielzeichen (Einstellung der Grundzielung)
- 2) -Alignierzielzeichen (Messung)
- 3) -feststehendes Zielzeichen (Kontrollzielung)

Einweisungen, bei denen das Alignierzielzeichen zu weit bewegt wurde, oder bei denen die Kontrollzielung Abweichungen am feststehenden Zielzeichen ergeben, sind im ursprünglichen Richtungssinn zu wiederholen.

Bei Verwendung des Alignierzielzeichens auf Standrohr ist zusätzlich eine Setzkegelneigungsmessung nach Punkt 5.6.2 erforderlich, um die in Höhe des Zielzeichens ermittelten Messwerte auf die Höhe des Setzkegels zu reduzieren.

Die Ergebniswerte (Differenzen zur Bezugsmessung) sind in die vom AG vorgegebenen Ergebnistabellen einzutragen.

5.1.5 Prüfung der Alignementsfestpunkte

5.1.5.1 Alignement

Vor jedem Alignement der Objektpunkte erfolgt die Prüfung der Alignement-Festpunktpfeiler durch ein Prüfalignment unter Einbeziehung zusätzlicher Festpunkte in der Linie. Erforderliche Zielungen:

Instrument auf Pfeiler AI I, festes Zielzeichen auf Pfeiler AI III, → Kontrolle von AI II
 Instrument auf Pfeiler AI III, festes Zielzeichen auf Pfeiler AI II, → Kontrolle von AI I

Das Alignement ist entsprechend 5.1.4 durchzuführen.

Bei Überschreitung von F_{zul} nach 5.1.6.2 können Punktveränderungen in der Alignementsebene angenommen werden, die durch weitere Messungen, gegebenenfalls Wiederholung der trigonometrischen Sicherungsmessungen (n. Punkt 5.2 und 5.3) lokalisiert werden müssen.

5.1.5.2 Neigungsmessung

Die Senkrechtheitsstellung der Alignementspfeiler ist durch Neigungsmessung mit Setzkegelneigungsmesser zu kontrollieren. Ergeben sich signifikante Abweichungen zur Bezugsmessung ist analog zu 5.1.5.1 zu verfahren. Weitere grundsätzliche und objektspezifische Festlegungen enthalten die Messanweisungen MA-GAL G und Punkt 5.6.2 der vorliegenden MA-Objektspezifik.

5.1.6 Zulässige Messabweichungen

5.1.6.1 Zulässige Spannweite

Festlegungen zu den zulässigen Spannweiten R_{zul} enthält die Messanweisung MA-GAL G.

5.1.6.2 Zulässige Abweichung der Alignment-Festpunktpfeiler

Größter zulässiger Betrag des Widerspruchs eines gemessenen Abstandes gegenüber der Bezugsmessung eines Alignment-Festpunktpfeilers in Abhängigkeit von der Länge s der Alignementsstrecke ($S = 0,997$)

Punkt	Al I	Al II
$F_{zul} \text{ (mm)} =$	2,3	2,1

Werden über mehrere Messepochen größere Lageverschiebungen der Alignementsfestpunkte quer zur Alignmentsebene festgestellt, sind diese beim Alignment der Objektpunkte durch Anbringen einer Korrektur zu berücksichtigen.

5.1.7 Genauigkeitsabschätzung

Abhängig von der Länge der Alignementsstrecke ist mit folgender Standardabweichung σ_A der gemessenen Abstände zu rechnen:

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_q^2 + 2\sigma_P^2 + 2\sigma_{Al.}^2 + \sigma_{Krone}^2}$$

- Standardabweichung der Querkomponente des Zieles

$$\sigma_q = s * \left(\frac{\sigma_z}{rad} \right) \quad (\sigma_z \text{ nach 1.1.3, rad} = 63662 \text{ mgon})$$

- Standardabweichung einer Pfeilerbewegung (Zwangszentrierung eingebaut)

$$\sigma_P = 0,1 \dots 0,2 \text{ mm}$$

- Standardabweichung des Aligniergerätes

$$\sigma_{Al.} = 0,05.....0,1 \text{ mm}$$

- Standardabweichung des Einflusses einer kurzzeitigen Kronenbewegung

$$\sigma_{Krone} = 0,1.....0,2 \text{ mm}$$

Unter Verwendung der Mittelwerte der vorstehenden Wertebereiche ergeben sich Standardabweichungen in Abhängigkeit von der Länge der Alignementsstrecke

s (m) =	50	100	200	300	400	500
σ_A (mm) =	0,29	0,31	0,38	0,47	0,58	0,69

5.2 Trigonometrische Lagebestimmung der Alignementsfestpunkte AI I, AI II, AI III und Sicherungspunkt 01

Mit dem Messverfahren wird die Lagestabilität der Alignment-Festpunktpfeiler kontrolliert.

5.2.1 Messeinrichtung

Das Netz besteht aus den Alignements-Festpunktpfeilern AI I, AI II, AI III und dem Sicherungspunkt 01. Mit Ausnahme von 01 sind die Punkte mit nivellitisch bestimmten Höhenpunkten (PB) am Pfeilerfuß versehen.

Die Vermarkung der Punkte wurde wie folgt ausgeführt:

Punkt	Vermarkung / Instrumentierung
Alignementspfeiler AI I, AI II, AI III	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung, Freiburger Dreifuß, Prismenträger, Zeiss-Reflektor
Sicherungspfeiler 01	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung, Freiburger Dreifuß, Prismenträger, Zeiss-Reflektor

Das Punktfeld mit seinen Bestimmungsstücken ist im Netzbild Anlage 8b dargestellt. Weitere Informationen zu Lage und Vermarkung enthält das Messstellenverzeichnis (Anlage 9).

5.2.2 Messinstrumentarium

Die Messungen sind mit einem Präzisionstachymeter auszuführen. Der Tachymeter ist jährlich auf einer anerkannten Basis auf seinen Kalibrierzustand zu überprüfen. Die Ergebnisse der Kalibrierung sind zu dokumentieren und der TFW durch Übergabe der Messwerte nachzuweisen. Unmittelbar vor Ausführung der Messung ist das

Gerät auf den Referenzstrecken der Talsperre Schönbrunn (Netzpfeiler 17-18, 1-2 und 1-3) zu überprüfen.

Die benötigten DreifüÙe, Prismenträger und Zeiss-Präzisionsreflektoren werden von der TFW zur Verfügung gestellt.

Die bei der Kalibrierung ermittelte Nullpunktkorrektur k_0 gilt nur im Zusammenhang mit dem bei der Kalibrierung benutzten Reflektortyp.

Die eingesetzten Thermometer und Barometer sind mit den bei der Thüringer Fernwasserversorgung vorhandenen Geräten zu vergleichen oder anderweitig zu prüfen.

Weitere Hinweise enthält die Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen“ -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung (MA - RSM G).

5.2.3 Genauigkeitsforderung (nach MA - RSM G)

Richtungsmessung: $\sigma_r = 0,20$ mgon – Standardabweichung einer einmal in zwei FRL gemessenen Richtung

Zenitwinkelmessung: $\sigma_z = 0,35$ mgon – Standardabweichung eines einmal in zwei FRL gemessenen Zenitwinkels

Distanzmessung: $\sigma_d = 1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ – Standardabweichung einer als Hin- und (Streckenmessung) Rückmessung beobachteten Distanz

5.2.4 Messungsdurchführung und Aufbereitung

5.2.4.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen der Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G). Ergänzend werden nachstehende objektspezifische Festlegungen getroffen.

5.2.4.2 Richtungs- und Zenitwinkelmessung

Die Messungen sind entsprechend MA – RSM G 4.3.2 in 3 Vollsätzen und 2 Fernrohrlagen durchzuführen. Die Zenitwinkel werden registriert. Um grobe Fehler schon bei der Messung aufdecken zu können müssen Kontrollen über die Spannweite zwischen höchstem und niedrigstem Satzmittel durchgeführt werden (MA – RSM G 6.2.1), bei Überschreitungen ist die Anzahl der Sätze zu erhöhen.

5.2.4.3 Streckenmessung

Die Raumstrecken sind als Sicht und Gegensicht je 3-mal zu messen. Die gemessenen Strecken werden entsprechend MA RSM - G, Punkt 6.3.1 korrigiert. Zu berücksichtigen sind:

sichtigen sind meteorologische Korrekturen, Kalibrierkorrekturen und Prismenkonstanten.

Für die Streckenreduktion auf den Bezugshorizont $H_B=528,00$ mNN (Höhe Dammkrone) ist die Instrumentenhöhe in Bezug zum Höhenfestpunkt am Beobachtungsstandpunkt zu messen und damit die Kippachshöhe H_s des Tachymeters zu berechnen ($\sigma_H < 0,5$ m). Ist kein Höhenfestpunkt vorhanden, wird die Kippachshöhe mit den Δh -Werten über benachbarte Standpunkte bestimmt. Bei Folgemessungen entfällt die erneute Bestimmung der Kippachshöhe.

5.2.5 Kontroll- und Genauigkeitsmaße

Es gelten die Festlegungen der Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G) Punkt 6.2. Ergänzend werden nachstehende objektspezifische Festlegungen getroffen.

Der Winkelsummenwiderspruch der Horizontalwinkel im Viereck darf den größten zulässigen Betrag von $W_{zul.} = 2,2$ mgon nicht überschreiten.

5.2.6 Aufbereitung

Der Nachweis der Berechnungen erfolgt in Formularen bzw. Drucklisten und Tabellen mit einer Rechenschärfe $M * 10^{-4}$ bzw. $Gon * 10^{-5}$.

5.2.6.1 Richtungs- und Zenitwinkel

Berechnung der Stationsausgleichungen mit Spannweiten und Standardabweichungen nach MA - RSM G, Punkt 6.2.

5.2.6.2 Strecken

Berechnung der Satzmittel. Die Kippachshöhen sind nach Punkt 5.2.4.3 zu bestimmen bzw. zu übernehmen. Die Berechnung der Reduktionen und Korrekturen erfolgt nach MA - RSM G, Punkt 6.3.

Die Reduktionen und Korrekturen sind nachvollziehbar streckenweise in einer Tabelle darzustellen. Die Korrekturen für Höhe, Erdkrümmung und Refraktion werden bei Folgemessungen übernommen.

5.2.6.3 Genauigkeitsnachweis

Die bei den Richtungs- und Zenitwinkelmessungen erreichten Spannweiten und Standardabweichungen sind mit Angabe der zulässigen Werte stationsweise tabellarisch nachzuweisen.

Die Differenzen der reduzierten Horizontalstrecken zwischen Hin- und Rückmessung sind mit Angabe der zulässigen Werte nach MA - RSM G, Punkt 6.2 streckenweise zusammenzustellen.

Die Winkelsummenwidersprüche im Viereck sind unter Angabe des zulässigen Wertes nach Abschnitt 5.2.5 tabellarisch zusammenzustellen und nachzuweisen.

5.2.7 Auswertung

Das Richtungs-/Streckennetz wird als freies zweidimensionales Netz (Datumsdefekt $D=3$; Verschiebungen Δx , Δy , Drehung) mit den Datumpunkten AI I, AI II, AI III und 01 ausgeglichen.

Als Näherungskordinaten werden die Koordinaten der Bezugsepoche verwendet. Als Bezugsepoche wird die Nullmessung 7/1996 festgelegt.

Die Rechnungsgewichte sind nach Punkt 5.2.3 festzulegen und in einer Varianzkomponentenschätzung zu überprüfen.

