

Objektspezifische Messanweisung für Überwachungsvermessungen

Talsperre Ohra

(Reg.-Nr. 042)

Erstellt durch:
Dipl.-Ing. (FH) Ch. Strutz

Stand: 20.03.2025

Dokumentenänderungsblatt

Messanweisungen sind nicht für alle Zeiten festgeschrieben. Sie bedürfen einer ständigen Kontrolle ihrer Aktualität und gegebenenfalls der Korrektur, Ergänzung oder anderes mehr. Auf dieser Seite der Messanweisung sind alle vorgenommenen Änderungen nach dem 14.12.2012 zu dokumentieren.

Vorgenommene Änderungen:

- 01.11.2013
 - Einarbeitung Anmerkungen Herr Poitz (MIDIC Jena)
 - Bezeichnung „Wild-3-Klauenaufnahme“ korrigiert
 - Nach der „MA-RSM G“ generelle Messung von 3 Vollsätze
 - Korrektur Abschnitt 5.4.4.3
 - Anlagen 2 und 3 angepasst
- 12.11.2013
 - Ergänzung um die hydrostatischen Höhenmessung im verplombten Grundablassstollen
- 16.09.2015
 - Bezeichnung von technologische in objektspezifische Messanweisung geändert
 - Anlage 5 und Anlage 6 um Sicht BP 1500 – BP 1800 ergänzt
 - Lagenetz Hauptsperre aus Textteil und Anlagen entfernt
 - Anlage 4 überarbeitet, Anlage 10 ergänzt
- 20.03.2025
 - Einteilung Talsperrenklasse gemäß DIN
 - weitere Kenngrößen ergänzt
 - Höhenübertrag zum DHHN2016 ergänzt
 - Streichung hydrostatisches Nivellement ET
 - Ergänzung geometrisches Nivellement ET
 - Anlagenübersicht integriert
 - Anlage 10 „Verzeichnis der Messstellen“ ergänzt

Inhalt

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Anlagenbeschreibung | 5 |
| 2 | Anwendungsbereich | 5 |
| 3 | Allgemeine Grundsätze | 5 |
| 4 | Bezugssysteme | 6 |
| 4.1 | Koordinatensystem | 6 |
| 4.2 | Höhensystem | 6 |
| 5 | Messverfahren | 8 |
| 5.1 | Trigonometrische Lage- und Höhenbestimmung von Beobachtungspfeilern und Objektpunkten im Hauptsperrenbereich | 8 |
| 5.2 | Trigonometrische Lagemessung der Beobachtungspfeiler zu nahen Kontrollpunkten | 11 |
| 5.3 | Geometrisches Alignement | 13 |
| 5.4 | Neigungsmessung mit Klinometer | 14 |
| 5.5 | Geometrische Höhenmessung | 15 |
| 5.6 | Hydrostatische Höhenmessung mit Präzisionsschlauchwaage | 17 |
| 5.7 | Hydrostatische Höhenmessung mit Überlaufschlauchwaage | 17 |

Anlagen

| | |
|------------------------|--|
| Anlage 1 | Übersichtsskizze der Lage und der Punktnummerierung |
| Anlage 2 | Zusammenstellung der Nivellementslinien/-schleifen |
| Anlage 3.1-3.15 | Stationierungsrisse – Geometrisches Nivellement |
| Anlage 4 | Übersicht zu den Deformationsmeseinrichtungen Dammkörper |
| Anlage 5.1 | Netzskizze – Trigonometrische Lagemessung der Beobachtungspfeiler |
| Anlage 5.2 | Netzskizze – Trigonometrische Lage- und Höhenbestimmung von Objektpunkten im Hauptsperrenbereich |
| Anlage 5.3 | Skizze der nahen Kontrollpunkte der Beobachtungspfeiler |
| Anlage 5.4 | Riss – Trigonometrische Lage- und Höhenbestimmung von Objektpunkten im Hauptsperrenbereich |
| Anlage 6.1 | Zusammenstellung der Stand- und Zielpunkte – Pfeilernetz Hauptsperre |
| Anlage 6.2 | Zusammenstellung der Stand- und Zielpunkte – Lage- und Höhenmessung Objektpunkte |
| Anlage 7 | Prismenzuordnung |
| Anlage 8 | Punktbeschreibung Orientierungspunkte – Geodätisches Lagenetz Hauptsperre |
| Anlage 9 | Anleitung zur Durchführung und Auswertung von Schlauchwaage – Überlaufmessungen im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre |
| Anlage 10 | Verzeichnis der Messstellen |

1 Anlagenbeschreibung

Die Talsperre Ohra liegt im Talschluss der Gemeinde Luisenthal. Die Dammkrone ist direkt über den Hammerweg zu erreichen. Zum Dammvorland gelangt man über die Friedrich-Engels-Straße.

Die Talsperre wurde in den Jahren 1960 bis 1966 gebaut und 1967 in Betrieb genommen. In den Jahren 1997 und 1998 erfolgte eine Generalinstandsetzung des Steinschüttdammes mit Asphaltbetonaußendichtung.

Der Staudamm besitzt eine Kronenlänge von 260 m und eine Kronenbreite von 6,0 m. Weiterhin hat er eine Höhe von 59 m über der Gründungssohle. Der Stauinhalt beträgt bei Vollstau 18,40 hm³ (Gesamtstauraum).

Die Vorsperren Kerngrund und Silbergrund sind der Hauptsperre vorgelagert und Teil der Gesamtanlage.

Die DIN 19700:2004-07 ordnet die Talsperre Ohra in die Talsperrenklasse 1 ein.

| Weitere Kenngrößen | Höhe [mPN] | Höhe [mNN] | Höhe [mNHN] | Höhe [mNHN16] | Inhalt [hm ³] |
|-----------------------|---------------|---------------|----------------|------------------|------------------------------|
| Pegelnulldpunkt | 0,00 | 470,00 | 469,99 | 470,00 | 0,000 |
| Vollstauziel | 55,00 | 525,00 | 524,99 | 525,00 | 17,821 |
| OK Dammkrone | 58,00 | 528,00 | 527,99 | 528,00 | 20,290 |

2 Anwendungsbereich

Die Messanweisung gilt für die Ausführung von ingenieurgeodätischen Überwachungsvermessungen in der Betriebszeit der Talsperre Ohra. Die Messanweisung wird gegebenenfalls vom Betreiber der Talsperre aktualisiert.

3 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 Messungen zur Bauwerksüberwachung an der Talsperre Ohra sind nach den anerkannten Regeln der Technik vorzubereiten, auszuführen, aufzubereiten und auszuwerten.

Diese Messanweisung enthält spezielle technologische Festlegungen zur Durchführung von Überwachungsmessungen an der Talsperre Ohra. Allgemeingültige technologische Festlegungen beinhalten die Messanweisungen:

- Messanweisung zur Richtungs- und Streckenmessung „Grundlagen – Dreidimensionale Koordinatenbestimmung“ (MA – RSM G)
- Messanweisung zur Horizontalverschiebungsmessung „Grundlagen – Geometrisches Alignement“ (MA – GAL G)

- Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen – Geometrisches Nivellement“ (MA – VVM G)
- Messanweisung zur Vertikalverschiebungsmessung „Grundlagen – Hydrostatisches Nivellement“ (MA – VVM HN G).

Die ingenieurgeodätischen Messungen an der Talsperre Ohra sind entsprechend der grundlegenden und dieser objektspezifischen Messanweisung auszuführen.

Bei der Durchführung der Messverfahren 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, muss unmittelbar der Betreiber der Talsperre davon in Kenntnis gesetzt werden.

4 Bezugssysteme

4.1 Koordinatensystem

Im Hauptsperrenbereich wird ein lokales, rechtwinklig-ebenes, geodätisches Koordinatensystem verwendet. Die y-Achse (Ordinate) liegt orthogonal zur vertikalen Dammachsebene und zeigt in positiver Richtung zur Luftseite. Die x-Achse (Abszisse) zeigt in positiver Richtung vom rechten zum linken Hang in Fließrichtung gesehen. Bezugsniveau ist die Höhe von 528 mNN.

Nullpunkt der Dammachse liegt in Kontrollpfeiler 1400 (D)

$x = 1000,0000 \text{ m}$; $y = 1000,0000 \text{ m}$.

4.2 Höhensystem

Es wurde ein Höhennetz mit einem lokalen Bezugsniveau geschaffen. Der Anschluss an die Höhen der Punkte MB „Luchs“ und MB „Fr.-Engels-Straße 75“ des Landesnetzes (NN-Höhen im System DHHN12, Pegel Amsterdam) erfolgte einmalig.

Für den Punkt MB „Luchs“ ist dabei die Höhe 464,206 mNN angehalten worden, die Punkte MB „Fr.-Engels-Straße 75“ und MB „Talsperre“ wurden zur Überprüfung der Höhen des Punktes MB „Luchs“ bei Folgemessungen verwendet.

Anmerkung: Der MB „Luchs“ trägt auch die Bezeichnung MB 12 des Gewässerhauptnivelements (GHN) der Ohra, MB 5100 des Überwachungsnetzes der Talsperre Ohra sowie die Punktnummer 5230 9 03260 des Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (TLBG).

Durch signifikante Höhenveränderung der verwendeten Punkte (siehe „Abschlussbericht Untersuchungen im Höhennetz Talsperre Ohra“ vom 30. Januar 1998) erfolgte für den Zeitraum ab 11/1968 die Korrektur auf die einheitliche Höhe MB 5116 „Schieberhaus“ von 472,00493 mNN.

Die Höhe 472,15801 mNN des Punktes KB 5140 am Sickerwassermessschacht gilt ab 1997 als Bezugshöhe, sofern dieser bei der vereinfachten Festpunktkontrolle (nach MA – VVM G, Abschnitt 6.2.5) zu benachbarten Punkten keine signifikanten Änderungen aufweist.

| Bezugs- punkt | Sicherungs- punkt | Lage | Bezugsmessung | |
|------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|
| | | | Folge | Δh_{BM} [m] |
| MB 5111 | PB 5109 | Zufahrtsstraße linker Hang | 13 | 4,23260 |
| | MB 5110 | Zufahrtsstraße linker Hang | 13 | 1,65450 |
| PB 5104 | PB 5105 | Zufahrtsstraße rechter Hang | 13 | 10,42000 |
| | PB 5106 | Zufahrtsstraße rechter Hang | 13 | 22,64820 |
| KB 5140 | MB 5116 | Talaue an Schieberhaus | 13 | -0,15236 |
| | PB 5139 | Talaue linker Hang | 13 | 2,16436 |
| | MB 5147 | Fels bei Tosbecken | 13 | 1,81862 |
| | MB 5148 | Fels bei Tosbecken | 13 | 2,06374 |
| PB 300 | PB 301 | Mauernische rechter Hang | 33 | -0,06156 |
| (VS KG) | KB 202 | an Weg rechter Hang | 33 | 2,92132 |
| MB 2000 | MB 5000 | Fels linker Hang, wasserseitig | 17 | 1,02530 |
| (VS SG) | MB 81 | Fels linker Hang, luftseitig | 33 | 0,63068 |
| | PB 82 | Horizontalbolzen an ehem. PB 8 | 33 | -1,14526 |
| | KB 83 | auf Mauer linke Dammseite | 33 | -0,36788 |

Anmerkung: Die Wahl eines nahe am Dammfuß gelegenen Festpunktes hat sich hier als zweckmäßig erwiesen. Kriterien dabei waren eine geologisch sichere Gründung, optimale Bauwerksnähe und der Nachweis einer stabilen Höhe bei zurückliegenden Messungen, jedoch ohne Beeinflussung durch die Talsperre und den Einstau.