Im Netzbild der Messkampagne sind die Konfidenzellipsen (statistische Sicherheit $S = 0,95$) zusammen mit den Klaffungsvektoren darzustellen.

Anschließend ist eine Deformationsanalyse als Zwei-Epochen-Vergleich zur Bezugsmessung auszuführen. Ergeben sich dabei signifikant verschobene Datums- punkte, so ist zunächst der Punkt mit der größten Verschiebung als Nichtdatums- punkt zu übernehmen und durch erneute freie Ausgleichung in das Netz einzurechnen. Gegebenenfalls kann in einem weiteren Schritt noch ein signifikant verschobener Punkt aus der Liste der Datumpunkte eliminiert werden.

Die Ausgleichungsdurchläufe sind nachzuweisen. Bei signifikanten Punktverschiebungen im Netz ist im Bereich der Datumpunkte der Maßstabsfaktor zwischen beiden Epochen zu bestimmen (4-Parameter-Helmerttransformation) und nachzuweisen.

Die Einführung neuer Koordinaten bzw. Bezugsepochen bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

Danach erfolgt die Berechnung der Koordinatendifferenzen (Folgemessung minus Bezugsmessung) der Alignementsfestpunkte AI I, AI II, AI III und 01.

5.2.8 Messergebnisse und Dokumentation der Vermessung

Die Messergebnisse (Punktkoordinaten x , y) der Messkampagne und Differenzen gegenüber Koordinaten der Bezugsepoche (Ergebnistabelle Nr. 42) sind an den Auftraggeber in Ergebnistabellen, gegebenenfalls mit zusätzlich vereinbarten graphischen Darstellungen zu übergeben.

Weitere Festlegungen zur Dokumentation der Messungen enthält die Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G), Punkt 7.

5.3 Trigonometrische Lagebestimmung des Alignementsfestpunktes AI II über Nahsicherungspunkte

Mit dem Messverfahren wird die Lagestabilität des Alignment-Festpunktpfeilers AI II über Sicherungspunkte kontrolliert.

5.3.1 Messeinrichtung

Die Vermarkung der Punkte wurde wie nachstehend ausgeführt:

Punkte	Vermarkung / Instrumentierung
Alignementspfeiler AI II	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung, Freiburger Dreifuß
Kontrollpunkte K1, K2, K3, K4	vermarkt mit einsteckbaren Vertikalzentrierbolzen im Fels, Betonfundament oder Fundament AI III mit Keramikzielzeichen bei Richtungsmessungen oder Adapter mit Prismenträger und Zeiss-Reflektor bei kombinierten Messungen.
Orientierungspunkt AI I	Vermarkung und Ausstattung wie AI II und zusätzlichem Zeiss-Reflektor

Das Punktfeld ist in Anlage 8a dargestellt. Weitere Informationen zu Lage und Vermarkung enthält das Messstellenverzeichnis, Anlage 9.

5.3.2 Messinstrumentarium

Die Messungen sind mit einem Präzisionstachymeter auszuführen. Der Tachymeter ist jährlich auf einer anerkannten Basis auf seinen Kalibrierzustand zu überprüfen. Die Ergebnisse der Kalibrierung sind zu dokumentieren und der TFW durch Übergabe der Messwerte nachzuweisen. Unmittelbar vor Ausführung der Messung ist das Gerät auf den Referenzstrecken der Talsperre Schönbrunn (Netzpfeiler 17-18, 1-2 und 1-3) zu überprüfen.

Die benötigten Dreifüße, Prismenträger und Zeiss-Präzisionsreflektoren werden von der TFW zur Verfügung gestellt. Die bei der Kalibrierung ermittelte Nullpunktkorrektur k_0 gilt nur für den bei der Kalibrierung benutzten Reflektortyp.

Die eingesetzten Thermometer und Barometer sind mit den bei der Thüringer Fernwasserversorgung vorhandenen Geräten zu vergleichen oder anderweitig zu prüfen.

Weitere Hinweise enthält die Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen“ -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung (MA - RSM G).

5.3.3 Genauigkeitsanforderung

Richtungsmessung:	$\sigma_r = 0,20 \text{ mgon}$ – Standardabweichung einer einmal in zwei FRL gemessenen Richtung
Zenitwinkelmessung:	$\sigma_z = 0,35 \text{ mgon}$ – Standardabweichung eines einmal in zwei FRL gemessenen Zenitwinkels
Distanzmessung: (Streckenmessung)	$\sigma_d = 1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ – Standardabweichung einer als Hin- und Rückmessung beobachteten Distanz

5.3.4 Messungsdurchführung

5.3.4.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen der Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G). Ergänzend werden nachstehende objektspezifische Festlegungen getroffen.

5.3.4.2 Richtungsmessung

Die Messungen sind entsprechend MA – RSM G 4.3.2 in 3 Vollsätzen und 2 Fernrohrlagen durchzuführen. Die Zenitwinkel werden registriert. Um grobe Fehler schon bei der Messung aufdecken zu können müssen Kontrollen über die Spannweite zwischen höchstem und niedrigstem Satzmittel durchgeführt werden (MA – RSM G 6.2.1), bei Überschreitungen ist die Anzahl der Sätze zu erhöhen.

5.3.4.3 Streckenmessung

Die Horizontalstrecken sind je dreimal zu messen. Die Schrägstrecken werden registriert. Die Reduktion der Strecken auf den Bezugshorizont $H_B=528,00 \text{ mNN}$ (Höhe Dammkrone) entfällt.

Die gemessenen Strecken werden entsprechend MA RSM - G, Punkt 6.3.1 korrigiert. Zu berücksichtigen sind meteorologische Korrekturen, Kalibrierkorrekturen und Prismenkonstanten.

5.3.5 Kontroll- und Genauigkeitsmaße

Es gelten die Festlegungen der Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G) Punkt 6.2.

5.3.6 Aufbereitung

Der Nachweis der Berechnungen erfolgt in Formularen bzw. Drucklisten und Tabellen mit einer Rechenschärfe $M \cdot 10^{-4}$ bzw. $Gon \cdot 10^{-5}$.

5.3.6.1 Richtungsmessung

Berechnung der Stationsausgleichungen mit Spannweiten und Standardabweichungen nach MA - RSM G, Punkt 6.2.

5.3.6.2 Strecken

Berechnung der Satzmittel und Spannweiten. In die Auswertung (5.3.7) werden die Streckenmittel eingeführt.

5.3.6.3 Genauigkeitsnachweis

Die bei der Richtungsmessung erreichten Spannweiten und die erreichte Standardabweichung sind mit Angabe der zulässigen Werte nach MA - RSM G, Punkt 6.2 tabellarisch nachzuweisen.

Die bei der Streckenmessung erreichten Spannweiten sind mit Angabe des zulässigen Wertes nach MA - RSM G, Punkt 6.2 tabellarisch nachzuweisen.

5.3.7 Auswertung

Die Berechnung der Koordinaten der Kontrollpunkte K1, K2, K3 und K4 ist durch polares Anhängen von Beobachtungsstandpunkt Al II mit Richtungsanschluss zum Orientierungspunkt Al I auszuführen. Die Koordinaten für Al II und die orientierte Richtung $t_{Al II, Al I}$ werden aus der Nullmessung übernommen.

Durchführung einer 4-Parameter-Helmert-Transformation der polar bestimmten Koordinaten der Kontrollpunkte (Quellsystem) auf die Koordinaten der Nullmessung (Zielsystem) mit dem Beobachtungsstandpunkt Al II als nicht identischen Punkt.

Berechnen der Punkt-Lagestandardabweichung s_p aus den Restklaffen v_y, v_x nach

$$s_p = \sqrt{\frac{2 * (\sum v_y^2 + \sum v_x^2)}{2 * n - u}}$$

mit n = Anzahl der identen Punkte (Kontrollpunkte)
 u = Anzahl der Transformationsparameter.

Prüfung der Kontrollpunkte mittels der Restklaffen.

Für AI II Berechnung der Koordinatendifferenz (Folgemessung minus Nullmessung) und Eintragung in die Ergebnistabelle 43.

Ergibt sich am Beobachtungsstandpunkt AI II eine vektorielle Verschiebung Δs von $\Delta s > 3 \cdot s_p$, so wird eine signifikante Verschiebung angenommen, die im Messverfahren 5.2 zu überprüfen ist.

5.3.8 Messergebnisse und Dokumentation der Vermessung

Die Messergebnisse (Punktkoordinaten x, y) der Messkampagne und Differenzen gegenüber Koordinaten der Bezugsepoche sind an den Auftraggeber in Ergebnistabellen, gegebenenfalls mit zusätzlich vereinbarten graphischen Darstellungen zu übergeben. Die Form der Ergebnistabellen und graphischen Darstellungen wird vom Auftraggeber festgelegt.

Weitere Festlegungen zur Dokumentation der Messungen enthält die Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen -Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA - RSM G), Punkt 7.

5.4 Geometrisches Nivellement

Die Nivellements sind gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G) auszuführen.

Genauigkeitsforderung:

$\sigma_{1km} = 0,5 \text{ mm}$ Standardabweichung eines Doppelnivellements mit
Messweg 1 km nach DIN 18710-1, Klasse H 5

Objektspezifische Angaben zur Messeinrichtung, Messungsdurchführung und ergänzende Festlegungen zur Auswertung enthält die hier vorliegende Messanweisung MA - Objektspezifik.

5.4.1 Geometrische Höhenmessung „Anschlusszug“

5.4.1.1 Messeinrichtung

In das Messverfahren einbezogen sind die Landesnetzpunkte MB8 (225), MB9, MB10 sowie die lokalen Festpunkte MB1, PB2, PB3 und MB4a.

Die nivellitischen Verbindungen zwischen den Höhenpunkten sind in Stationierungsskizzen Anlage 1 und Anlage 4 dargestellt. Die Lagebeschreibung der Punkte enthält das Höhenverzeichnis vom 31. Januar 1968 sowie das Messstellenverzeichnis, Anlage 9.

Die Vermarkung der Punkte wurde wie folgt ausgeführt:

Punkt	Vermarkung
Anschlusspunkte: MB8, MB9, MB10	Mauerbolzen an Gebäuden in Hirschbach
Lokale Festpunkte: MB1 MB4a PB2, PB3	Mauerbolzen am Brückenwiderlager Treppenfundament (Eingang) der TWA Erletor Bodenpunkte mit Kopfbolzen in Betonfundament

5.4.1.2 Messungsdurchführung, Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation

Zur Vernetzung werden aufeinanderfolgende Nivellementsstrecken im Nivellements-zug zusammenfasst:

Anschlussstrecken	MB8-MB9, MB9-MB10
Linie	MB8-MB1-PB2-PB3-MB4a

Die Nivellements sind gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G) auszuführen, einschließlich Aufbereitung, Auswertung, Qualitätsnachweis und Dokumentation. Ergänzende verfahrensspezifische Hinweise sind der MA-Objektspezifik, Punkt 5.4.1.4 zu entnehmen.

5.4.1.3 Prüfung der Anschlusspunkte

Die Anschlussstrecken MB8-MB9, MB9-MB10 im Landesnetz sind nach MA-VVM G, Punkt 6.2.5 zu prüfen.

5.4.1.4 Verfahrensspezifische Hinweise zur Auswertung

Die Nivellementsline wird als freies „Netz“ mit den Datumspunkten MB8, MB1, PB2, PB3 und MB4a ausgeglichen. Als Näherungshöhen werden die Höhen der Bezugsmessung verwendet. Rechnungsgewichte sind festzulegen und in der Varianzkomponentenschätzung zu überprüfen.

Anschließend ist eine Deformationsanalyse als Zwei-Epochen-Vergleich zur Bezugsmessung auszuführen. Ergeben sich dabei signifikant verschobene Datumspunkte, so ist zunächst der Punkt mit der größten Verschiebung in die Gruppe der Nichtdatumspunkte zu übernehmen und durch erneute freie Ausgleichung in das Netz einzurechnen. Gegebenenfalls können in weiteren Schritten weitere signifikant verschobene Punkte aus der Liste der Datumspunkte eliminiert und als Neupunkte eingerechnet werden.

Berechnung der Höhendifferenzen (Folgemessung minus Bezugsmessung) und Eintragung der Ergebnisse in die Ergebnistabelle.

5.4.2 Geometrische Höhenmessung der „Großen Mauerschleife“

5.4.2.1 Messeinrichtung

In das Messverfahren einbezogen sind die Höhenfestpunkte MB4a, MB5, PB10, MB6, MB7, PB Al I, MB8a und PB9.

Das Punktfeld ist im Netzbild Anlage 1 dargestellt. Die Lagebeschreibung der Punkte enthält das Höhenverzeichnis vom 31. Januar 1968 sowie das Messstellenverzeichnis, Anlage 9.

Die Vermarkung der Punkte wurde wie folgt ausgeführt:

Höhenfestpunkte	Vermarkung
MB4a, MB5, MB6, MB7, MB8a	Mauerbolzen am Gebäude, Bauwerk oder Fels
PB9, PB10, PB Al I	Kopfbolzen im Betonfundament unter Schutzkappe

5.4.2.2 Messungsdurchführung, Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation

Zur Vernetzung werden aufeinander folgende Nivellementsstrecken in einer Schleife zusammengefasst:

Schleife 1: MB4a-MB5-PB10-MB6-MB7-PBAI I-MB8a-PB9-MB4a

Die Nivellements sind gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G) auszuführen, einschließlich Aufbereitung, Auswertung, Qualitätsnachweis und Dokumentation. Ergänzende verfahrensspezifische Hinweise sind der MA-Objektspezifik, Punkt 5.4.2.3 und 5.4.2.4 zu entnehmen.

5.4.2.3 Verfahrensspezifische Hinweise zur Auswertung

Die Nivellementsline wird als freies Netz mit den Datumpunkten MB4a, MB5, PB10, MB6, MB7, PB Al II, MB8a und PB9 ausgeglichen. Als Näherungshöhen werden die Höhen aus der Bezugsmessung verwendet. Rechnungsgewichte sind festzulegen und in der Varianzkomponentenschätzung zu überprüfen.

Anschließend ist eine Deformationsanalyse als Zwei-Epochen-Vergleich zur Bezugsmessung auszuführen. Ergeben sich dabei signifikant verschobene Datumpunkte, so ist zunächst der Punkt mit der größten Verschiebung in die Gruppe der Nichtdatumspunkte zu übernehmen und durch erneute freie Ausgleichung in das

Netz einzurechnen. Gegebenenfalls können in weiteren Schritten weitere signifikant verschobene Punkte aus der Liste der Datumpunkte eliminiert und als Neupunkte eingerechnet werden.

Eintragung der Restklaffen (Folgemessung minus Bezugsmessung) in die Ergebnistabelle 44.

Berechnung der Abweichungen im Höhenunterschied zweier benachbarter Festpunkte und Eintragung in die Ergebnistabelle 46.

5.4.2.4 Zulässiger Schleifenwiderspruch (Schleife 1)

$F_{zul} = 2,0 \text{ mm}$ bei einer statistischen Sicherheit $S=0,95$

5.4.3 Geometrische Höhenmessung der „Kleinen Mauerschleife“

5.4.3.1 Messeinrichtung

In die Messung einbezogen sind die Höhenfestpunkte PB10, MB5 und MB6 sowie die Objektpunkte NB1, NB2a, SB1, NB3a, NB4, NB5 und NB6.

Das Punktfeld ist in der Stationierungsübersicht Anlage 2 dargestellt. Den Stationierungsriss enthält Anlage 5. Die Vermarkung der Punkte wurde wie folgt ausgeführt:

Punkte	Vermarkung
Höhenfestpunkte:	
PB10 MB5, MB6	Kopfbolzen im Betonfundament unterflurig im Schutzrohr Mauerbolzen am Felsen
Objektpunkte:	
NB1, NB2*, NB3*, NB4, NB5 und NB6	Mauerbolzen an der Mauer, feldfugennah gegenüberliegend
NB2a, NB3a	Schlauchwaagebolzen am Schieberhaus
SB1*	Schlauchwaagebolzen im Schieberhaus

* Die Punkte NB2 und NB3 sind nicht messbar. SB1 ist Anschlusspunkt für das hydrostatische Nivellement im Kontrollgang.

5.4.3.2 Messungsdurchführung, Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation

Zur Vernetzung werden aufeinanderfolgende Nivellementsstrecken in einer Linie bzw. einer Schleife zusammengefasst:

Linie 8: MB5-PB10-MB6

Schleife 9: PB10-NB1-NB2a-SB1-NB3a-NB4-NB5-NB6-PB10

Die Nivellements sind gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G) auszuführen, einschließlich Aufbereitung, Auswertung, Qualitätsnachweis und Dokumentation. Ergänzende verfahrensspezifische Hinweise sind der MA-Objektspezifik, Punkt 5.4.3.3 / 5.4.3.4 zu entnehmen.

5.4.3.3 Verfahrensspezifische Hinweise zur Auswertung

Zum Nachweis der Stabilität der Stützpunkte PB10, MB5 und MB6 ist vor der Ausgleichung die vereinfachte Bezugpunktkontrolle nach Punkt 6.2.5 MA-VVM G auszuführen. Zu prüfen sind die Höhendifferenzen von MB5 nach PB10 und PB10 nach MB6. Bei Nachweis der Stabilität kann die sonst vor der angeschlossenen Ausgleichung (Zwang) auszuführende Deformationsanalyse entfallen.

Das Nivellementsnetz wird als freies Netz mit den Höhenfestpunkten MB5, MB6 und PB10 als Datumpunkte und den Objektpunkten als Nichtdatumspunkte ausgeglichen. Als Näherungshöhen werden die Höhen der Bezugsmessung verwendet. Rechnungsgewichte sind festzulegen und in der Varianzkomponentenschätzung zu überprüfen.

Anschließend ist eine Deformationsanalyse als Zwei-Epochen-Vergleich zur Bezugsmessung auszuführen. Ergeben sich dabei signifikant verschobene Datumpunkte, so ist zunächst der Punkt mit der größten Verschiebung in die Gruppe der Nichtdatumspunkte zu übernehmen und durch erneute freie Ausgleichung in das Netz einzurechnen. Gegebenenfalls können in weiteren Schritten weitere signifikant verschobene Punkte aus der Liste der Datumpunkte eliminiert und als Neupunkte eingerechnet werden.

Die endgültig ausgeglichenen Höhen der Objektpunkte der Messkampagne sind durch „Angeschlossene Ausgleichung (Zwang)“ zu berechnen. Als Anschlusspunkt wird MB5 mit der Höhe der Bezugsepoche verwendet.

Berechnung der Höhendifferenzen (Folgemessung minus Bezugsmessung) und Eintragung der Ergebnisse unter Ausnahme von SB1, in die Ergebnistabelle 2. Durch Korrektur der Messergebnisse NB2a um -1,4 mm und NB3a um -1,8 mm werden die Ergebnisse NB2 und NB3 erhalten.

Berechnung der Abweichungen im Höhenunterschied zweier benachbarter Höhenfestpunkte und Eintragung in die Ergebnistabelle 46.

5.4.3.4 Zulässiger Schleifenwiderspruch (Schleife 9)

$F_{zul} = 0,7 \text{ mm}$ bei einer statistischen Sicherheit $S=0,95$

5.4.4 Geometrische Höhenmessung der Mauerkrone, Sattelmauer, Alignementsfestpunkte AI II und AI III

5.4.4.1 Messeinrichtung

In die Messung einbezogen sind die

Höhenfestpunkte	PB9, AI I, MB8a, MB7, MB6
Objektpunkte Mauerkrone	AI1, AI2, AI3, AI4, AI5a, AI5b, AI6, AI7, AI8, AI9, AI10, KB11, KB12, KB13, KB14
Sattelmauerfuß	FB7b, FB8a, FB8b, FB9a, FB9b, FB10a, FB10b, FB11a, FB11b, FB12a, FB12b, FB13a
Alignementpfeiler	AI II, AI III

Das Punktfeld ist im Netzbild Anlage 2 dargestellt. Die Stationierungsrisse enthalten die Anlagen 6, 7 und 8. Die Vermarkung der Punkte wurde wie folgt ausgeführt:

Punkte	Vermarkung
Höhenfestpunkte: MB6, MB7, MB8a PB9 AI I	 Mauerbolzen an Fels oder Gebäude Kopfbolzen in Betonfundament unter Schutzkappe Kopfbolzen im Fundament von Alignementspfeiler AI I
Objektpunkte: Mauerkrone AI1, AI2, AI4, AI5a, AI5b, AI7 bis AI10 AI3, AI6 Sattelmauerfuß FB7b, FB8b, FB8a....FB13a Alignementfestpunkte: AI II, AI III	 vermarkt mit Setzkegel unter Schutzkappe in der Mauerkrone vermarkt mit Setzkegel mit Lotaufhängung unter Schachtabdeckung in der Mauerkrone vermarkt mit feldfugennah gegenüberliegenden Schlauchwaagebolzen mit Schutzkappe, gleichzeitig Fugenspaltmessbolzen Kopfbolzen im Fundament des Pfeilers

Weitere Angaben zu Lage und Vermarkung können dem Messstellenverzeichnis Anlage 9 entnommen werden.

5.4.4.2 Messungsdurchführung, Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation

Zur Vernetzung werden aufeinanderfolgende Nivellementsstrecken in Linien und Schleifen zusammengefasst:

Linie 1:	MB8a-AI I-KB14-PB9
Linie 2:	KB14-AI8-AI1-MB7-MB6
Linie 3:	KB14-KB13-KB12-KB11-AI10-AI9-AI8
Linie 4:	AI8-AI7-AI6-AI5b-AI5a-AI4-AI3-AI2-AI1
Linie 5:	MB7-AI1-AI II-AI III
Schleife 6:	KB14-FB13a-FB7b-KB14
Linie 7:	FB13a-FB12b-FB12a-FB11b-FB11a-FB10b-FB10a- FB9b-FB9a-FB8b-FB8a-FB7b

Die Nivellements sind gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Nivellement“ (MA-VVM G) auszuführen, einschließlich Aufbereitung, Auswertung, Qualitätsnachweis und Dokumentation. Ergänzende verfahrensspezifische Hinweise sind der MA-Objektspezifik, Punkt 5.4.4.3 / 5.4.4.4 zu entnehmen.

5.4.4.3 Verfahrensspezifische Hinweise zur Auswertung

Zum Nachweis der Stabilität der Stützpunkte MB6, MB7, MB8a, PB9, AI I ist vor der Ausgleichung die vereinfachte Bezugpunktkontrolle nach Punkt 6.2.5 MA-VVM G auszuführen.