Im Rahmen der Herbstmessungen 2002 erfolgte der Anschluss an das Deutsche Haupthöhennetz DHHN92 (mNHN). Als Anschlusshöhen wurden drei Höhenfestpunkte der 3. Ordnung des amtlichen Höhennetzes verwendet (Messjahr 1997).

| Punktnummer | Lagebeschreibung | Höhe DHHN92 [mNHN] | Höhe SNN76 [mHN] |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 5230 9 03250 | Stützmauer bei Pegelstation | 463,124 | 462,998 |
| 5230 9 03260 | Hotel „Zum Luchs“ | 464,187 | 464,061 |
| 5230 9 03270 | Ohra-Brücke bei Bauhof | 460,568 | 460,442 |

Diese weisen im Landesnetz eine Differenz zwischen SNN76 (mHN) und DHHN92 von +0,126 m ($HN_{amtlich} = HN_{amtlich} + 0,126$ m) aus. Die Differenz gegenüber dem Höhensystem SNN76 beträgt +0,149 m ($NN_{amtlich} = HN_{amtlich} + 0,149$ m). Daraus ergibt sich im Landesnetz eine rechnerische Differenz der Anschlusspunkte zwischen DHHN12 und DHHN92 von -0,023 m ($NN_{amtlich} = NN_{amtlich} - 0,023$ m).

Die Auswertung des Anschlussnivelements erfolgte als Ausgleichung unter Zwang mit den drei amtlichen Punkten als Fixhöhen. Als Ergebnis des Präzisionsnivelements

ergibt sich an KB 5140 eine gemessene Höhendifferenz zwischen DHHN92 und dem lokalen Bezugsniveau von -0,0094 m ($N_{HN\text{amtlich}} = N_{N\text{örtlich}} - 0,0094 \text{ m}$).

Mit der Einführung des DHHN2016 ergibt sich für die amtlichen Anschlusspunkte eine Differenz von 11 mm zum DHHN92. Somit lassen sich folgende Höhenüberträge darstellen:

$$H_{DHHN12\text{örtl}} = H_{DHHN92} + 0,0094 \text{ m} = H_{DHHN2016} - 0,0016 \text{ m}$$

Bei den Nivellements entfällt die normalorthometrische Reduktion.

5 Messverfahren

5.1 Trigonometrische Lage- und Höhenbestimmung von Beobachtungspfeilern und Objektpunkten im Hauptsperrenbereich

Messprogramm Nr. 3.2; LV Position 1.1, 1.2

5.1.1 Messeinrichtung

Das Netz besteht aus den Sicherungspfeilern 1700 (S_A) und 1800 (S_B), den Beobachtungspfeilern 1100, 1400, 1500, 1600, dem Zwischenpunkt 14001, den Orientierungspunkten 10011, 10051, 10061, 10071 und 10131 und den Objektpunkten im Hauptsperrenbereich (siehe Netzbild 5.2 und 5.3).

Die Vermarkung und Ausstattung wurde wie nachstehend ausgeführt.

- Sicherungspfeiler: 1700 und 1800
Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung, Dreifuß und Wild-3-Klauenaufnahme, Prismenträger, Präzisionsreflektor
- Beobachtungspfeiler: 1100, 1400, 1500 und 1600
Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung, Dreifuß und Wild-3-Klauenaufnahme, Prismenträger, Präzisionsreflektor
- Zwischenpunkte: 14001,
1 × Zielzeichenaufnahme für Wild-Zapfen und Miniprisma WA Wild M8
- Orientierungspunkte: 10011, 10051, 10061 und 10131
Granitpfeiler mit Zieltafel und zusätzlichem Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8

10071 (O_7) Zieltafel und zusätzlich
Wandbolzen im Fels für Miniprisma WA Wild M8

Die Objektpunkte wurden wie folgt angeordnet (siehe 5.2.3.1):

- Objektpunkte im Dammbereich: 5 × oberhalb Betriebsstau
5 × unterhalb Betriebsstau
je 3 × auf Niveau der Überlaufschlauchwaage (insgesamt 9)
3 × Rissbereich
Zielzeichenaufnahme für Wild-Zapfen und Miniprisma WA Wild M10

Hinweis: Die Objektpunkte befinden sich auf der wasserseitigen Dammböschung. Eine Beobachtung ist nur bei entsprechenden Wasserständen möglich.

- Objektpunkte im Hangbereich: 3 × rechter Hang, wasserseitig
2 × linker Hang, luftseitig
Vertikalzentrierbolzen mit Kreiszielmarke und zusätzlich Zielzeichenaufnahme für Wild-Zapfen und Miniprisma WA Wild M8
- Objektpunkte Dammkrone: 14 × Wellenbrecher
Zielzeichenaufnahme für Wild-Zapfen und Miniprisma WA Wild M8
- Objektpunkte an Bauwerken: 3 × Entnahmeturm

2 × Zielzeichenaufnahme für Wild-Zapfen und Miniprisma WA Wild M8
1 × Mauerzielbolzen mit konzentrischen Kreisen

2 × Hochwasserentlastung (z.Zt. nicht messbar)

5.1.2 Messungsdurchführung

Das Punktfeld mit den Bestimmungsstücken ist im Netzbild dargestellt (siehe Anlage 5.2 und 5.3). Das Pfeilernetz mit den Orientierungspunkten (Anlage 5.2) wird zuerst beobachtet. Die Zielpunkte am Absperrbauwerk, Entnahmenturm werden anschließend von den Beobachtungspfeilern aus, mit mindestens 2 Anschlussrichtungen, beobachtet.

Die Messungen im Pfeilernetz (Anlage 5.2) und im Zielpunktnetz (Anlage 5.3) sind entsprechend MA – RSM G 4.3.2 in 3 Vollsätzen und 2 Fernrohrlagen durchzuführen.

Die Raumstrecken im Pfeilernetz und im Zielpunktnetz sind entsprechend MA – RSM G 4.3.3 je 3-mal zu messen.

5.1.2.1 Berechnung von Horizontalstrecken und Höhenunterschieden im Tachymeter

Im Zielpunktnetz können bei Eingabe der Daten für Korrekturen und Reduktionen gemäß MA – RSM G 6.3.1 vor der Messung die im Tachymeter angezeigten Horizontalstrecken und Höhenunterschieden verwendet werden, wenn die Übereinstimmung gemäß MA – RSM G 6.3.1 in einem Test festgestellt und nachgewiesen wurde. Die Berechnung nach MA – RSM G 6.3.1 entfällt.

Die eingegebenen Daten für Korrekturen und Reduktionen sind für eine nachvollziehbare Berechnung standpunktweise nachzuweisen.

5.1.2.2 Höhenmessung der Kippachse des Tachymeters auf den Beobachtungsstandpunkten für trigonometrische Höhenmessung

Die Messung der Nivellementspunkte an den Beobachtungspfeilern und der Kippachshöhen der Tachymeteraufstellungen ist gemäß dem Messverfahren Geometrische Höhenmessung (Abschnitt 5.6) und MA – RSM G 4.3.4 durchzuführen.

Die Höhenabstände (Nivellementspunkt – Kippachshöhe) sind skizziert in Feldbüchern darzustellen und bei Folgemessungen zu verwenden.

5.1.3 Aufbereitung

5.1.3.1 Trigonometrische Höhenunterschiede für Objektpunkte

Die Berechnung der Höhenunterschiede zwischen Stand- und Zielpunkten auf Kippachsniveau ist nach MA – RSM G 6.3.1.3 gegebenenfalls Abschnitt 5.2.2.1 durchzuführen. Die Zielpunkthöhe (Mitte Prisma) wird als Objektpunkthöhe definiert.

| Lage der Objektpunkte | Punktnummer | Bezeichnung (alt) |
|---|-------------|-------------------|
| wasserseitiger rechter Hangbereich | 2901 | Hz1 |
| | 2902 | Hz2 |
| | 2903 | Hz3 |
| luftseitiger linker Hangbereich | 2905 | Hz5 |
| | 2906 | Hz6 |
| Trinkwasserentnahmeturm | 2000 | TWET |
| | 20001 | |
| | 20002 | |
| Hochwasserentlastung (z.Zt. nicht messbar) | 3001 | |
| | 3002 | |
| wasserseitige Dammböschung - oberhalb Betriebsstau | | |
| 5 x Höhe ca. 523,5 mNN | 1.1 | |
| | 3.1 | |
| | 8.1 | |
| | 13.1 | |
| | 18.1 | |
| - unterhalb Betriebsstau (sichtbar nur bei niedrigem Wasserspiegel) | | |
| 5 x Höhe ca. 516,0 mNN | 2.1 | |
| | 4.1 | |
| | 9.1 | |
| | 14.1 | |
| | 19.1 | |

| | |
|------------------------|------|
| 3 x Höhe ca. 508,0 mNN | 5.1 |
| | 10.1 |
| | 15.1 |
| 3 x Höhe ca. 498,0 mNN | 6.1 |
| | 11.1 |
| | 16.1 |
| 3 x Höhe ca. 488,0 mNN | 7.1 |
| | 12.1 |
| | 17.1 |
| 3 x Rissbereich | 20.1 |
| | 21.1 |
| | 22.1 |

5.1.4 Auswertung

Bei der Auswertung der trigonometrischen Lage- und Höhenbestimmung von Beobachtungspfeilern und Objektpunkten im Hauptsperrenbereich sind folgende Punkte als Datum- und Nichtdatumspunkte für die freie Ausgleichung (MA – RSM G 6.5.1) und die Ausgleichung unter Zwang (MA – RSM G 6.5.3) zu verwenden.

5.1.4.1 Pfeilernetz

- a) Das Richtungs-Strecken-Netz wird als freies Netz (7 Datumparameter) mit den Datumspunkten 1700, 1800, 10011, 10051, 10061, 10071, 10131 und den Nichtdatumspunkten (Neupunkten) 1100, 1400, 14001, 1500, 1600 ausgeglichen.
- b) Die Berechnung der endgültigen Koordinaten der Beobachtungspfeiler 1100, 1400, 14001, 1500 und 1600 ist mittels einer Ausgleichung (Zwang) mit Anschluss an die Festpunkte 1700 und 1800 mit den Koordinaten aus der Bezugsmessung unter Beachtung von a auszuführen.

5.1.4.2 Zielpunktnetz

- a) Die Berechnung der Koordinaten der Objektpunkte wird mittels einer Ausgleichung (Zwang) mit Anschluss an die Sicherungspfeiler 1700, 1800 und die Beobachtungspfeiler 1100, 1400, 1500 und 1600 mit den Koordinaten aus 5.2.4.1 b gegebenenfalls 5.1.2 b durchgeführt.
- b) Die Berechnung der trigonometrischen Höhen (Objektpunkte der wasserseitigen Dammböschung, Hangzielzeichen und Bauwerkspunkte) erfolgt unter Verwendung der trigonometrischen Höhenunterschiede (5.2.3.1) und der Kippachshöhe des Tachymeters (5.2.2.2) durch Ausgleichung unter Zwang.

5.2 Trigonometrische Lagemessung der Beobachtungspfeiler zu nahen Kontrollpunkten

Messprogramm Nr. 3.3; LV Position 1.3

5.2.1 Messeinrichtung

Für die Beobachtungs- und Sicherungspfeiler erfolgt eine Lagebestimmung über die benachbarten Kontrollpunkte durch "Rückwärtseinschneiden".

Die Vermarkung und Ausstattung der Kontrollpunkte wurde wie nachstehend ausgeführt.

- am Sicherungspfeiler 1700 (S_A): Orientierungspunkt 1800 (S_B),
Kontrollpunkte 1701 (S_{A1}), 1702 (S_{A2}) und
1703 (S_{A3})
Granitpfeiler mit Wandbolzen für Miniprisma
WA Wild M8
- am Sicherungspfeiler 1800 (S_B): Orientierungspunkt 1700 (S_A),
Kontrollpunkte 1801 (S_{B1}), 1802 (S_{B2}) und
1803 (S_{B3})
Granitpfeiler mit Wandbolzen für Miniprisma
WA Wild M8
- am Beobachtungspfeiler 1100 (A): Orientierungspunkt 1400 (D),
Kontrollpunkt 1101 (A₁)
Granitpfeiler mit Wandbolzen für Miniprisma
WA Wild M8
Kontrollpunkte 1102 (A₂) und 1103 (A₃)
Mauerdübel für Miniprisma WA Wild M8
- am Beobachtungspfeiler 1400 (D): Orientierungspunkt 1100 (A),
Kontrollpunkte 1402 (D₂) und 1404 (D₄)
Granitpfeiler mit Wandbolzen für Miniprisma
WA Wild M8
Kontrollpunkt 14001
Mauerdübel für Miniprisma WA Wild M8
- am Beobachtungspfeiler 1500 (E): Orientierungspunkt 1600 (F),
Kontrollpunkte 1501 (E₁) und 1502 (E₂)
Granitpfeiler Wandbolzen für Miniprisma WA
Wild M8
- am Beobachtungspfeiler 1600 (F): sind keine Kontrollpunkte mehr vorhanden

Die Vermarkung der Beobachtungs- und Sicherungspfeiler siehe Abschnitt 5.1.1.