Dazu sind folgende Höhenunterschiede zwischen Festpunkten auf Stabilität zu überprüfen:

MB6 nach MB7
MB7 nach AI I
AI I nach MB8a
AI I nach PB9,

Bei Nachweis der Stabilität kann die sonst vor der angeschlossenen Ausgleichung (Zwang) auszuführende Deformationsanalyse entfallen.

Das Nivellementsnetz wird als freies Netz mit den Höhenfestpunkten als Datums- und den Objektpunkten als Nichtdatumspunkte ausgeglichen. Als Näherungshöhen werden die Höhen der Bezugsmessung verwendet. Rechnungsgewichte sind festzulegen und in der Varianzkomponentenschätzung zu überprüfen.

Anschließend ist eine Deformationsanalyse als Zwei-Epochen-Vergleich zur Bezugsmessung auszuführen. Ergeben sich dabei signifikant verschobene Datums-
punkte, so ist zunächst der Punkt mit der größten Verschiebung in die Gruppe der
Nichtdatumspunkte zu übernehmen und durch erneute freie Ausgleichung in das
Netz einzurechnen. Gegebenenfalls können in weiteren Schritten weitere signifikant
verschobene Punkte aus der Liste der Datumpunkte eliminiert und als Neupunkte
eingerechnet werden.

Die endgültig ausgeglichenen Höhen der Objektpunkte der Messkampagne sind
durch „Angeschlossene Ausgleichung (Zwang)“ zu berechnen. Als Anschlusspunkte
werden PB9, AI I, B8a, MB7 und MB6 mit den Höhen der Bezugsepoche verwendet.

Berechnung der Höhendifferenzen (Folgemessung minus Bezugsmessung) und Ein-
tragung der Ergebnisse in die Ergebnistabellen 11, 36 und 41.

Berechnung der Abweichungen im Höhenunterschied zweier benachbarter Festpunk-
te und Eintragung in die Ergebnistabelle 46.

5.4.4.4 Prüfung Nivellementsschleifen

Zusammenstellung nachstehender Linien und Strecken zu Schleifen und Prüfung
nach MA- MA-VVM G, Punkt 6.2.4.

- Linie 3 und Strecke AI8-KB14 (aus Linie 2)
- Linie 4 und Strecke AI1-AI8 (aus Linie 2)
- Linie 7 und Strecke FB7b-FB13a (aus Schleife 6)

5.5 Hydrostatisches Nivellement im Kontrollgang

Das hydrostatische Nivellement ist gemäß der Messanweisung zur Vertikalverschie-
bungsmessung „Grundlagen - Hydrostatisches Nivellement“ (MA-VVM HN) auszu-
führen. Ergänzende verfahrensspezifische Festlegungen sind der MA-Objektspezifik,
Punkt 5.5 zu entnehmen.

5.5.1 Messeinrichtung

In das Messverfahren einbezogen sind folgende Messpunkte:

Punkte	Vermarkung
Anschlusspunkt: SB1 (aus Messverfahren Nr. 5.4.3)	Schlauchwaagebolzen in Schie- berhauswand
Objektpunkte: SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12	Schlauchwaagebolzen, luftseiti- ge Kontrollgangwand, fugennah gegenüberliegend

Das Punktfeld ist in der Anlage 3 und der Ergebnistabelle 5 dargestellt. Zwischen SB 2 und SB 3 befindet sich ein Invarstab-Horizontübergang mit einem $\Delta h = 1,378$ m. Der obere Bolzen ist mit SB 2 bezeichnet.

Zur Messung wird die Präzisionsschlauchwaage Nr. 148518 der TFW nach Prof. O. Meißer eingesetzt. Die Messmittelprüfung erfolgt nach MA-VVM HN, Punkt 3.

5.5.2 Genauigkeitsforderung

$\sigma_{\Delta h} = 0,02$ mm (innere Genauigkeit)

$\sigma_H = 0,15$ mm (äußere Genauigkeit), mit Anschluss geometrisches Nivellement

5.5.3 Anschluss an das Höhennetz

Die Höhenbestimmung für SB 1 erfolgt im Messverfahren 5.4.3 oder durch Messung der Strecke MB5-PB 10-SB 1 nach MA - VVM G.

5.5.4 Messungsdurchführung, Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation

Allgemeines

Die einzelnen Höhenunterschiede werden zu nachstehenden Schleifen zusammengefasst (in sich geschlossene Folge von Strecken).

Strecke/Schleife	Punktnummer
Anschlussstrecke	SB 1-2
Schleife Nr. 1	SB 3-4-5-6-3
Schleife Nr. 2	SB 6-7-8-9-10-6
Schleife Nr. 3	SB 3-12-11-3
Schleife Nr. 4	SB 3-6-10-12-3

Die Höhenunterschiede der Strecken, die zwei Schleifen angehören, sind nur einmal zu bestimmen. Der Höhenunterschied zwischen SB 1- SB 2 ist zweifach zu messen.

Messungsdurchführung

Die Bestimmung eines Höhenunterschiedes besteht aus zwei Einzelmessungen. Als Einzelmessung gilt die dreimalige Bestimmung der Wasserspiegelhöhe. Zwischen den beiden Einzelmessungen werden die Schlauchwaagen (A,B) ausgetauscht. Die detaillierte Beschreibung zur Messungsdurchführung enthält MA-VVM HN, Punkt 4.3.

Sprunghafte Veränderungen der Gerätekonstante weisen auf Fehler bei der Messung oder auf einen Wechsel der äußeren Bedingungen (Temperatur, Zugluft, Luftdruck) hin, die betreffende Messung ist zu wiederholen, wenn der Schleifenwiderstand den zulässigen Wert überschreitet.

Bei Zugluft ist mit Luftschlauch zu arbeiten. Eine Temperaturkorrektur wird nicht angebracht.

Die Dokumentation der Messung erfolgt im Feldformular „Hydrostatisches Nivellement“.

Aufbereitung/Auswertung

Berechnung der Höhenunterschiede der Strecken und Zusammenstellung der Schleifen, Berechnung der Schleifenwidersprüche und Prüfung nach MA-VVM HN, Punkt 6.2 mit tabellarischen Nachweis.

Das hydrostatische Nivellementsnetz mit dem Festpunkt SB1 (Höhe aus Messverfahren 5.4.3) und den Objektpunkten als Neupunkten ist unter Zwang auszugleichen. Die Eingabe- und Bearbeitungsprotokolle mit den Ergebnissen und den erreichten Standardabweichungen sind nachzuweisen.

Eintragung der ausgeglichenen Höhen und Höhendifferenzen (Folgemessung minus Nullmessung) in die Ergebnistabelle 5.

Dokumentation

Weitere Festlegungen zur Dokumentation der Messungen enthält die Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen - Hydrostatisches Nivellement“ (MA-VVM HN).

5.5.5 Kontroll- und Genauigkeitsmaße

Nachweise sind entsprechend MA-VVM HN, Punkt 6.2 zu führen (zulässige Schleifenwidersprüche, Standardabweichung aus Schleifenwidersprüchen).

5.6 Neigungsmessung

5.6.1 Pendellotmessung AI 3 und AI 6

5.6.1.1 Messeinrichtung

Beobachtet werden die Pendellote 3 und 6 in den Mauerfeldern 3 und 6. Beide Lote sind über Alignementsetzkegel mit Lotaufhängung mit dem geometrischen Alignement verbunden. Die Koordimeterkonsolen für die Lotablesung (Freiberger Präzisionsmechanik) und die befinden sich im Kontrollgang.

Einbauhöhen (Lot 3 und 6) :	Lotaufhängung	528,00 [mNN]
	Lotablesung (Koordimeter)	507,30 [mNN]

Messmittel: Optisches Koordimeter Nr. 61768

Die Lagedarstellung kann der Ergebnistabelle 26 entnommen werden.

5.6.1.2 Allgemeines

Gemessen werden die Verschiebungen der Mauerkrone in den Feldern 3 und 6 in den Koordinatenrichtungen X und Y (MA-Objektspezifik, Punkt 4) in Bezug zum Höhengniveau des Kontrollganges.

Aus den gemessenen Lotauslenkungen und den Lotlängen können für den Bereich zwischen Lotkonsole und Lotaufhängung mittlere Neigungen ermittelt werden.

Der absolute Anschluss an äußere Festpunkte wird durch das geometrische Alignement für AI 3 und AI 6 (Messverfahren Nr. 5.1) bei gleichzeitiger Ausführung beider Messverfahren gewährleistet.

5.6.1.3 Genauigkeitsforderung

Bei der Bestimmung der Lage des gespannten Drahtes in den Koordinatenrichtungen x und y ist eine Standardabweichung von $s_{\text{Lot}} \leq 0,2 \text{ mm}$ einzuhalten.

5.6.1.4 Ausführung der Messung

Bei der Messung ist der Lotdraht von links und von rechts anzuzielen. Der anzuzielende Drahtabschnitt muss schattenfrei beleuchtet sein. Die Ablesungen erfolgen an der linken (X_L / Y_L) und rechten (X_R / Y_R) Lotdrahtflanke, die Mittelwerte $M_X = (X_L + X_R)/2$ und $M_Y = (Y_L + Y_R)/2$ aus linker und rechter Ablesung bilden die Lotmesswerte.

Danach erfolgt die Berechnung der Lotauslenkung in mm (Lotmesswert Folgemessung minus Bezugsmessung).

Die Dokumentation der Berechnung der Messergebnisse erfolgt im Feldformular Lotmessung. Eintragung der Lotauslenkungen in Tabelle 26.

Nach jeder Messung ist der Lotdraht leicht zu bewegen.

5.6.2 Neigungsmessung an den Alignements-Festpunktpfeilern und Alignementspunkten auf der Mauerkrone

Die Messung erfolgt gemäß der Messanweisung zur Horizontalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Alignement“ (MA-GAL G). Ergänzende verfahrensspezifische Festlegungen sind der MA-Objektspezifik, Punkt 5.6.2 zu entnehmen.

5.6.2.1 Messeinrichtung

In das Messverfahren einbezogen sind folgende Messpunkte:

Punktnummer	Vermarkung
Alignementsfestpunkte: Al I, Al II, Al III,	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung
Sicherungspfeiler: O1	Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung
Alignementspunkte: Al 1- Al 4, Al 5a, Al 5b, Al 6 - Al 10	Setzkegel mit gusseiserner Schutz- kappe unterflurig in Mauerkrone

Die Lagedarstellung kann den Anlagen 1, 2 und 8b sowie den Ergebnistabellen 24, 24.1 und 24.2 entnommen werden.

Messmittel: Setzkegelneigungsmesser Nr. 53136 und Aufsetzkegel mit Gon-Teilung Nr. 9947. Die Messmittelprüfung erfolgt nach Messanweisung zur Horizontalverschiebungsmessung „Grundlagen - Geometrisches Alignement“ (MA-GAL G).

5.6.2.2 Genauigkeitsforderung

$\sigma_N = 0,03 \text{ mm/m}$ (Standardabweichung einer gemessenen Neigung)

nach MA-GAL G.

5.6.2.3 Messungsdurchführung und Aufbereitung

Allgemeines

Neigungsmessungen werden auf fest eingebauten Setzkegeln oder in Verbindung mit Aufsetzkegel auf Dreifuß auf Pfeilern mit Zwangszentrierung durchgeführt. Die Libellenachse des Klinometers wird zur Messung in die Richtung (Lage I) gebracht in der die Neigung zu bestimmen ist, dabei gilt die Messschraube des Klinometers als Richtungsanzeiger.

Zur Ausschaltung von Gerätefehlern ist eine zweite Messung in Lage II am um 200 gon verschwenkten Klinometer erforderlich. Die Neigung in Richtung Lage I ergibt sich aus den Ablesungen in Lage I und Lage II nach

$$N = \frac{I - II}{2} \text{ mm / m}$$

Die Neigungsmessung an den Alignementspunkten und Alignement-Festpunktpfeilern ist in X- bzw. Y- Richtung des Koordinatensystems nach MA - Objektspezifik, Punkt 4 durchzuführen.

Dabei gelten folgende Orientierungen:

Koordinatenrichtung X - Luft (LS)-/Wasserseite (WS)

Messlage L I = Messschraube zeigt zur Wasserseite (WS, pos. X-Richtung)

Messlage L II = Messschraube zeigt zur Luftseite (LS, neg. X-Richtung)

Koordinatenrichtung Y - Linker Hang (LH) / Rechter Hang (RH)

Messlage L I = Messschraube zeigt zum linken Hang (LH, pos. Y-Richtung)

Messlage L II = Messschraube zeigt zum rechten Hang (RH, neg. Y-Richtung)

mit $N=(WS-LS)/2$ ergeben sich in der Koord.-Richtung X folgende Neigungsrichtungen:

$+N(X)$ = Neigung zur WS, $-N(X)$ = Neigung zur LS

$+\Delta N(X)$ =Neigungstrend zur Wasserseite bei $\Delta N= N_{\text{Folgemessung}} - N_{\text{Bezugsmessung}}$

mit $N=(LH-RH)/2$ ergeben sich in der Koord.-Richtung Y folgende Neigungsrichtungen:

$+N(Y)$ = Neigung zum LH, $-N(Y)$ = Neigung zum RH

$+\Delta N(Y)$ =Neigungstrend zum linken Hang bei $\Delta N= N_{\text{Folgemessung}} - N_{\text{Bezugsmessung}}$

Bei den Alignements-Festpunktpfeilern werden zusätzlich Neigungen in den Richtungen eines um 50 gon gedrehten Systems bestimmt.

Aufsetzen und Orientierung des Neigungsmessers

- Alignementskegel Mauerkrone

Der Neigungsmesser wird visuell in X- und Y-Richtung parallel zu den auf der Überwurfmutter des Kegels eingravierten Messrichtungen ausgerichtet.

- Alignementspfeiler

Zur Aufnahme des Neigungsmessers wird der Aufsetzkegel mit Dreifuß in die Zwangszentrierung des Pfeilers so aufgesetzt, dass der gekennzeichnete Fuß in der Kerbplatte steht. Die Orientierung des Neigungsmessers in Lage I erfolgt mittels einer Strichmarkierung an der Konushülse des Neigungsmessers unterhalb der Messschraube am Teilkreis des Aufsetzkegels. Die Pfeilerneigung ist in folgenden Richtungen der Lage I, (Ablesung an der Teilung Aufsetzkegel) zu bestimmen (Lage II = Lage I + 200gon):

Alignementpfeiler	AI I	AI II	AI III
Richtung Messschraube [gon]	100	300	31
	200	0	131
	50	350	381
	150	50	81

Messung, Berechnung und Dokumentation

Die Ablesung ist bei einspielender Koinzidenzlibelle vorzunehmen. Zur Dokumentation der Messwerte und zur Berechnung der Neigungen, sowie der Differenzen zur Bezugsmessung ist das Feldformular „Neigungsmessung“ zu verwenden.

Die Neigungsmessungen sind in 3 Sätzen auszuführen, wobei nach jedem Satz der Kegel und Neigungsmesser neu aufgesetzt wird.

Eintragung der Messergebnisse in die Ergebnistabellen 24, 24.1 und 24.2.

Anlagenverzeichnis

- 1 Geometrisches Nivellement, Stationierungsübersicht Nivellement, Anschlusszug und große Mauerschleife
- 2 Geometrisches Nivellement, Stationierungsübersicht Nivellement, kleine Mauerschleife, Mauerkrone, Sattelmauer, Alignementsfestpunkte
- 3 Messstellenübersicht Hydrostatisches Nivellement
- 4 Stationierung geometrisches Nivellement, Anschlusszug, MB4a
- 5 Stationierung geometrisches Nivellement, Kleine Mauerschleife
- 6 Stationierung geometrisches Nivellement, Mauerkrone
- 7 Stationierung geometrisches Nivellement, Sattelmauer
- 8 Stationierung geometrisches Nivellement, Alignementspfeiler linker Hang
- 8a Trigonometrische Lagebestimmung des Alignement-Festpunktpfeilers AI II über Kontrollpunkte
- 8b Netzbild Trigonometrische Lagebestimmung Alignement-Festpunktpfeiler AI I bis AI III
- 9 Messstellenverzeichnis

Talsperre : Erletor

Geometrisches Nivellement

gez. : Häfner

Jahr : 1968

aktualisiert: Witter

06/2015

Stationierungsübersicht Nivellement

MA-Objektspezifik Messverfahren

5.4.1 Anschlusszug (Anschlusspunkte Landesnetz 224/1-356-225 (MB8))

225 (MB8)-MB1-PB2-PB3-MB4a

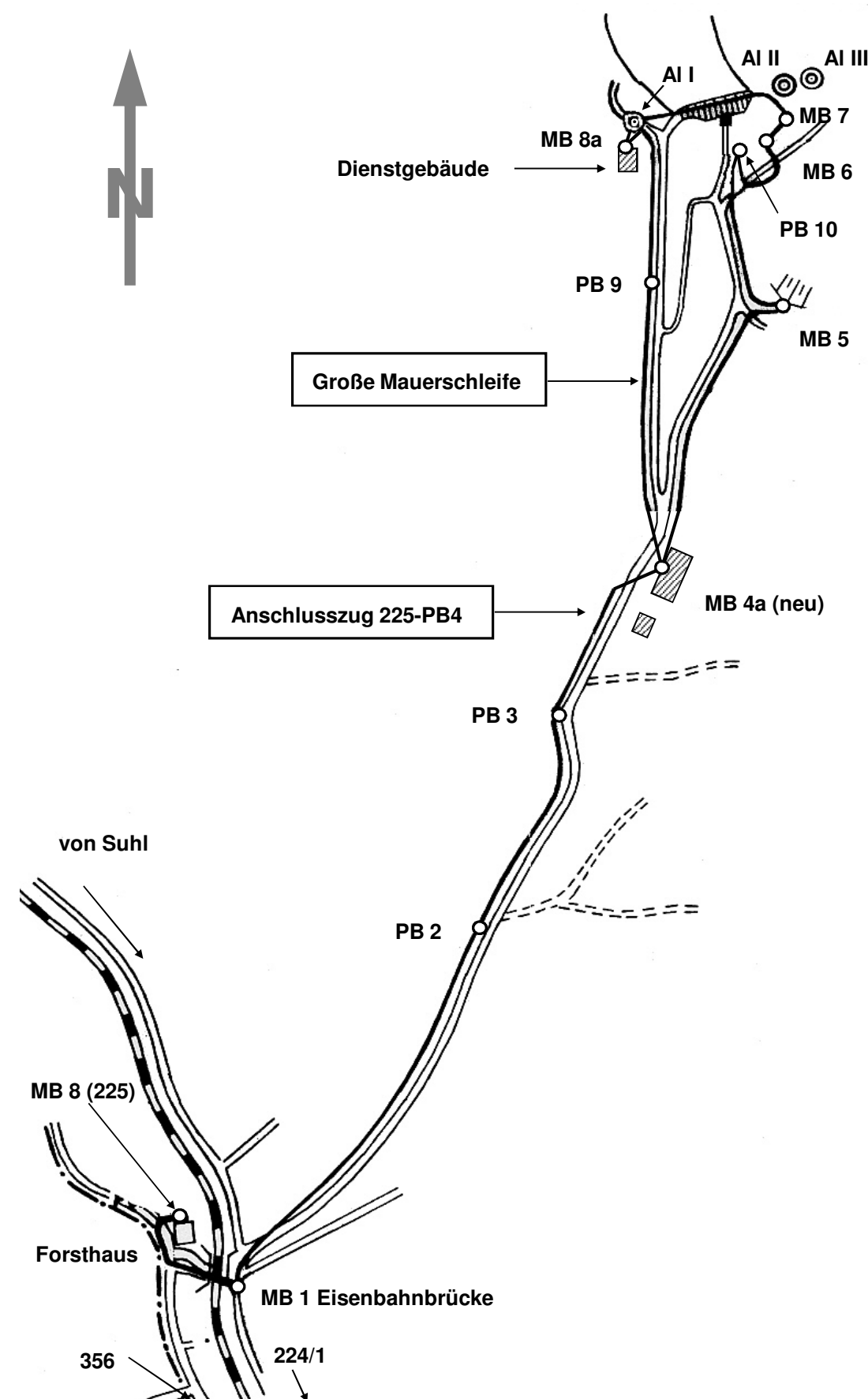
5.4.2 Große Mauerschleife

MB4a-MB5-PB10-MB6-MB7-AI I-MB8a-PB9-MB4a

Legende

Alignementspfeiler, Orientierungspunkt O1

- Höhenbolzen
(MB Mauerbolzen)
(PB Vertikal-/Pfeilerbolzen)



© 01

Talsperre: Erletor

Messstellenübersicht

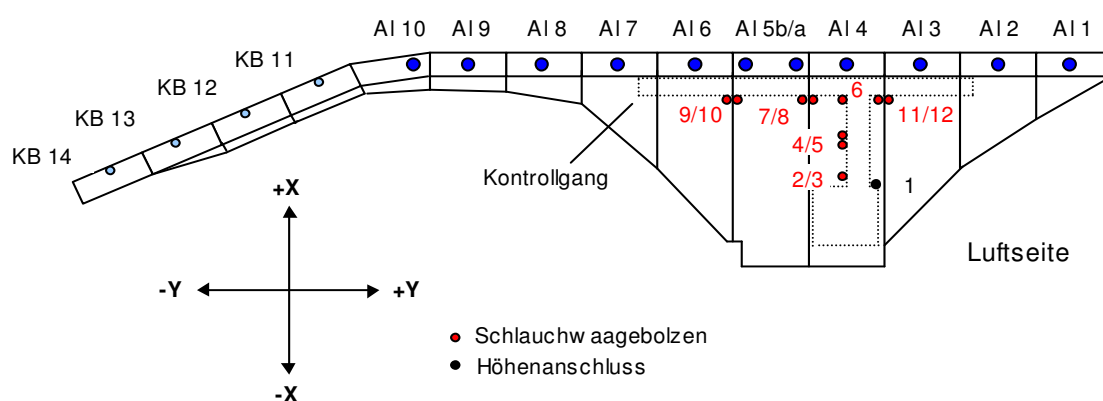
MA-Objektspezifik

Messverfahren:

5.5 Hydrostatisches Nivellement Kontrollgang

gez.: Witter

06/2015



Schleifenzusammenstellung

Anschlussstrecke: SB1-SB2

Schleife 1 : SB3-SB4-SB5-SB6-SB3

Schleife 2 : SB6-SB7-SB8-SB9-SB10-SB6

Schleife 3 : SB3-SB12-SB11-SB3

Schleife 4 : SB3-SB6-SB10-SB12-SB3

Zwischen SB 2 und SB 3 befindet sich ein Invarstab-Horizontübergang mit $dh = 1,378$ m. Der obere Bolzen ist mit SB 2 bezeichnet.