5.2.2 Messungsdurchführung

Auf den Pfeilern werden Richtungs- und Streckenmessungen zu den benachbarten Kontrollpunkten (Abschnitt 5.3.1 – Netzbild Anlage 5.5) ausgeführt.

5.2.2.1 Richtungsmessung

Die Messungen sind in 2 Vollsätzen und 2 Fernrohrlagen durchzuführen. Die Zenitwinkel werden registriert.

Bei Überschreitung der geforderten Genauigkeit ist die Anzahl der Sätze zu erhöhen

5.2.2.2 Streckenmessung

Die Horizontalstrecken sind je 2-mal zu messen. Die Schrägstrecken werden registriert.

Die gemessenen Strecken sind entsprechend MA RSM – G 6.3.1 meteorologisch zu korrigieren und auf den Bezugshorizont von 528 mNN zu reduzieren.

5.2.3 Auswertung

Die Berechnung der Koordinaten der Beobachtungspfeiler wird mittels Ausgleichung (Zwang) mit Anschluss an die Kontrollpunkte und Orientierungspunkte mit den Koordinaten aus der Bezugsmessung ausgeführt.

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

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

mit n = Anzahl der identen Punkte
 u = Anzahl der Transformationsparameter

Prüfung der Kontrollpunkte mittels der Restklaffen und Berechnung der Koordinatendifferenzen zur Bezugsmessung im Beobachtungsstandpunkt.

Ergibt sich im Beobachtungsstandpunkt eine vektorielle Verschiebung $\Delta s > 3s_P$ ($1 - \alpha = 95\%$), so wird eine signifikante Verschiebung angenommen, die durch die Messverfahren 5.1 oder 5.2 und 5.6 endgültig festgestellt werden muss.

5.3 Geometrisches Alignement

Messprogramm Nr. 3.4; LV Position 1.4

5.3.1 Messeinrichtung

| | |
|--------------------------------|--|
| Beobachtungspfeiler 1100, 1400 | Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung |
| Objektpunkte Al1 – Al14 | Alignementsetzkegel auf der Dammkrone. |

5.3.2 Messinstrumentarium

Freiberger Alignierausrüstung mit:

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Alignierinstrument | Nr. 53154 |
| Alignementszielzeichen auf Standrohr | Nr. 53218 |
| Festes Zielzeichen auf Dreifuß | Nr. 52101 |
| Setzkegelneigungsmesser | Nr. 7693 |
| Setzkegel auf Dreifuß | „TA“ (Farbe grün) |

5.3.3 Messungsdurchführung und Aufbereitung

Das Alignement der Objektpunkte ist mit zwei Instrumentenaufstellungen auszuführen.

- a) Grundzielung von 1100 nach 1400; Einweisung AI1 bis AI9
- b) Grundzielung von 1400 nach 1100; Einweisung AI14 bis AI6

5.3.4 Prüfung der Beobachtungspfeiler

5.3.4.1 Lagemessung

Die Beobachtungspfeiler 1100 und 1400 werden als Nichtdatumspunkte (Neupunkte) nach Messverfahren 5.1 bzw. 5.2 bestimmt. Die signifikanten Lageverschiebungen quer zur Alignementsebene werden als Korrektur berücksichtigt.

5.3.4.2 Neigungsmessung

Die Senkrechtheitsstellung der Beobachtungspfeiler wird durch Neigungsmessung (Messverfahren 5.5) kontrolliert.

5.3.4.3 Höhenmessung

Die Höhenpunkte an den Beobachtungspfeilern werden im Messverfahren 5.6 bestimmt.

Pro Pfeiler wird jeweils nur ein HP bestimmt. Neigungsänderungen an den Pfeilern sind damit nicht bestimmbar.

5.4 Neigungsmessung mit Klinometer

Messprogramm bei Nr. 3.1 - 3.4; LV Position 1.5

5.4.1 Allgemeines

Grundlegende technologische Festlegungen zur Neigungsmessung beinhaltet die Messanweisung zur Horizontalverschiebungsmessung „Grundlagen – Geometrisches Alignement“ (MA – GAL G).

5.4.2 Messeinrichtung

- a) Beobachtungs- und Sicherungspfeiler 1100, 1400, 1500, 1600, 1700 und 1800 im Lagenetz „Hauptsperre“ (Messverfahren 5.1), vermarktet mit Doppelrohrpfeiler mit Freiburger Zwangszentrierung.
- b) Alignementspunkte AI 1 bis AI 14 (Hauptsperre) bei Nutzung in dem Messverfahren 5.4

5.4.3 Aufsetzen und Orientierung des Neigungsmessers

- a) Pfeiler

Zur Aufnahme des Neigungsmessers wird der Aufsetzkegel mit Dreifuß in die Zwangszentrierung des Pfeilers so aufgesetzt, dass der gekennzeichnete Fuß in der Kerbe steht. Die Orientierung des Neigungsmessers in der zu messenden Neigung

(Lage I) erfolgt mittels einer Strichmarkierung am Neigungsmesser unterhalb der Messschraube nach der in der Bezugsmessung festgelegten Gradteilung am Aufsetzkegel.

b) Alignementsetzkegel

Der Neigungsmesser wird visuell in Lage I parallel zu der auf der Überwurfmutter des Kegels eingravierten Messrichtung gerichtet.

5.4.4 Auswertung und Prüfung der Festpunkte

Die Neigungsmessung mittels Klinometer ist entsprechend der MA – GAL G 6.1 auszuwerten. Die Messergebnisse Folgemessung minus Bezugsmessung sind zu berechnen und in die Ergebnistabellen einzutragen.

Die Messergebnisse an den Beobachtungspfeilern sind zu prüfen. Ergeben sich signifikante Abweichungen gegenüber der Bezugsmessung ist die Stabilität oder Lageänderung in Verbindung mit Lage- und/oder Höhenmessungen festzustellen.

5.5 Geometrische Höhenmessung

Messprogramm Nr. 3.8; LV Position 2

5.5.1 Messeinrichtung

Eine Lageskizze der Höhenpunkte enthält Anlage 1. Die Zusammenstellung der Nivellementslinien und -schleifen ist der Anlage 2 zu entnehmen. Anlage 3 enthält Stationierungsrisse zu den Nivellementswegen.

Hinweise zum Höhensystem und zu den Bezugshöhen siehe Abschnitt 4.2.

5.5.2 Auswertung

Alle Messepochen sind nach einheitlichen Grundsätzen auszuwerten. Die Auswertung muss zu widerspruchsfreien Messergebnissen führen und nachvollziehbar sein.

In die Ausgleichung sind die gemessenen Höhenunterschiede für Hinweg und Rückweg getrennt einzuführen.

a) Netzausgleichung

Die Netzausgleichung erfolgt als "Freies Höhennetz mit Auffelderung" gemäß MA – VVM G 6.3.2 auf die Stützpunkte der Bezugsepoche mit anschließender Deformationsanalyse.

Die Zwei-Epochenanalyse setzt voraus, dass beide Epochen unter den gleichen Bedingungen gemessen und dasselbe geodätische Datum gewählt wurde. Andernfalls ist eine Analyse näherungsweise auszuführen (z.B. Helmert-Transformation in der Höhe).

Die Berechnung der Höhen der als verschoben erkannten Netzkpunkte ist mit den gemessenen Höhenunterschieden der Messepoche durch Anschluss an die nach der

Deformationsanalyse als fehlerfrei betrachteten benachbarten Stützpunkte auszuführen.

Die Einführung einer neuen Netzepoche ist nur in Absprache mit dem AG zulässig.

b) Berechnung der Objektpunkte

Die Berechnung der endgültig ausgeglichenen Höhen der Objektpunkte ist mit Anschluss an die vorgegebenen, nach der Deformationsanalyse als fehlerfrei betrachteten Festpunkte der Bezugsepoche als Ausgleichung mit Zwang auszuführen.

c) unvollständiger Netzmessung

Die Höhenbestimmung von Einzelpunkten bzw. Punktgruppen ist in Absprache mit dem Auftraggeber auch bei unvollständiger Netzmessung zulässig, wenn die Anschlusspunkte nach Punkt MA – VVM G 6.2.5 hinreichend geprüft sind.

d) Neigungsmessung über Höhenunterschiede

Im Entnahmeturm werden diverse Höhenunterschiede zur Neigungsbestimmung herangezogen. Weiterhin werden die vertikalen Fugenverschiebungen im Bauwerkskomplex KZBW-ZBW-ET nivelliert. Dazu werden die Höhenunterschiede der folgenden Strecken berechnet.

| | |
|--|---------------------|
| Linie 53, Linie 55 „ET Schieberkammer“ | HMB 9007 – HMB 9004 |
| | HMB 9006 – HMB 9005 |
| | HMB 9005 – HMB 9004 |
| | HMB 9006 – HMB 9007 |
| Schleife 2 „ET Turmschaft“ | HMB 9011 – HMB 9008 |
| | HMB 9010 – HMB 9009 |
| | HMB 9009 – HMB 9008 |
| | HMB 9010 – HMB 9011 |
| Linie 16 „Talaue-Grundablassstollen- Entnahmeturm“ | SK 10027 – SK 10024 |
| | SK 10026 – SK 10025 |
| | SK 10025 – SK 10024 |
| | SK 10026 – SK 10027 |
| | KB 23.1 – KB 23.2 |
| | KB 24.1 – KB 24.2 |
| | KB 25.1 – KB 25.2 |
| | KB 23a.1 – KB 23a.2 |

Schleife 2 erhält keinen Absoluthöhenanschluss. Der Schleifenabschlussfehler wird auf die einzelnen Strecken verteilt.

Die Vertikalbewegungen an den Fugen des Bauwerkskomplexes werden aus den unausgeglichenen Höhenunterschieden der Hin- und Rückmessung gemittelt.

5.6 Hydrostatische Höhenmessung mit Präzisionsschlauchwaage

5.6.1 Messeinrichtung

HMB 5124 (I) und HMB 5125 (II) vermarktet mit Schlauchwaagebolzen im luftseitigen Teil des verplombten Grundablassstollens sowie HMB 5126 (III) und HMB 5127 (K5) am wasserseitigen Teil der Plombe.

Der Absolutanschluss wird über den Punkt HMB 5124, der Bestandteil der Linie 6 des geometrischen Nivellements (Messverfahren 5.6) ist, hergestellt. Der Höhenübertrag erfolgt am HMB 5127 als Teil des Nivellementszuges 16 „KZBW/ZBW/TWET“.

Die hydrostatische Höhenmessung im Grundablassstollen ist folgendermaßen konfiguriert:

| Höhenunterschied | Höhenpunkte | Schlauchwaageeinheiten |
|---|---------------------|----------------------------------|
| Schieberhaus – Plombe, luftseitig | HMB 5124 – HMB 5125 | Nr. 52380 (A) Nr. 52381 (B) |
| Plombe, luftseitig – Plombe, wasserseitig | HMB 5125 – HMB 5126 | Nr. 136204 (A) Nr. 136205 (B) |

Eine Lagedarstellung der zu messenden Punkte enthält Anlage 1.

Die Messmittelprüfungen erfolgen nach MA – VVM HN G, Punkt 3.

5.6.2 Auswertung

Die Auswertung des hydrostatischen Nivellements erfolgt gemäß MA – VVM HN G Abschnitt 6.

Die beiden zu messenden Höhenunterschiede werden durch die Konfiguration 1 dargestellt. Das heißt sie sind doppelt im Sinne einer Hin- und Rückmessung inklusive Vertauschung der Messeinheiten zu beobachten.