Maßstab: ohne

Stationierungsriß

MA-Objektspezifisch

Messverfahren: 5.4.1 Geometrische Höhenmessung, Anschlusszug

Strecke: PB3-MB4a-MB5

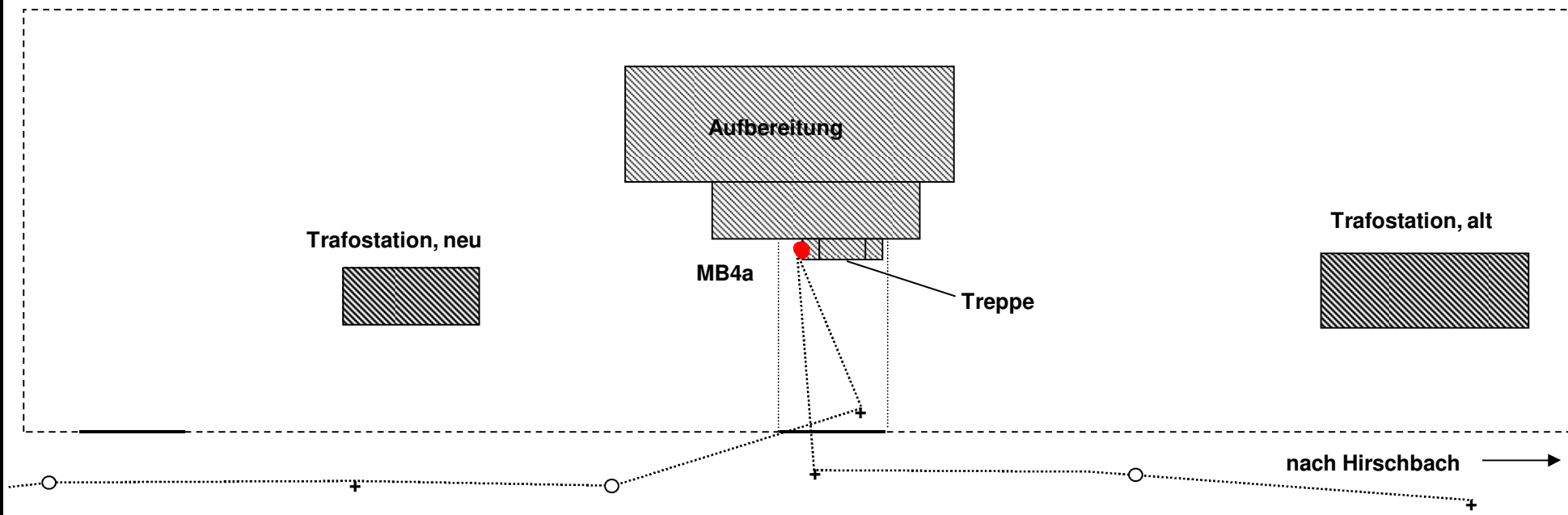
+ Instrumentenstandpunkt

○ Lattenstandpunkt

Maßstab: ohne

06/2015

Talsperre: Erletor, Trinkwasseraufbereitung



Talsperre: Erletor

Stationierung

MA-Objektspezifik

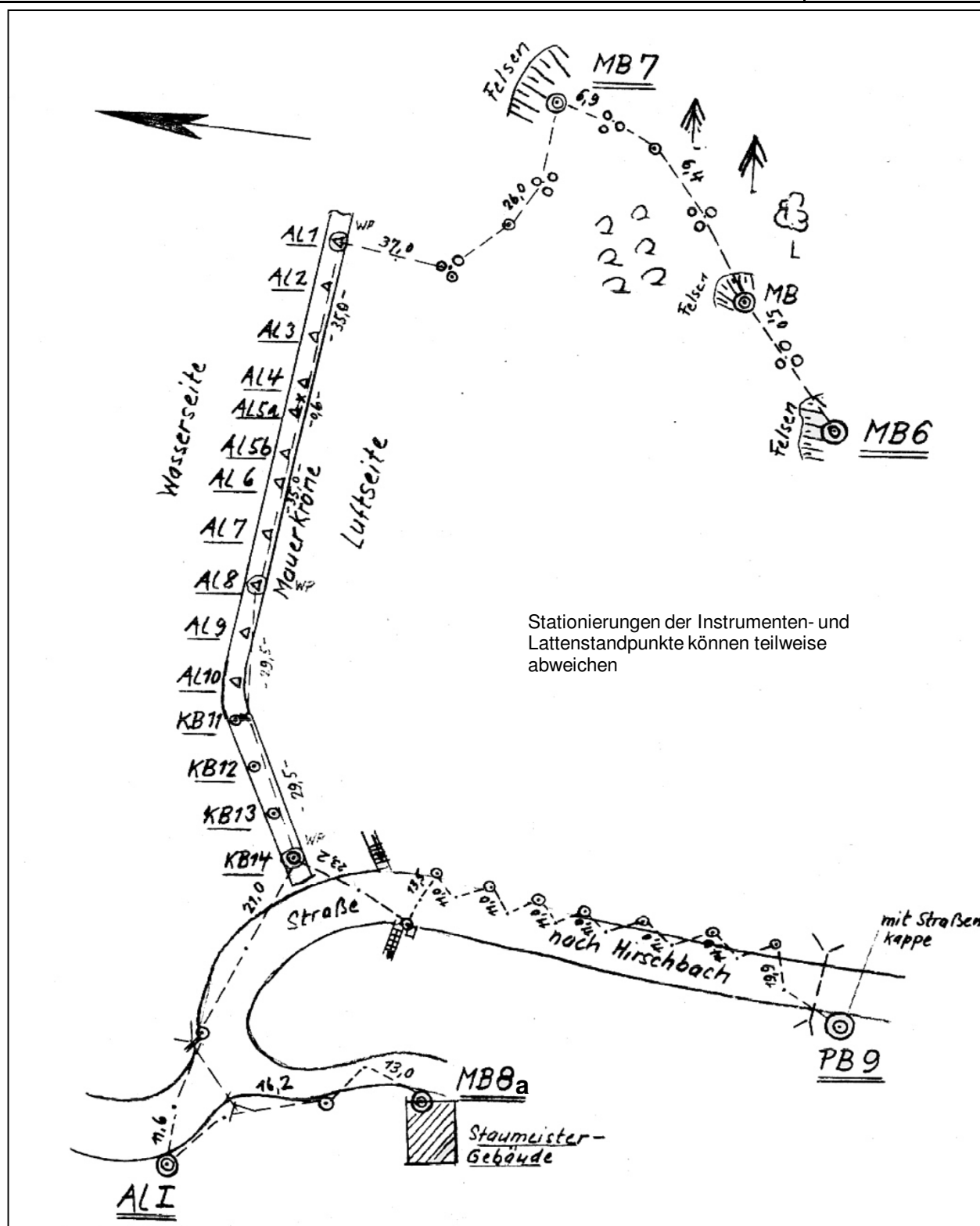
Messverfahren: 5.4.4 Nivellement Mauerkrone

gez. : Häfner

Jahr : 1968

aktualisiert: Witter

06/2015



Maßstab: ohne

Talsperre: Erletor

Stationierung

MA-Objektspezifik

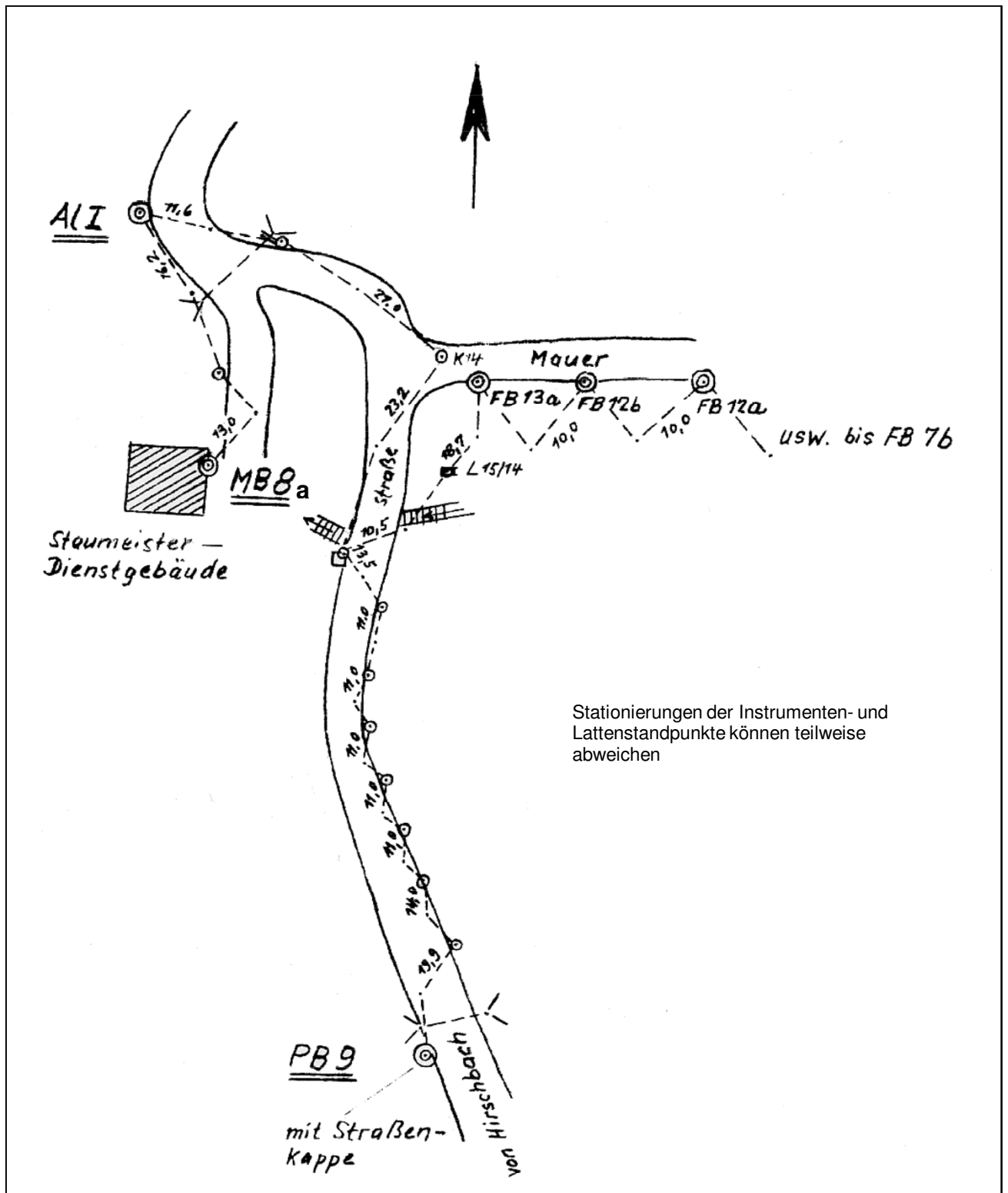
Messverfahren: 5.4.4 Nivellement Sattelmauer