Auf Grund der Länge der Grundablassplombe und der daraus resultierenden Länge des Messschlauches erhöhen sich die Ausspiegelungszeiten von HMB 5125 – HMB 5126 auf 5 min zwischen den Ablesungen bzw. 10 min nach dem Neuaufhängen.

Der Höhenunterschied HMB 5126 – HMB 5127 am wasserseitigen Teil der Plombe wird als konstant angesehen. Es gilt:

$$H_{HMB5127} = H_{HMB5126} - 1,8725\text{m}$$

5.7 Hydrostatische Höhenmessung mit Überlaufschlauchwaage

Messprogramm Nr. 3.6; LV Position 3

5.7.1 Messeinrichtung

Es befinden sich stationäre Überlaufgefäße SW1 bis SW3 im unteren Messniveau, SW4 bis SW6 im mittleren Messniveau und SW7 bis SW9 im oberen Messniveau unter

der wasserseitigen Dichtungshaut des Dammkörpers (siehe Anlage 4). Die Schlauchwaagebolzen zur Messung sind im Kontrollgang linker Hang angebracht.

Messmittel sind eine Messeinheit der Freiburger Präzisionsschlauchwaage nach *Meißer* (Nr. 52366 A), Wasserbehälter sowie Schlauchleitungen zum Wasseranschluss im oberen Kontrollgang. Benutzung derselben Schlauchwaage auf allen Punkten. Die Nummer der Schlauchwaage ist in den Formularen zu dokumentieren. Bei einem eventuell notwendigen Schlauchwaagewechsel ist die Nullpunktkorrektur zu berücksichtigen.

Eine zusätzliche Beschreibung der Messeinrichtung, mit ursprünglicher Durchführung und Auswertung wird als Anlage der Missanweisung beigelegt (Anlage 9).

5.7.2 Genauigkeitsforderung

$$\sigma_H = 1,0 \text{ mm}$$

5.7.3 Höhenanschluss

Die geometrische Höhenmessung der Bodenpunkte 5128, 5129 und 5130 im Kontrollgang wird nach Messverfahren 5.6, Linie 3 „Kontrollgang linker Hang“, ausgeführt.

Zur Übertragung der Höhen auf die Schlauchwaagepunkte wird eine Invarbandhängelatte eingesetzt.

Der Höhenanschluss muss zeitnah zur Schlauchwaagemessung ausgeführt und entsprechend der Dokumentation (5.6) nachgewiesen werden.

5.7.4 Messungsvorbereitung Schlauchwaage

Wasserhahn der Zuleitung in den am oberen linken Kontrollgang aufgestellten Wasserbehälter öffnen.

Präzisionsschlauchwaage auf den entsprechenden Bolzen aufsetzen, horizontieren, und füllen.

Durch Öffnen der Hähne an der Zulaufleitung zum jeweiligen Messpunkt wird das System kräftig blasenfrei gespült. Kommt das im Überlaufgefäß (Messpunkt) überlaufende Wasser durch Rücklauf aus der Wandöffnung im Kontrollgang heraus, so ist der Spülvorgang noch ca. 5 – 10 min fortzusetzen. Danach ist der Zulauf vom oberen Wasserbehälter zu unterbrechen (Hahn schließen).

Anschließend wird die Verbindung Schlauchwaage – Messpunkt durch die entsprechende Stellung der Hähne hergestellt.

5.7.5 Messungsdurchführung und Aufbereitung

Die Verbindung Schlauchwaage – Messpunkt führt zu einem Absinkvorgang des Wasserspiegels im Standrohr. Während des Absinkvorgangs wird im Messzeitraum von 10 Minuten minütlich eine Ablesung an der Schlauchwaage ausgeführt. Die so bestimmte Zeitreihe wird vor Ort grafisch am Laptop ausgewertet.

Die gemessenen Zeitreihen sind zu dokumentieren und nachzuweisen.

Dieser Messvorgang wird pro Messpunkt zweimal unabhängig realisiert.

Sollte der Kurvenverlauf der beiden Zeitreihen einer Messstelle erheblich untereinander oder von der Nullmessung abweichen, so ist die Messung zu wiederholen.

Der Messwert der Folgemessung wird durch Vergleich der grafischen Auswertung der Folgemessung mit der grafischen Auswertung der Nullmessung bestimmt (gleicher Maßstab beider Auswertungen notwendig).

Die grafische Auswertung der Nullmessung ist in Anlage 9 enthalten.

Die Messwerte der Folgemessungen werden gemittelt. Die maximal zulässige Differenz der Doppelmessung beträgt 1,0 mm.

Zur Berechnung der relativen Gesamtsetzungen der Folgemessung werden an den Messwerte Konstanten angebracht (Berücksichtigung des Wechsels der benutzten Schlauchwaagebolzen bei der Folgemessung gegenüber der Nullmessung).

Die Berechnung der absoluten Höhen der Messpunkte und Differenzen gegenüber der Bezugsmessung erfolgt zurzeit nicht.

5.7.6 Dokumentation der Messungen

Die Messwerte sind in Feldbücher einzutragen und nachzuweisen.

Die Messprotokolle sind mit der Bezeichnung des Objekts, des Messverfahrens und der Messmittel sowie Datum, Uhrzeit und Name des Beobachters zu versehen.

Die Dokumentation muss beinhalten:

- Nachweis der Messdaten (originäre Messwerte) mit Nachweis des Beobachtungstages/Beobachtungszeit von ... bis ...
- die Zusammenstellung der Höhenunterschiede und die Auswertung der Doppelmessungen
- die Berechnung der relativen Gesamtsetzungen
- Angaben über den äußeren Höhenanschluss
- Angaben über äußere Umstände, die für die Messungen von Bedeutung sind (Abweichung vom Messprogramm/Messanweisung)
- Angaben über das benutzte Messinstrumentarium

Die Dokumentation ist termingerecht und vollständig an den Auftraggeber zu übergeben.

Anlage 2 Zusammenstellung der Nivellementslinien

Die Nivellementslinien werden wie folgt vorgesehen:

- „Talaue“

Talaue – **Linie 74** (am Schieberhaus)

von Sickerwasserschacht (SWS) KB 5140 - Schieberhaus (SH) MB 5116 - MB 51161 - Fels linker Hang MB 5148 - MB 5147 zu MB 5146 und zurück (Stationierungsriss 3.1)

Talaue – **Linie 71** (TWA rechte Seite)

von Sickerwasserschacht (SWS) KB 5140 - MB 51151 (Mauer bei Werkstatt) - MB 4 (TWA) zu KB 51011 (am Becken) und zurück (Stationierungsriss 3.1 und 3.2)

Talaue – **Linie 72** (TWA linke Seite)

von KB 51011 (am Becken) - MB 32 - MB 5145 zu Sickerwasserschacht (SWS) KB 5140 und zurück (Stationierungsriss 3.1 und 3.2)

Talaue – **Linie 73**

von Sickerwasserschacht (SWS) KB 5140 zu PB 5139 und zurück (Stationierungsriss 3.1)

- „Große Dammschleife“

Zufahrtsstraße linker Hang – **Linie 11**

von MB 5111 – MB 5110 (am Fels) – MB 5109 (im Rohr) – KB 3700 (am BP 1700) zu MB 5133 (am Pfeiler) und zurück (Stationierungsriss 3.3)

Dammkrone AI-Kegel – **Linie 12**

von MB 5133 (am Pfeiler) – MB 5108 (am Staumeistergebäude) – KB 51331 - Dammkrone AI-Kegel 4001 bis 4014 zu MB 5107 (Eingang Kontrollgang) und zurück (Stationierungsriss 3.3)

Zufahrtsstraße rechter Hang – **Linie 13**

von MB 5107 (Eingang Kontrollgang) - Zufahrtsstraße rechter Hang PB 5106 - PB 5105 nach PB 5104 und zurück (Stationierungsriss 3.3)

Am Staumeistergebäude – **Linie 21**

Vom MB 5108 (am Staumeistergebäude) - KB 5136 - MB 51361 zu KB 5135 und zurück (Stationierungsriss 3.5)

Am Staumeistergebäude – **Linie 22**

von MB 5108 - MB 5133 nach MB 5134 und zurück (Stationierungsriss 3.5)

Am Staumeistergebäude – **Linie 23**

von KB 5135 nach KB 3101 (auf BP 1100) (Stationierungsriss 3.5)

Bei BP 1600 – **Linie 24**

von KB 5136 zu KB 36031 (am BP 1600) und zurück (Stationierungsriss 3.3)

Rechter Hang bei BP 1400 – **Linie 31**

von MB 5107 - KB 1800 nach KB 18001 (bei BP 1800) und zurück (Stationierungsriss 3.6)

Rechter Hang bei BP 1400 – **Linie 32**

von MB 5107 - KB 51311 - KB 3404 (Si) - KB 3400 (bei BP 1800) - KB 3402 (Si) nach KB 51321 und zurück

Rechter Hang bei BP 1400 – **Linie 33**

von KB 51321 (Zufahrtsstraße rechter Hang) - KB 3500 (bei BP 1500) und zurück (Stationierungsriss 3.6)

Zufahrtsstraße rechter Hang – **Linie 81**

von KB 51011 (am Becken) - Zufahrtsstraße rechter Hang PB 5102 - PB 5103 zu PB 5104 und zurück (Stationierungsriss 3.3)

Talaue zu Pegelhaus – Linie 82

von KB 51011 (am Becken) – MB 51132 (vor Messsteg) – MB 51131 zu MB 5113 (bei Pegelhaus) und zurück (Stationierungsriß 3.3)

Pegelhaus - Zufahrtsstraße linker Hang – Linie 83

von MB 5113 (bei Pegelhaus) – Fußweg linker Hang MB 5112 zu MB 5111 (Zufahrtsstraße linker Hang) und zurück (Stationierungsriß 3.3)

Pfad linker Hang – Linie 91

von MB 5146 – Pfad linker Hang PB 5117 - PB 5118 - PB 5119 - PB 5120 - PB 5121 nach PB 5109 (Zufahrtsstraße linker Hang) und zurück (Stationierungsriß 3.4)

Pfad linker Hang – Linie 92

von PB 5117 - PB 5137 nach PB 5138 und zurück (Stationierungsriß 3.4)

- „Kontrollgang linker Hang“ mit Anschluss *Becker'sche* Schlauchwaage

Kontrollgang linker Hang – Linie 41

von MB 5108 (am Staumeistergebäude) – Treppe runter - KB 5130 - KB 5129 - KB 5128 nach MB 8006 und zurück.