gez. : Häfner

Jahr : 1968

aktualisiert: Witter

06/2015

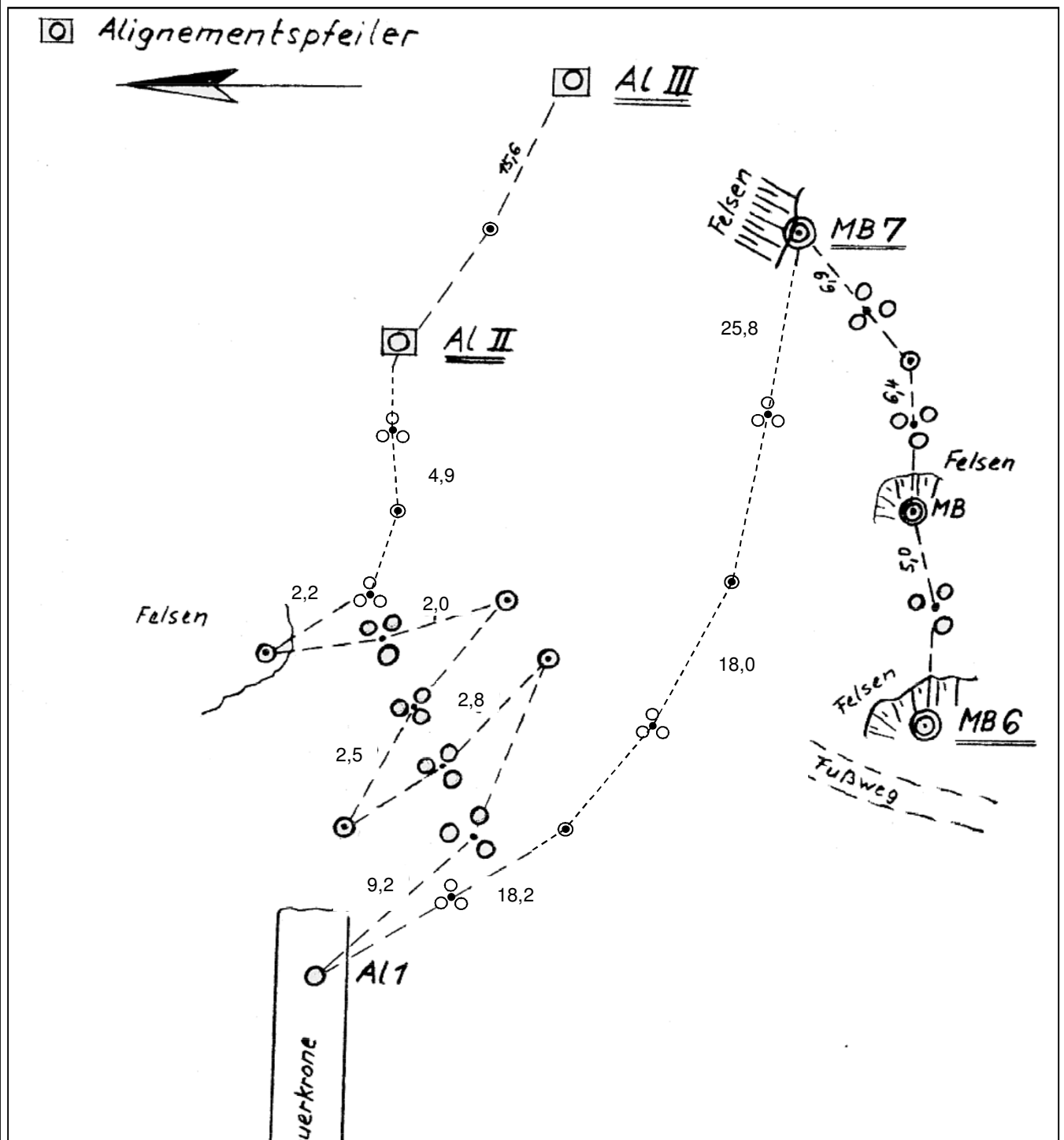


Talsperre: Erletor

Stationierung

MA-Objektspezifisch

Messverfahren: 5.4.4 Nivellement Alignementspfeiler

gez. : Häfner
Jahr : 1968aktualisiert: Witter
06/2015

Maßstab:

ohne

Talsperre: Erletor

Stationierung

MA-Objektspezifik

Messverfahren:

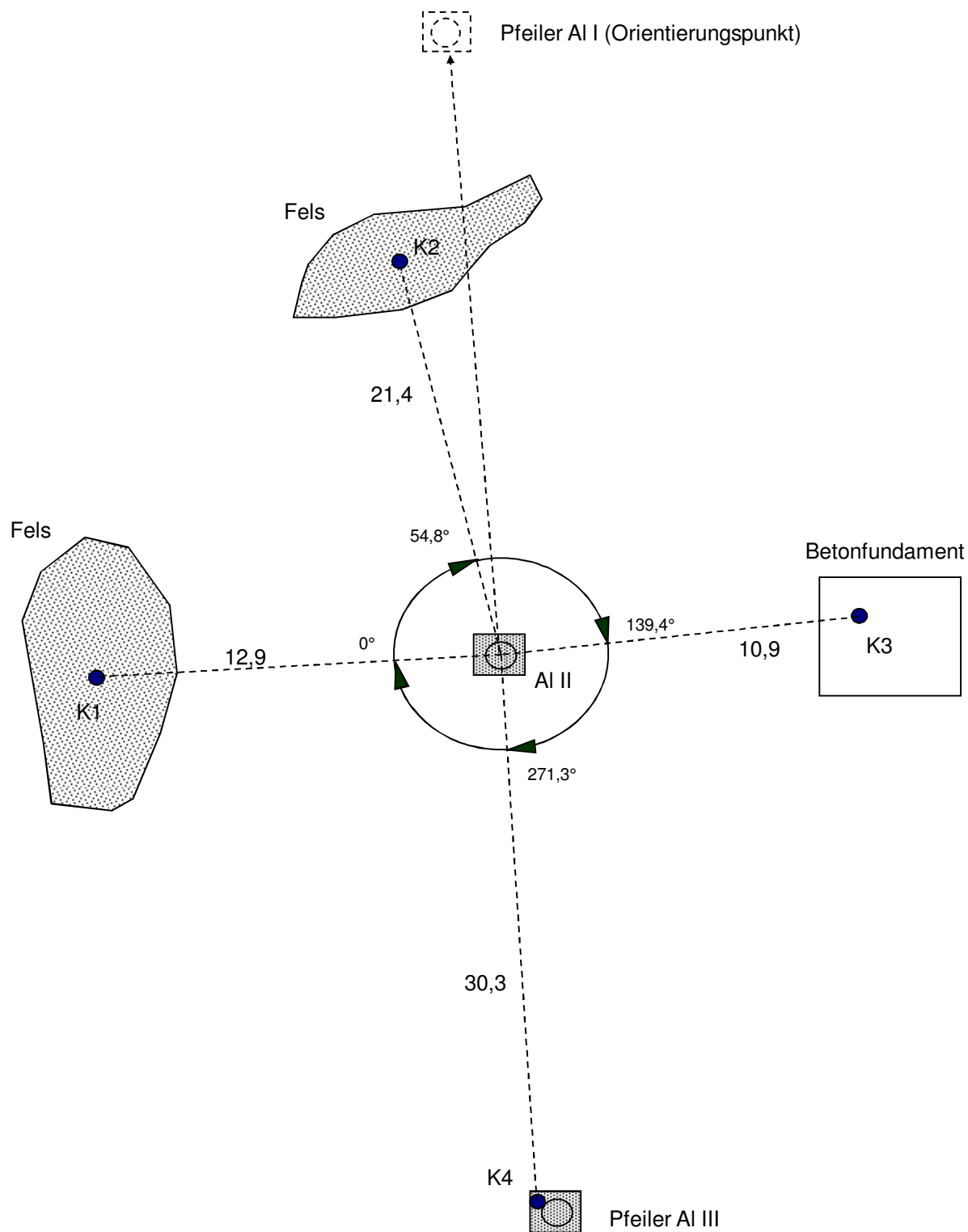
5.3 Trigonometrische Lagebestimmung Alignementspfeiler II
über Kontrollpunkte K1 bis K4

gez. : Häfner

Jahr : 1968

aktualisiert: Witter

06/2015



Maßstab:

ohne

Talsperre: Erletor

Netzskizze

MA-Objektspezif

Messverfahren:

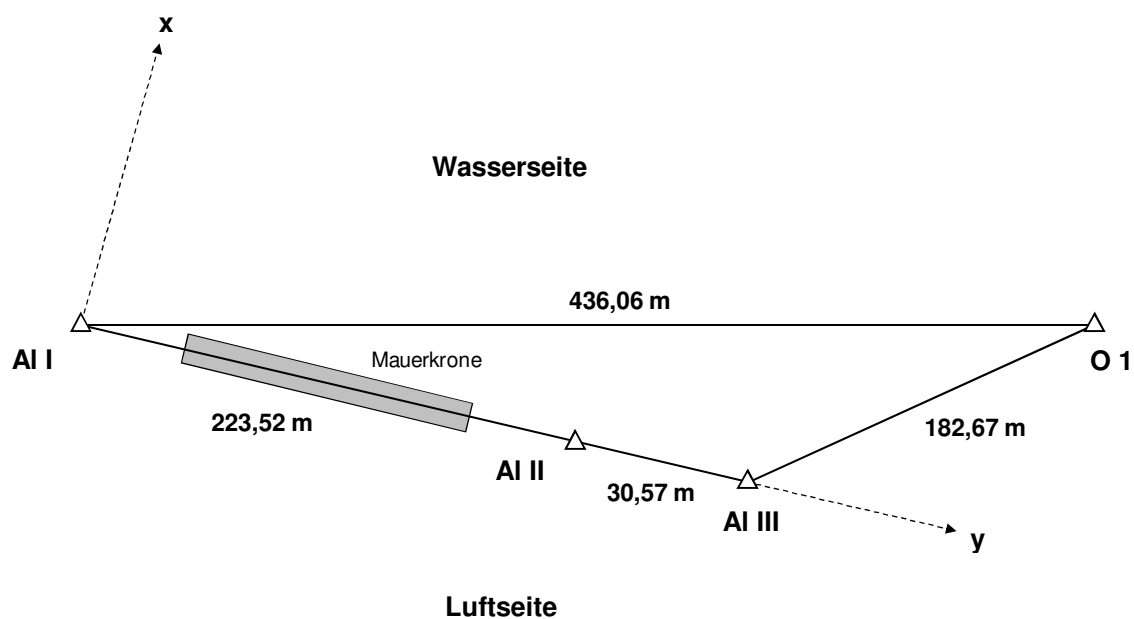
5.2 Trigonometrische Lagemessung Alignementsfestpunkte
und Sicherungspunkt O1

gez. : Häfner

Jahr : 1968

aktualisiert: Witter

06/2015



Standpunkt	Zielpunkt		Standpunkt	Zielpunkt
AI I	O1		AI III	O1
	AI II			AI I
	AI III			AI II
	O1			O1
AI II	AI I		O1	AI III
	O1			AI II
	AI III			AI I
	AI I			AI III