Anschluss *Becker'sche* Schlauchwaage:

Linie 42 von KB 5130 - HMB 51305 (SW-Bolzen, Hängelatte) zu HMB 51306 (SW-Bolzen, Hängelatte)

Linie 44 von KB 5129 - HMB 51295 (SW-Bolzen, Hängelatte) zu HMB 51296 (SW-Bolzen, Hängelatte)

Linie 46 von KB 5128 - HMB 51285 (SW-Bolzen, Hängelatte) zu HMB 51286 (SW-Bolzen, Hängelatte)

Linie 47 von KB 5128 zu HMB 51288 (SW-Bolzen, Hängelatte)
(Stationierungsriß 3.10)

- „Kontrollgang Talaue“

Linie 51 (Hängelattenpunkte)

von HMB 5127 - HMB 8004 - HMB 8003 - HMB 8001 - HMB 8002 - HMB 8006 - HMB 8005 und zurück (Stationierungsriß 3.7)

Linie 52 (Hängelattenpunkte)

von HMB 8001 - HMB 8000 - HMB 9001 und zurück (Stationierungsriß 3.7)

Linie 53 (Hängelattenpunkte)

von HMB 9001 - HMB 9005 - HMB 9006 und zurück (Stationierungsriß 3.7)

Linie 54 (Hängelattenpunkte)

von HMB 9001 - HMB 9003 - HMB 9002 und zurück (Stationierungsriß 3.7)

Linie 55 (Hängelattenpunkte)

von HMB 9003 - HMB 9004 - HMB 9007 und zurück (Stationierungsriß 3.7)

Linie 61 (KB im Sohle)

von HMB 8000 (Hängelatte) - KB 7001 - ... KB 7017 nach KB 7018 (im Sohle) und zurück (Stationierungsriß 3.9)

Linie 62

von KB 7018 (im Fussboden) nach HMB 717 (Hängelatte) und zurück (Stationierungsriß 3.9)

- „Schieberhaus“

Schieberhaus oben - Linie 101

von MB 5116 - HMB 5122 - HMB 5123 nach HMB 5124 und zurück (Stationierungsriß 3.11)

Schieberhaus unten - Linie 102

von MB 6012 - MB 6002 - ... - MB 6010 nach MB 6011 und zurück (Stationierungsriß 3.11)

Hinweis: Konstante 5123 – 6012 nicht messbar

- „Vorsperre Kerngrund“

Festpunkte Kerngrund – **Linie 113**

von PB 301 - PB 300 - KB 202 und zurück (Stationierungsriss 3.12)

Dammkrone Kerngrund – **Linie 111**

von PB 300 - KB 8 - ... - KB 2 nach KB 1 und zurück (Stationierungsriss 3.12)

Schieberturm Kerngrund – **Linie 112**

von KB 7 nach MB 9 und zurück (Stationierungsriss 3.12)

- „Vorsperre Silbergrund“

Festpunkte Silbergrund – **Linie 123**

von MB 83 - PB 81 - MB 2000 - MB 5000 und zurück (Stationierungsriss 3.13)

Dammkrone Silbergrund – **Linie 121**

von MB 2000 - KB 82 - KB 1 - ... - KB 5 nach MB 7 und zurück (Stationierungsriss 3.13)

Schieberturm Silbergrund – **Linie 122**

von KB 4 - MB 6 und zurück (Stationierungsriss 3.13)

- „Dammvorland/GA/Plombe/KZBW/ZBW/ET“

Dammvorland – **Schleife 15**

von KB 5140 (SWS) - MB 5141 - MB 5142 - MB 5143 - MB 5144 - MB 5145 - MB 5116 (SH) - MB 5116.1 - MB 5148 - MB 5147 - MB 5146 - nach KB 5140 und zurück (Stationierungsriss 3.15)

KZBW/ZBW/ET – **Linie 16**

von HMB 5127 (K 5) - KB 23.1 - KB 23.2 - KB 24.1 - KB 24.2 - KB 25.1 - KB 25.2 - SK 10024 - HMB 9004 - SK 10027 - SK 10026 - SK 10025 - KB 25.1 - KB 23.1 nach HMB 5127 (K5) und zurück (Stationierungsriss 3.14)

KZBW – **Linie 17**

von KB 23.2 – KB 23a.1 – KB 23a.2 und zurück (Stationierungsriss 3.14)

Dammvorland – **Linie 6**

von KB 5140 (SWS) - MB 5116 (SH) nach HMB 5124 und zurück (Stationierungsriss 3.15)

- „Entnahmeturm Turmschaft“

Turmschaft – **Schleife 2**

von HMB 9008 - HMB 9009 - HMB 9010 - HMB 9011 nach HMB 9008 und zurück

Wena Platz
Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Talaue"

Talaue - Schleife 1

Stand: 05.02.01
ergänzt: Poitz 08.06
Strutz 12.12

Zug 71
Zug 72
Zug 73
Zug 74

MB 5148

MB 5147

MB 51161

Schieberhaus

MB 5146

MB 32

MB 5116

MB 5145

KB 5140

Sicker-
wasser-
meß-
schacht

Werkstatt (abgerissen)

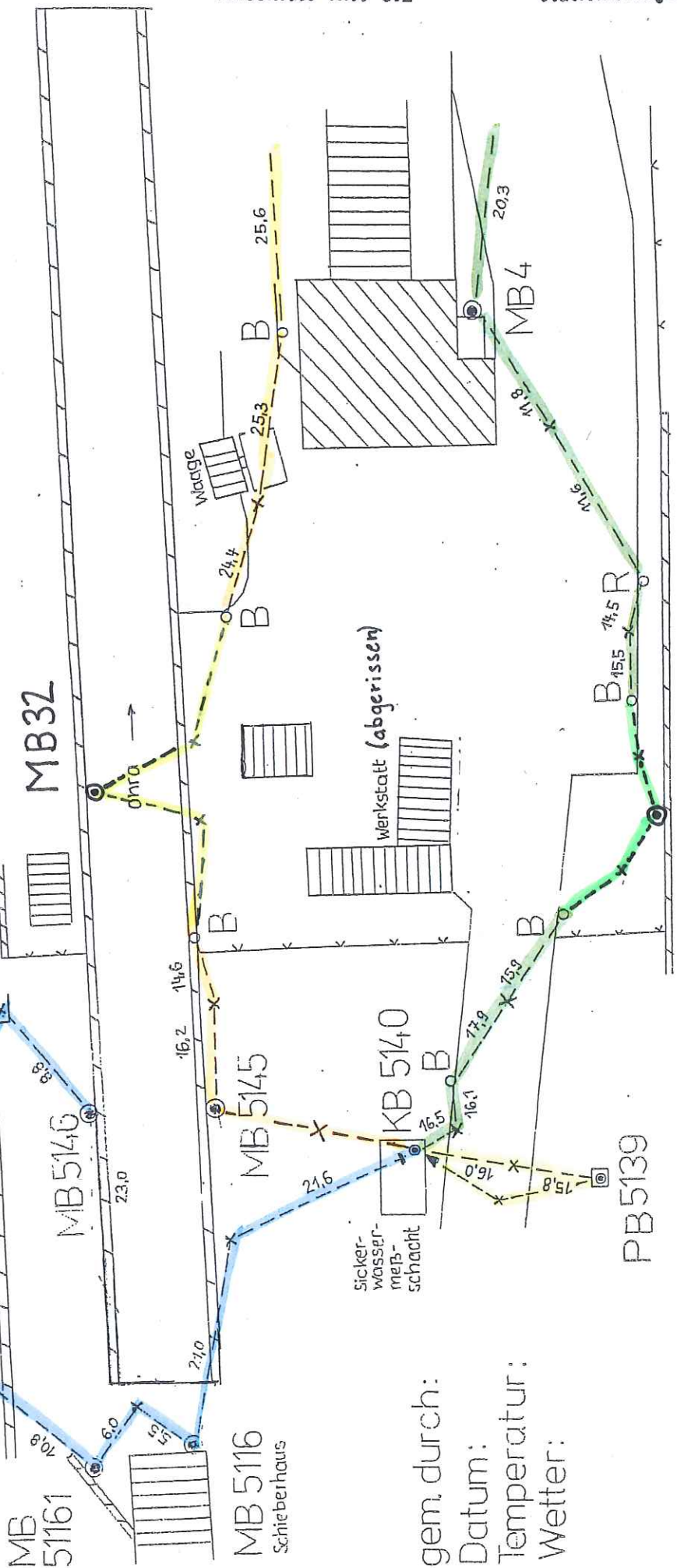
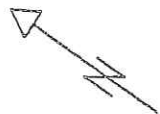
Wage

MB 4

PB 5139

MB 51151

gem. durch:
Datum:
Temperatur:
Wetter:



Anschluss Riss 3.2

Stationierungsriß 3.1

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Talaue"

Talaue - Schleife 1

Zug 71

Zug 72

Stand: 05.02.01
ergänzt: Poitz 08.06

Jens Poitz
Öffentl. bestellbar Vermessungsingenieur

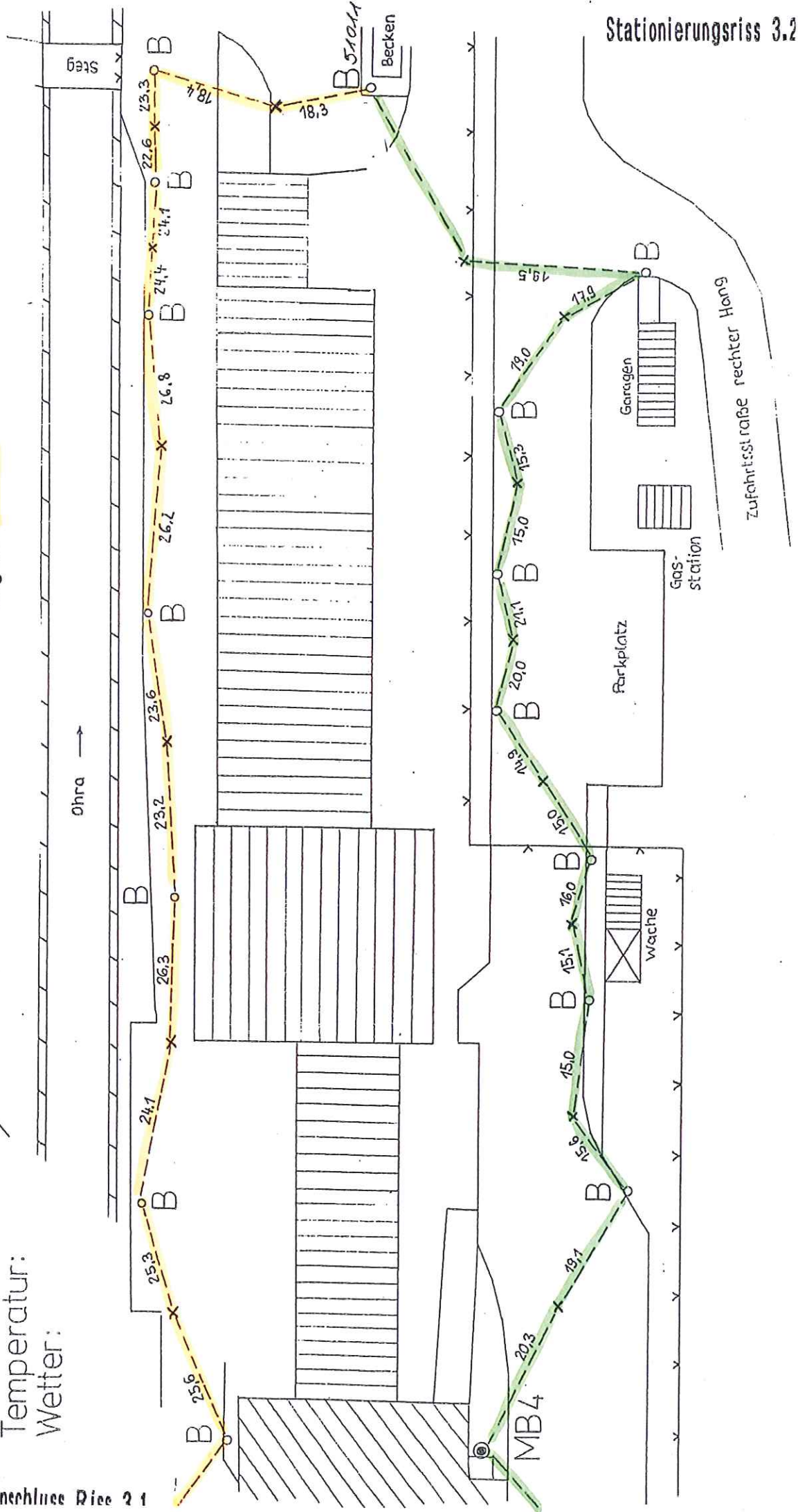
gem. durch:

Datum:

Temperatur:

Wetter:

Anschluss Riese 21



Jens Platz
Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Große Danmschleife"

Geometrisches Nivellement "Dammkrone"

Zug 11

Zug 12

Zug 13

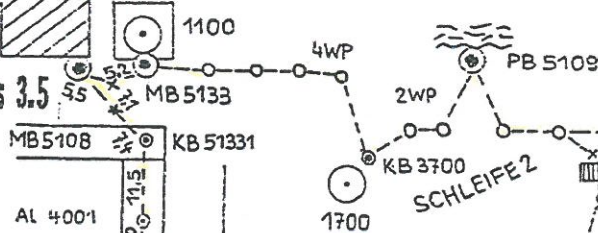
Zug 81

Zug 82

Zug 83

Stand: 05.02.01
ergänzt: Poitz 08.06
" 10.13

Stationierungsriss 3.5



gem.durch:

Datum:

Temperatur:

Wetter:

Zug 12

| |
|---------|
| AL 4001 |
| AL 4002 |
| AL 4003 |
| AL 4004 |
| AL 4005 |
| AL 4006 |
| AL 4007 |
| AL 4008 |
| AL 4009 |
| AL 4010 |
| AL 4011 |
| AL 4012 |
| AL 4013 |
| AL 4014 |
| MB 5107 |

| WP 5106 nach 5105 | | |
|-------------------|------|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 10,2 | 10,4 |
| 2. | 10,4 | 10,6 |
| 3. | 9,0 | 10,1 |
| 4. | 8,8 | 9,0 |
| 5. | 8,6 | 9,2 |
| 6. | 5,4 | 4,5 |
| PB | 5,1 | 5,3 |

Stationierungsriss 3.4

Abstandsmaße der Wechsellpunkte in [m]

| WP 5110 nach 5109 | | |
|-------------------|------|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 15,0 | 14,5 |
| 2. | 11,9 | 12,7 |
| 3. | 18,9 | 18,9 |
| 4. | 24,7 | 22,2 |
| 5. | 24,2 | 22,4 |
| 6. | 9,2 | 7,3 |
| MB | 6,7 | 7,0 |

Stationierungsriss 3.1

| WP 5105 nach 5104 | | |
|-------------------|-----|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 8,8 | 9,8 |
| 2. | 8,9 | 10,3 |
| 3. | 9,4 | 9,7 |
| 4. | 9,7 | 8,6 |
| 5. | 8,5 | 8,2 |
| PB | 3,8 | 4,5 |

| WP 5104 nach 5103 | | |
|-------------------|-----|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 7,8 | 7,6 |
| 2. | 8,3 | 10,1 |
| 3. | 9,0 | 9,5 |
| 4. | 7,9 | 10,3 |
| 5. | 8,8 | 8,8 |
| PB | 7,5 | 7,4 |

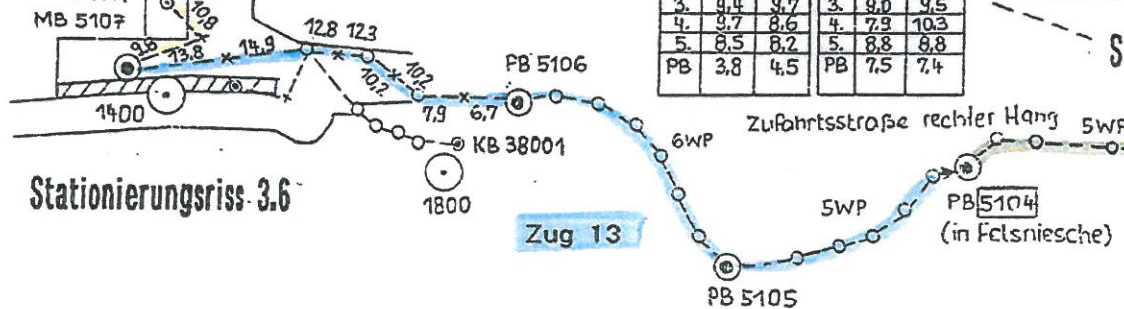
| WP 5113 nach 5112 | | |
|-------------------|------|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 18,9 | 20,6 |
| 2. | 14,2 | 14,2 |
| 3. | 3,9 | 3,4 |
| 4. | 3,2 | 3,0 |
| 5. | 4,0 | 4,1 |
| 6. | 6,1 | 5,9 |
| 7. | 4,6 | 4,4 |
| 8. | 5,7 | 5,0 |
| 9. | 8,7 | 7,8 |
| 10. | 5,9 | 6,2 |
| 11. | 5,6 | 5,4 |
| 12. | 1,9 | 6,0 |
| 13. | 6,0 | 4,3 |
| 14. | 4,5 | 4,4 |
| 15. | 5,0 | 4,0 |
| 16. | 4,4 | 5,6 |
| 17. | 3,6 | 4,8 |
| PB | 4,9 | 6,1 |

Stationierungsriss 3.2

| WP 5103 nach 5102 | | |
|-------------------|------|------|
| Nr. | r | v |
| 1. | 2,9 | 2,7 |
| 2. | 10,5 | 10,6 |
| 3. | 8,0 | 7,2 |
| 4. | 9,1 | 8,5 |
| 5. | 8,4 | 8,3 |
| 6. | 9,1 | 8,6 |
| 7. | 9,0 | 7,7 |
| 8. | 8,7 | 8,7 |
| 9. | 7,9 | 8,6 |
| PB | 4,6 | 5,0 |

Stationierungsriss 3.3

Stationierungsriss 3.6



Zug 81

Zug 82

Zug 83

Parkplatz



Stand: 05.02.01
ergänzt: 08.06 Poitz

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Linker Hang"

Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur

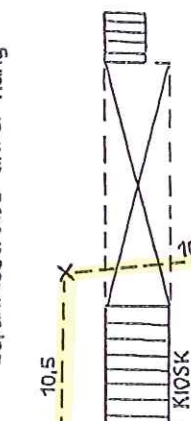
Jetzt Platz

MB 5109



Zug 91
Zug 92

Zufahrtsstraße Linker Hang



PB 5120 5121 PB

PB 5119

E

14.3

11.2

8.2

7.5

5.5

5.5

2.3

1.1

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

10.5

PB 5117

x

3.6

4.0

6.7

7.0

6.0

5.5

4.4

4.4

5.2

5.6

4.6

4.5

5.3

4.7

3.7

4.1

4.1

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

PB 5138

x

10.8

10.2

3.9

4.0

5.0

5.4

3.6

4.0

6.0

6.7

7.0

6.0

5.5

4.4

4.4

5.2

5.6

4.6

4.5

5.3

4.7

3.7

4.1

4.1

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

6.8

SCHLEIFE 3

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

MB 5146

x

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8

14.8



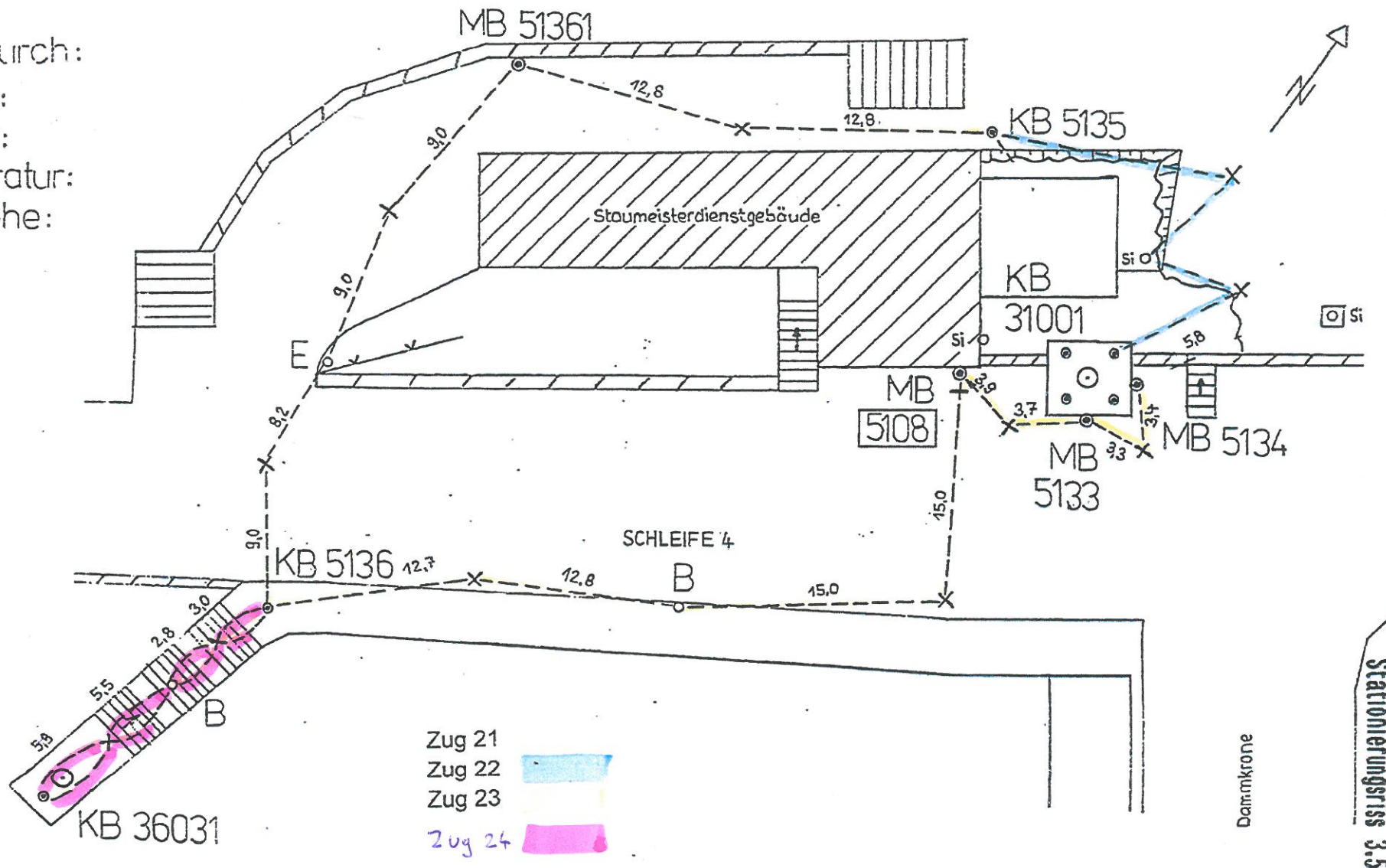
gem. durch:
Datum:
Wetter:
Temperatur:

Jens Platz
 Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA Geometrisches Nivellement "Große Dammschleife" Linker Hang

Stand: 05.02.01
 ergänzt: 08.06 Poitz
 10.13 " "

gem. durch:
 Datum:
 Wetter:
 Temperatur:
 Stauhöhe:



Geometrisches Nivellement "Große Dammschleife"

ergänzt: 08.06 Poitz

10.13 " "