Maßstab: ohne

Messstellenverzeichnis Stand 06/2020 Geodätische Überwachungsvermessungen

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	gültige Bezugsmessung			Datum	Beschreibung/Bemerkungen
			x [m]	y [m]	z [mNN]		
							MA Geodätische Überwachungs- vermessungen-Objektspezifik
Höhennetz	MB 1	Mauerbolzen			461,3858	1966	Eisenbahnbrücke Hirschbach, Anl.1 MA
	PB 2	Pfeilerbolzen			462,5544	1966	links der Zufahrtsstraße zur Talsperre, 800 m vor PB 4, Anl.1 MA
	PB 3	Pfeilerbolzen			473,1228	1966	links der Zufahrtsstraße zur Talsperre, 400 m vor PB 4, Anlage 1 MA
	<i>PB 4</i>	<i>Pfeilerbolzen</i>	<i>Punkt aufgegeben</i>		483,5461	5/1988	<i>nördlich Trafostation TWA, rechts am Weg zur Talsperre, innerhalb Einzäunung TWA</i>
	PB 4a	Mauerbolzen			481,6285	4/2007	Gebäudezugang TWA, links an Treppe, Anl. 4 MA, Ersatz PB 4
	MB 5	Mauerbolzen			503,9614	1966	rechts am Weg zur Talsperre, 500m bis Mauer, Anl. 1 MA
	MB 6	Mauerbolzen			519,6707	1966	120 m oberhalb der alten Trafostation, im Fels, Anl. 1 MA
	MB 7	Mauerbolzen			525,3497	1966	140 m oberhalb der alten Trafostation, im Fels, Anl. 1 MA
	<i>MB 8</i>	<i>Mauerbolzen</i>	<i>Punkt aufgegeben</i>		533,9210	5/1988	<i>Stauwärtergebäude</i>
	MB8a	Mauerbolzen			533,7778	4/2007	neues Stauwärtergebäude Stirnseite, Anl. 1 MA, Ersatz MB 8
	PB 9	Pfeilerbolzen			510,2186	4/2016	Zufahrt Stauwärtergebäude, 300 m unterhalb links der Straße, Anl. 1 MA
	PB 10	Pfeilerbolzen			502,9434	4/2016	40 m vor Mauerfuß, rechts der Straße, Anl.1 MA

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	gültige Bezugsmessung			Datum	Beschreibung/Bemerkungen
			x [m]	y [m]	z [mNN]		
			Nov 68	Jul 96			
Lagenetz	AL I	Doppelrohrpfeiler	997,7890	809,9500	531,7890	22.11.1967	Rechter Hang, Niv.-Punkt im Pfeilerfundament, Anl. 2 MA
	AL II	Doppelrohrpfeiler	997,8003	1033,4668	537,2923	22.11.1967	Linker Hang, Niv.-Punkt im Pfeilerfundament, Anl. 2 MA
	AL III	Doppelrohrpfeiler	997,8024	1064,0386	538,4648	22.11.1967	Linker Hang, Niv.-Punkt im Pfeilerfundament, Anl. 2 MA
	O1	Doppelrohrpfeiler	1018,7013	1245,5120	keine Höhe		in Seitental des Erletals, Anl. 1 MA
Sicherungspunkte AI II	K1	Keramikzielmarke	986,2188	1027,8599		26.04.2007	Sicherungspunkt für Nahsicherung AI II, Anl. 8a MA
	K2	Keramikzielmarke	992,2939	1012,7710		26.04.2007	Sicherungspunkt für Nahsicherung AI II, Anl. 8a MA
	K3	Keramikzielmarke	1007,3425	1028,2309		26.04.2007	Sicherungspunkt für Nahsicherung AI II, Anl. 8a MA
	K4	Keramikzielmarke	997,7809	1063,7333		26.04.2007	Sicherungspunkt für Nahsicherung AI II, Anl. 8a MA
Höhenmessung Mauerfuß	NB1	Mauerbolzen			505,1972	01.06.1967	Mauerfuß Feld 3
	<i>NB2</i>	<i>Mauerbolzen</i>	<i>Punkt aufgegeben</i>		<i>n.m.</i>	<i>01.06.1967</i>	<i>Schieberhaus/Feld 4, links</i>
	<i>NB3</i>	<i>Mauerbolzen</i>	<i>Punkt aufgegeben</i>		<i>n.m.</i>	<i>01.06.1967</i>	<i>Schieberhaus/Feld 4, rechts</i>
	NB2a	Schlauch-waagebolzen			505,0696	26.10.1968	Schieberhaus/Feld 4, links, Ersatz NB2
	NB3a	Schlauch-waagebolzen			505,1246	26.10.1968	Schieberhaus/Feld 4, rechts, Ersatz NB3
	NB4	Mauerbolzen			505,3019	01.06.1967	Mauerfuß Feld 5
	NB5	Mauerbolzen			503,0491	01.06.1967	Mauerfuß Feld 5
	NB6	Mauerbolzen			503,0495	01.06.1967	Mauerfuß Feld 6

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	gültige Bezugsmessung			Datum	Beschreibung/Bemerkungen
			x [m]	y [m]	z [mNN]		
Höhenmessung Mauerkrone	AI1	Setzkegel			528,1386	22.11.1967	Mauerkrone Feld 1
	AI2	Setzkegel			528,2281	22.05.2001	Mauerkrone Feld 2, neue Höhe nach Kronensanierung
	AI3	Setzkegel mit Lotaufhängung			527,9591	22.11.1967	Mauerkrone Feld 3
	AI4	Setzkegel			528,2433	22.11.1967	Mauerkrone Feld 4
	AI5a	Setzkegel			528,2893	22.11.1967	Mauerkrone Feld 5, links
	AI5b	Setzkegel			528,2767	22.11.1967	Mauerkrone Feld 5, rechts
	AI6	Setzkegel mit Lotaufhängung			528,0436	22.11.1967	Mauerkrone Feld 6
	AI7	Setzkegel			528,2288	22.11.1967	Mauerkrone Feld 7
	AI8	Setzkegel			528,1842	22.11.1967	Mauerkrone Feld 8
	AI9	Setzkegel			528,1552	22.11.1967	Mauerkrone Feld 9
	AI10	Setzkegel			528,0915	22.11.1967	Mauerkrone Feld 10

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	gültige Bezugsmessung			Datum	Beschreibung/Bemerkungen
			x [m]	y [m]	z [mNN]		
Höhenmessung Sattelmauerfuß	7b	Schlauch- waagebolzen			524,0099	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 7
	8a	Schlauch- waagebolzen			524,0060	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 8
	8b	Schlauch- waagebolzen			524,0575	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 8
	9a	Schlauch- waagebolzen			524,0703	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 9
	9b	Schlauch- waagebolzen			524,0709	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 9
	10a	Schlauch- waagebolzen			524,0731	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 10
	10b	Schlauch- waagebolzen			524,0675	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 10
	11a	Schlauch- waagebolzen			524,0668	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 11
	11b	Schlauch- waagebolzen			524,0726	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 11
	12a	Schlauch- waagebolzen			524,0723	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 12
	12b	Schlauch- waagebolzen			523,9937	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 12
	13a	Schlauch- waagebolzen			523,9949	30.05.1967	Sattelmauerfuß, Feld 13
	<i>13b</i>	<i>Schlauch- waagebolzen</i>		<i>nicht messbar</i>	<i>526,2947</i>	<i>30.05.1967</i>	<i>Sattelmauerfuß, Feld 13</i>
	<i>14a</i>	<i>Schlauch- waagebolzen</i>		<i>nicht messbar</i>	<i>526,2952</i>	<i>30.05.1967</i>	<i>Sattelmauerfuß, Feld 14</i>

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	gültige Bezugsmessung			Datum	Beschreibung/Bemerkungen
			[mNN] alt	y [m]	z [mNN]		
Höhenmessung Sattelmauerkrone	KB11	Kopfbolzen	528,2245		527,9393	22.05.2001	Sattelmauerkrone, Feld 11, neue Höhe nach Kronensanierung
	KB12	Kopfbolzen	528,1828		527,8927	22.05.2001	Sattelmauerkrone, Feld 12, neue Höhe nach Kronensanierung
	KB13	Kopfbolzen	528,1368		527,8964	22.05.2001	Sattelmauerkrone, Feld 13, neue Höhe nach Kronensanierung
	KB14	Kopfbolzen	528,0875		527,8178	22.05.2001	Sattelmauerkrone, Feld 14, neue Höhe nach Kronensanierung
Hydrostatische Höhenmessung	SB1	Schlauch- waagebolzen			505,5364	15.06.1967	Schieberhaus (Anschlusspunkt)
	SB2	Schlauch- waagebolzen		dH Invar [m] =	505,51670	15.06.1967	Invarübergang, oberer Punkt, Kontrollgang
	SB3	Schlauch- waagebolzen		1,37805	504,13865	15.06.1967	Invarübergang, unterer Punkt, Kontrollgang
	SB4	Schlauch- waagebolzen			504,14249	15.06.1967	Kontrollgang, Blockfuge Feld 4
	SB5	Schlauch- waagebolzen			504,14269	15.06.1967	Kontrollgang, Blockfuge Feld 4
	SB6	Schlauch- waagebolzen			504,14397	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 4
	SB7	Schlauch- waagebolzen			504,14005	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 4
	SB8	Schlauch- waagebolzen			504,14137	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 5
	SB9	Schlauch- waagebolzen			504,14629	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 5
	SB10	Schlauch- waagebolzen			504,14661	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 6
	SB11	Schlauch- waagebolzen			504,14731	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 4
	SB12	Schlauch- waagebolzen			504,14700	15.06.1967	Kontrollgang, Feld 3

Messverfahren	Messpunkt nummer	Vermarkung/ Gebertyp	Bezugsmessung Neigung		Bezugsmessung Alignement		Beschreibung/Bemerkungen
			Neigung	Neigung	Verschiebung		
			X _o [mm/m]	Y _o [mm/m]	dx _o [mm]		
Geometrisches Alignement und Neigungsmessung	AI1	Setzkegel	-2,44 / 24.06.96	-0,27 / 27.10.67	41,87	23.11.1967	Mauerkrone Feld 1
	AI2	Setzkegel	-3,52 / 7.12.2000	-0,85 / 7.12.2000	52,20	07.12.2001	Mauerkrone Feld 2
	AI3	Setzkegel mit Lotaufhängung	0,76 / 27.10.67	-0,58 / 15.12.67	47,33	18.12.1967	Mauerkrone Feld 3
	AI4	Setzkegel	-0,66 / 27.10.67	0,51 / 27.10.67	42,8	23.11.1967	Mauerkrone Feld 4
	AI5a	Setzkegel	0,46 / 27.10.67	-0,26 / 27.10.67	43,82	23.11.1967	Mauerkrone Feld 5, links
	AI5b	Setzkegel	0,19 / 27.10.67	-0,32 / 27.10.67	46,12	23.11.1967	Mauerkrone Feld 5, rechts
	AI6	Setzkegel mit Lotaufhängung	0,20 / 18.12.72	-1,61 / 18.12.72	48,12	18.12.1967	Mauerkrone Feld 6
	AI7	Setzkegel	0,65 / 27.10.67	0,80 / 27.10.67	47,76	23.11.1967	Mauerkrone Feld 7
	AI8	Setzkegel	0,50 / 27.10.67	-0,55 / 27.10.67	37,62	23.11.1967	Mauerkrone Feld 8
	AI9	Setzkegel	0,20 / 27.10.67	0,05 / 27.10.67	44,24	23.11.1967	Mauerkrone Feld 9
	AI10	Setzkegel	-0,09 / 27.10.67	0,05 / 27.10.67	48,13	23.11.1967	Mauerkrone Feld 10
	AL I	Doppelrohrpfeiler	-0,25 / 20.11.67	-4,88 / 20.11.67	43,65	25.11.1967	Rechter Hang
	AL II	Doppelrohrpfeiler	3,62 / 20.11.67	4,21 / 20.11.67	49,51	26.11.1967	Linker Hang
	AL III	Doppelrohrpfeiler	1,63 / 20.11.67	0,72 / 20.11.67			Linker Hang