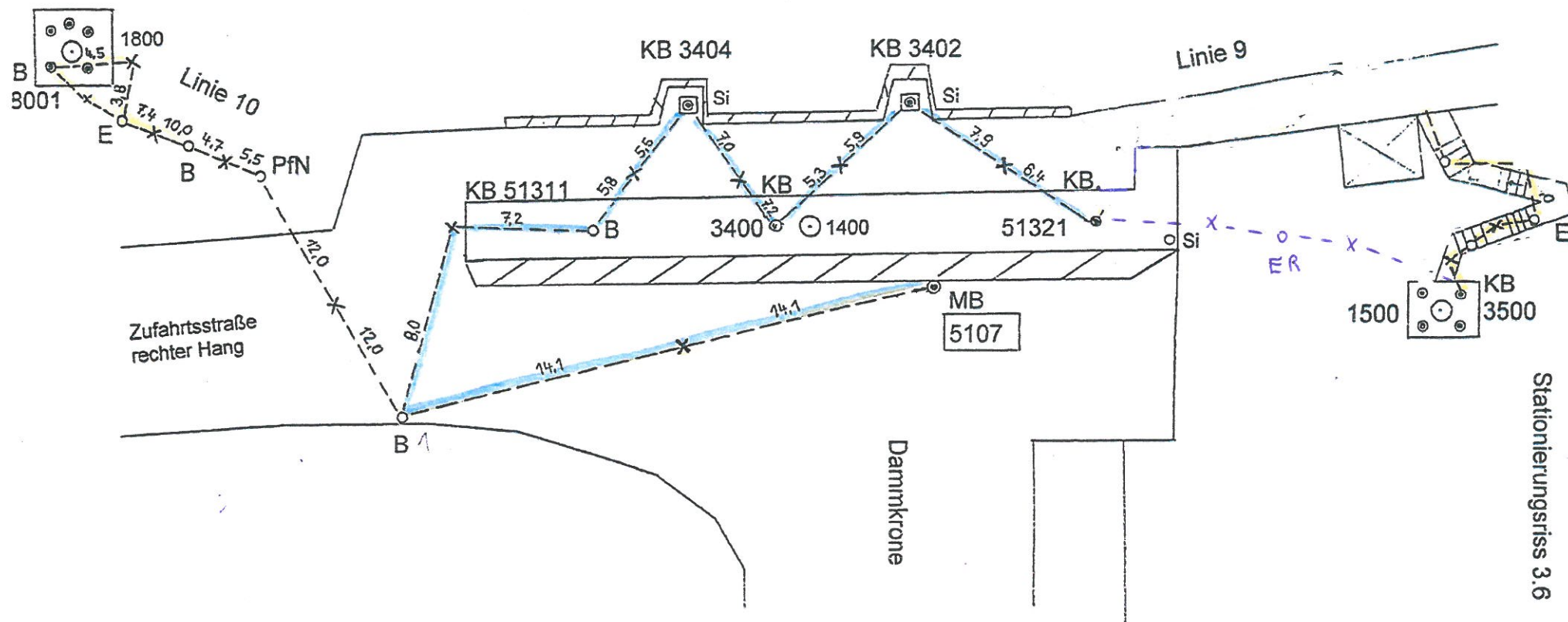
Rechter Hang

Zug 31

Zug 32

Zug 33

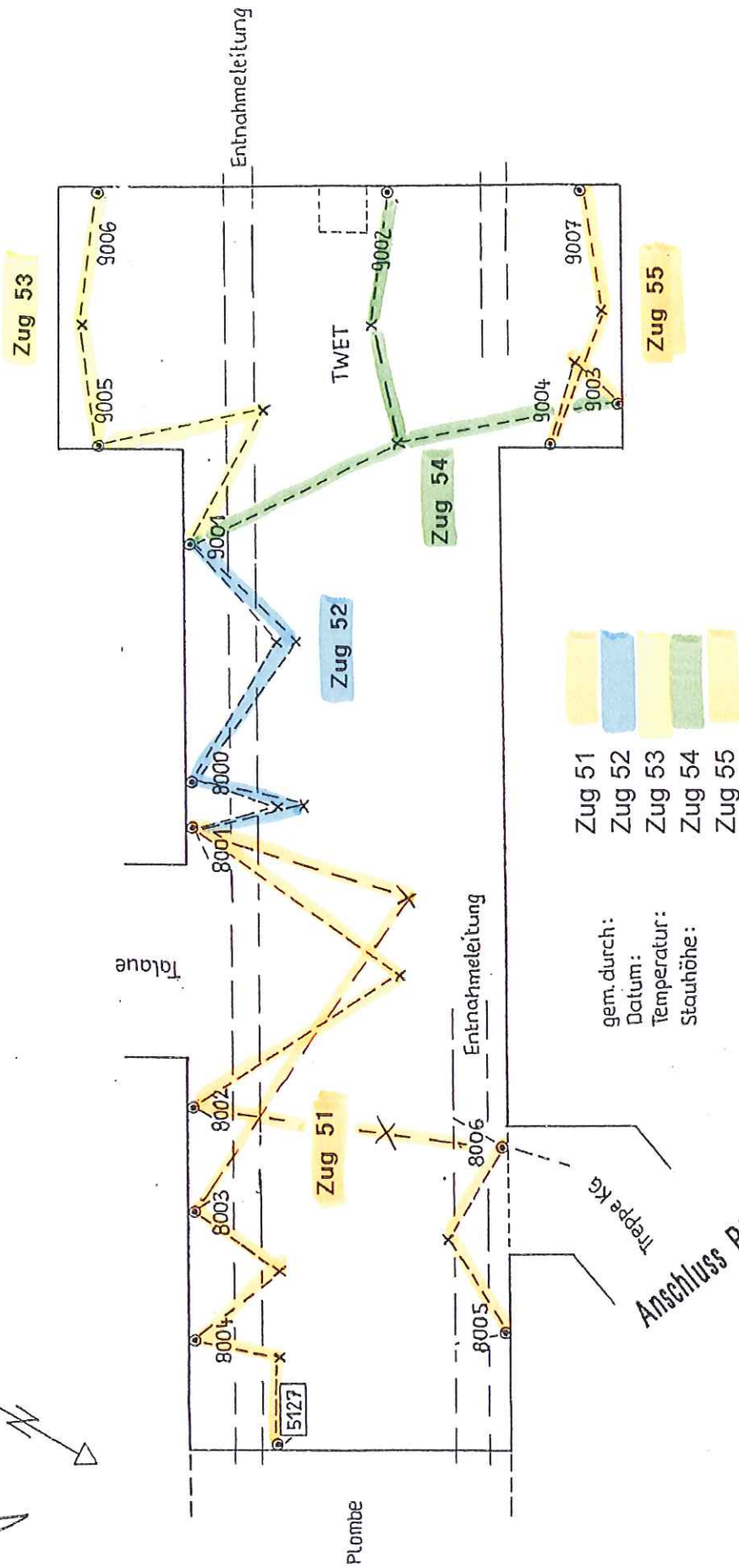
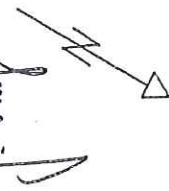
Temperatur:



MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA Geometrisches Nivellement "Kontrollgang Talaue"

Stand: 05.02.01
ergänzt: 08.06 Poitz

Wens Platz
Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur



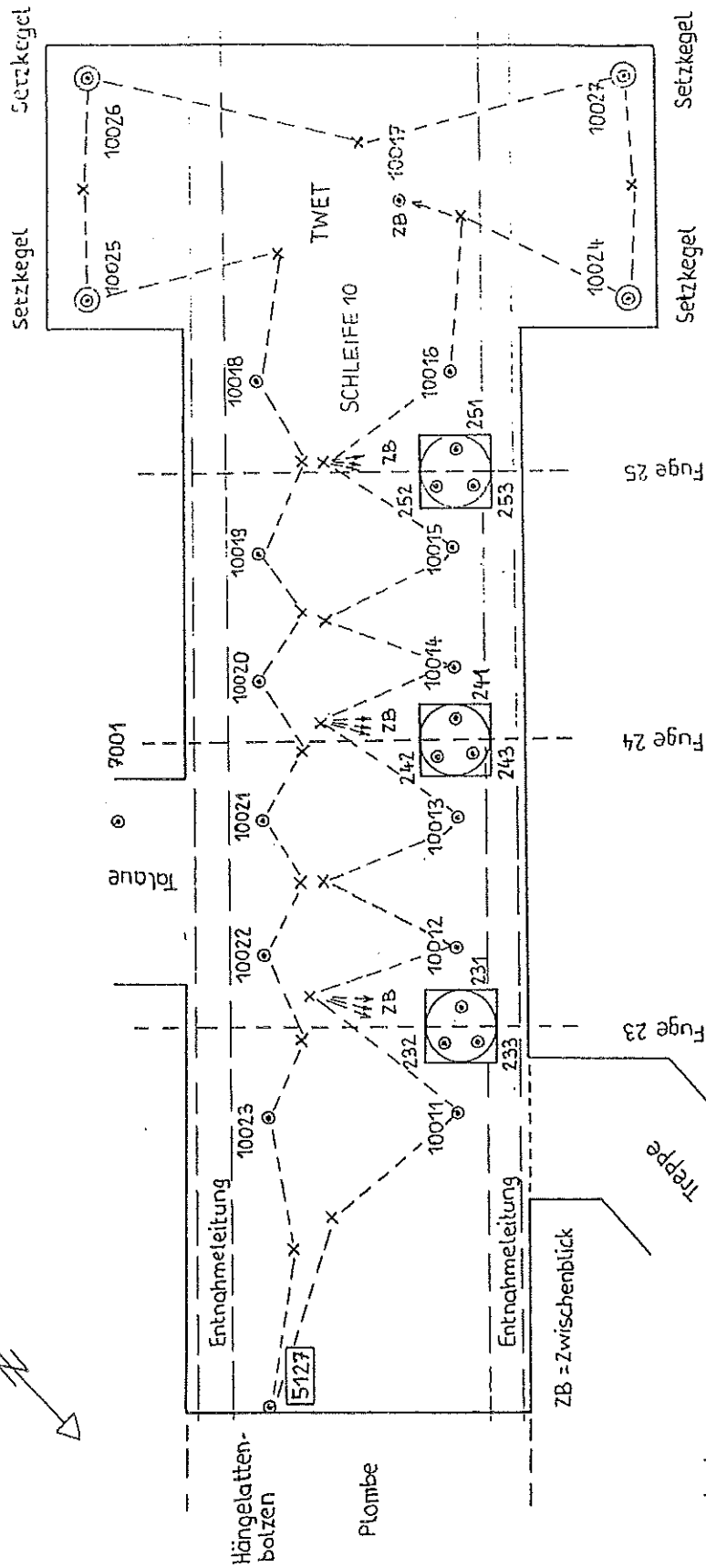
Anschluss Riß 3.10

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Kontrollgang Talau" Schleife 10

Stand: 05.02.01
ergänzt:

Jens Platz
Öffentl. bestellbar
Messungsingenieur



gem. durch:
Datum:
Temperatur:
Stauhöhe:

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Geometrisches Nivellement "Kontrollgang Talau"

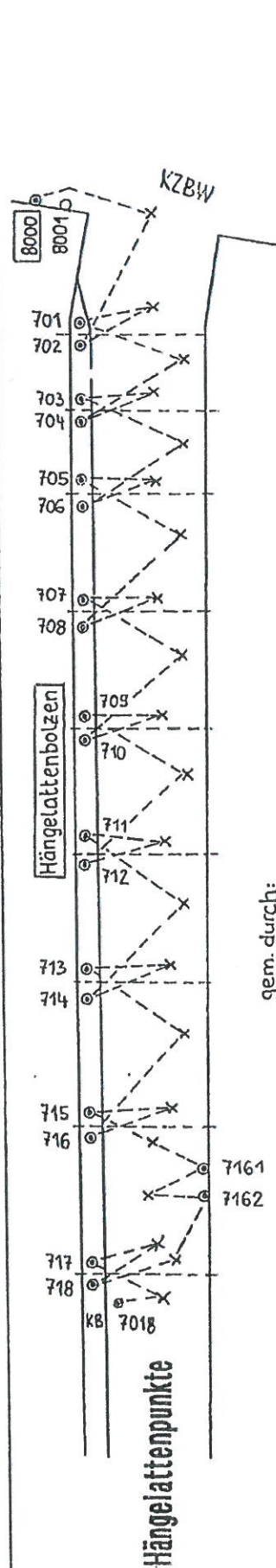
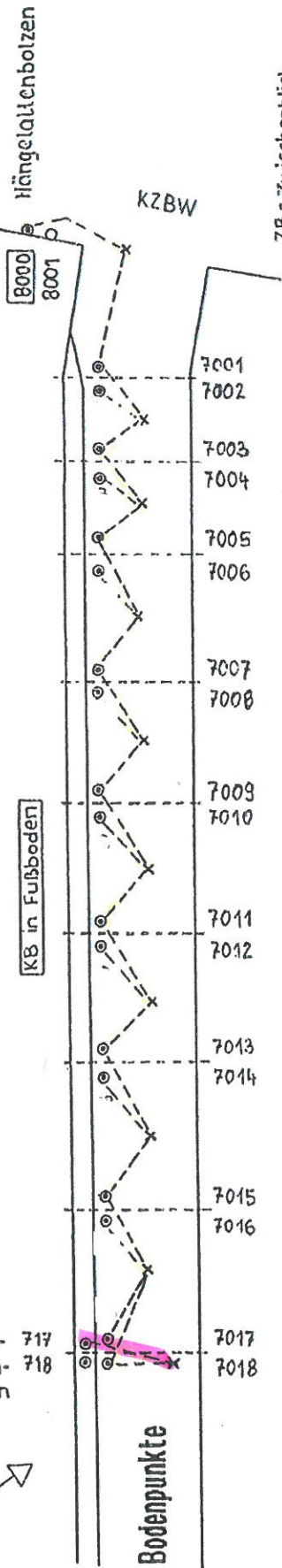
Stand: 05.02.01
ergänzt: 08.06 Poitz
10.13 " "

Zug 61

Zug 62

Jens Pötz
Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur

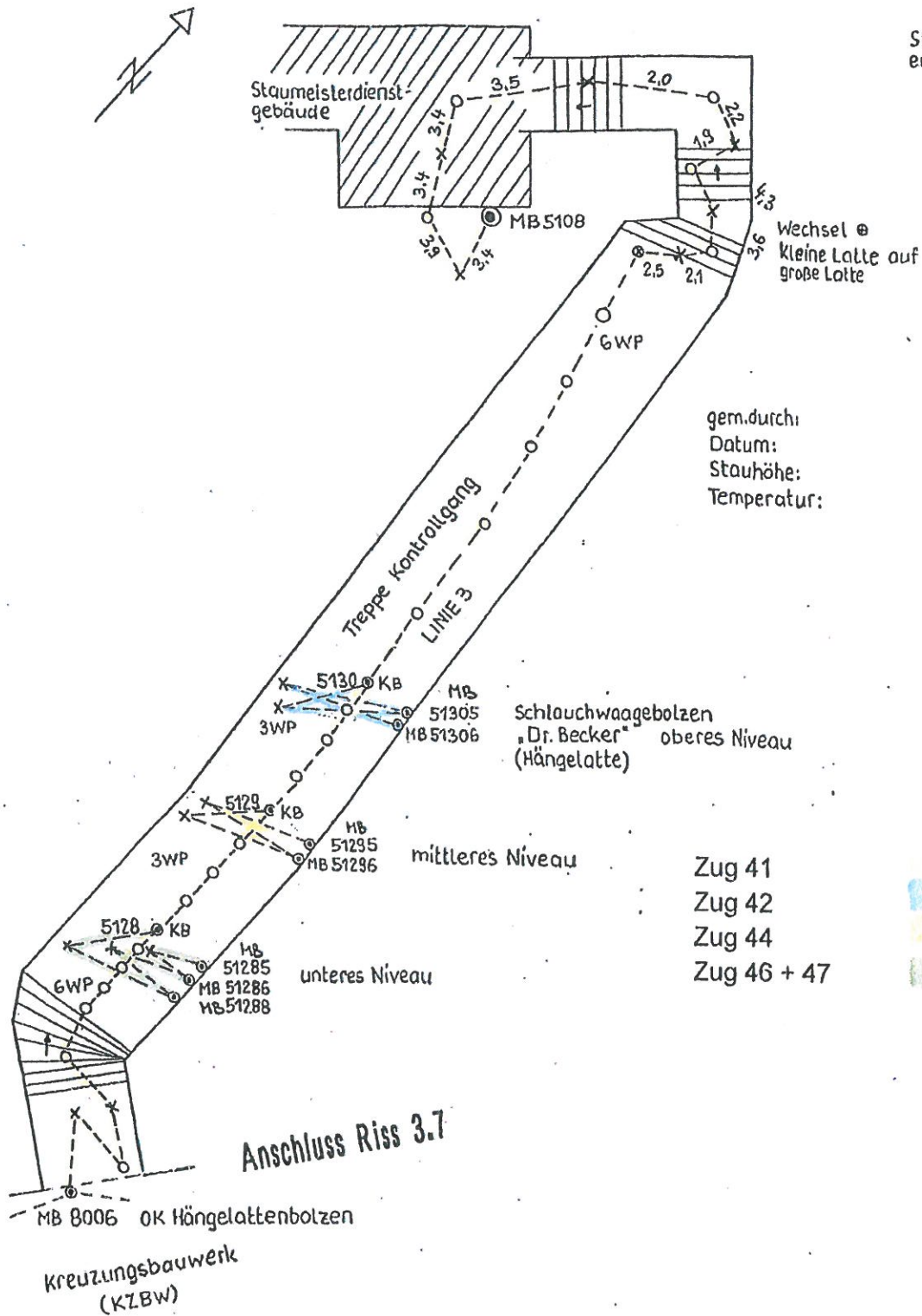
Hänge- 717
latten- 718
bolzen



gem. durch:
Datum:
Temperatur:
Stauhöhe:

Kontrollgang linker Hang

10.13 a u



Stand: 05.02.01

ergänzt: 08.06 Poitz

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

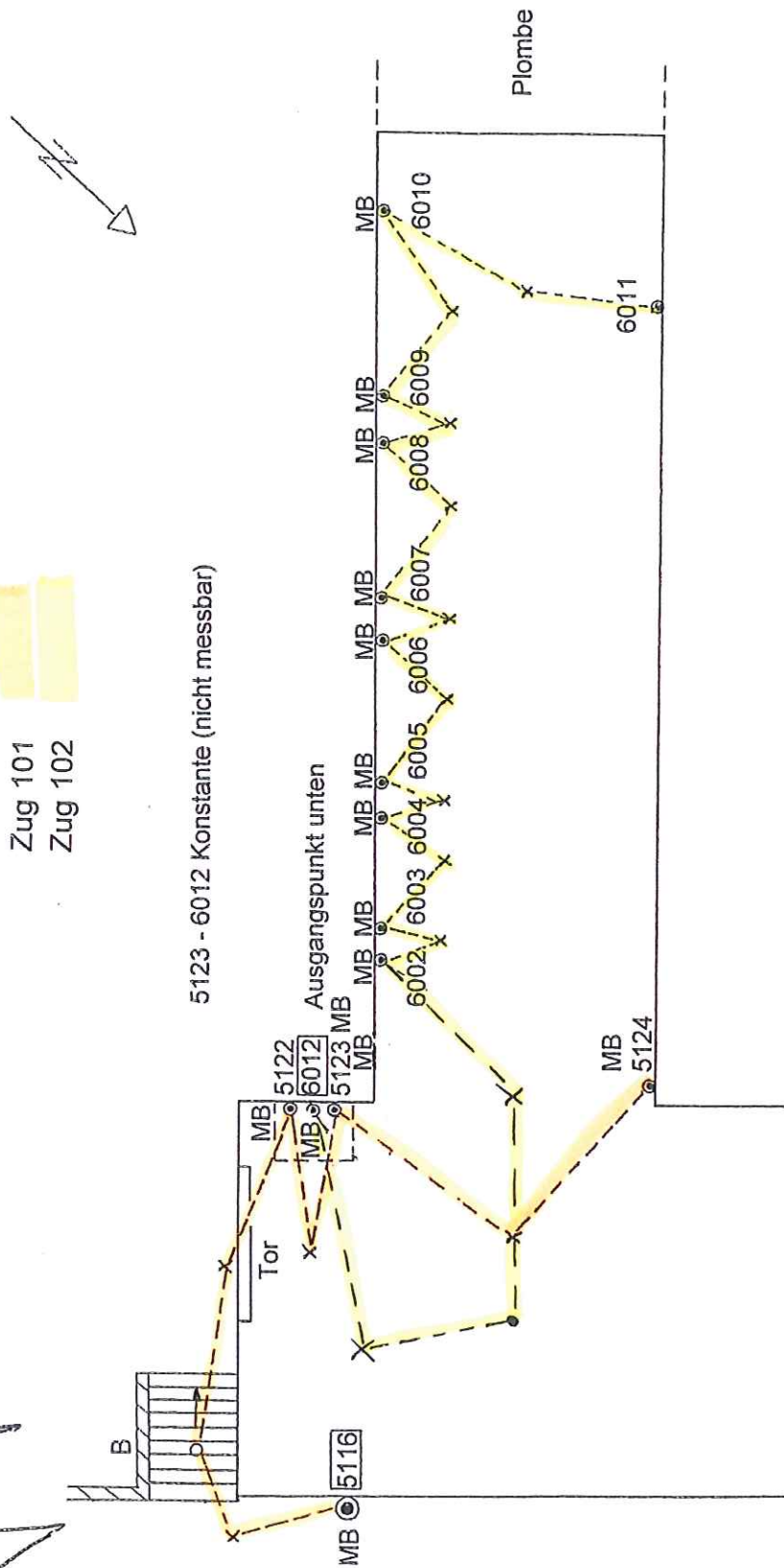
Geometrisches Nivellement "Schieberhaus"

Schieberhaus

Zug 101

Zug 102

Jens Platz
Öffentl. bestellter Vermessungsingenieur



5123 - 6012 Konstante (nicht messbar)

Ausgangspunkt unten

gem. durch:

Datum:

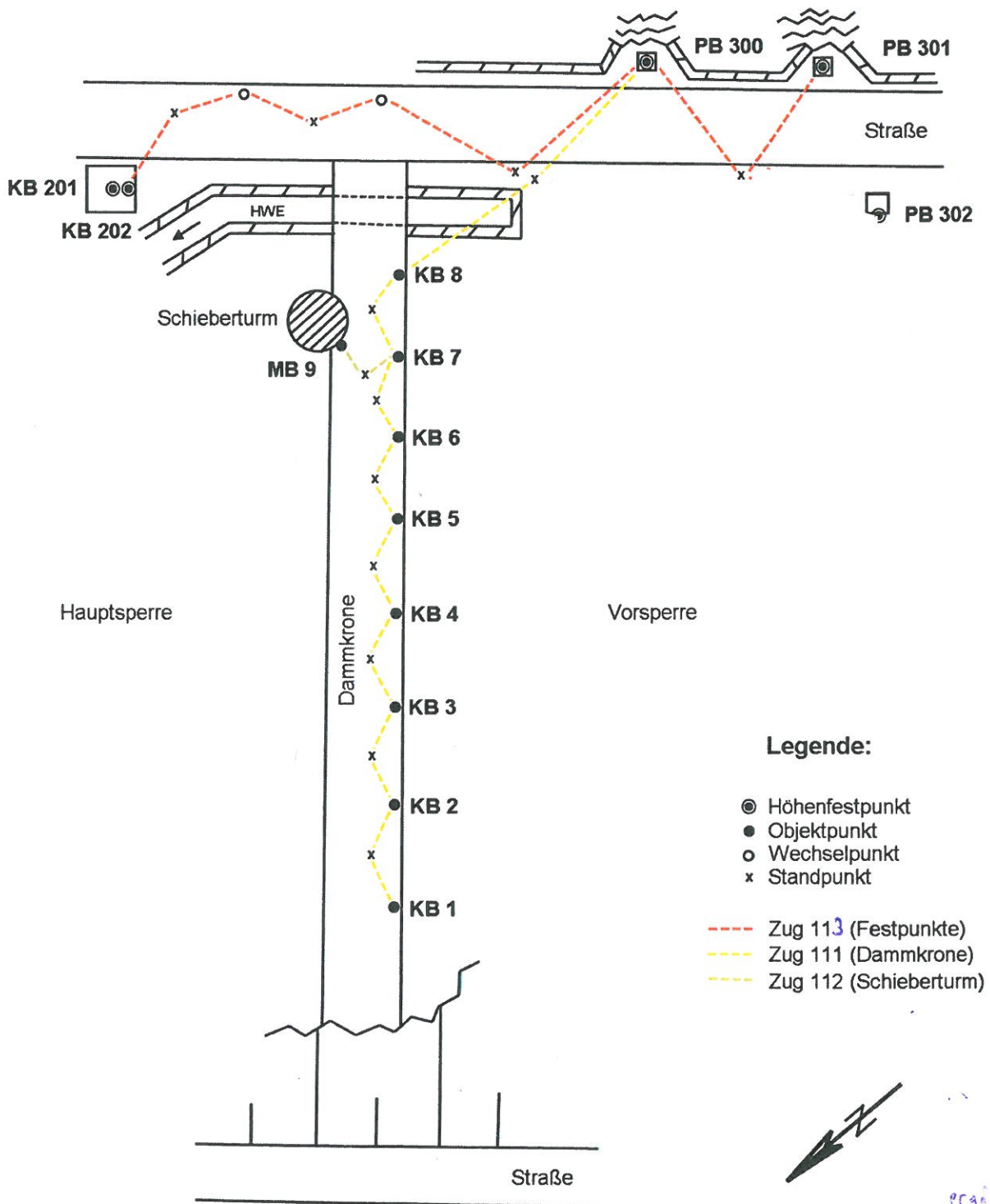
Stauhöhe:

Temperatur:

Wetter:

Thüringer Fernwasserversorgung
Betrieb Mitte
Meisterbereich Luisenthal

Talsperre Ohra - Vorsperre Kerngrund
Lageskizze mit Nivellementswegen

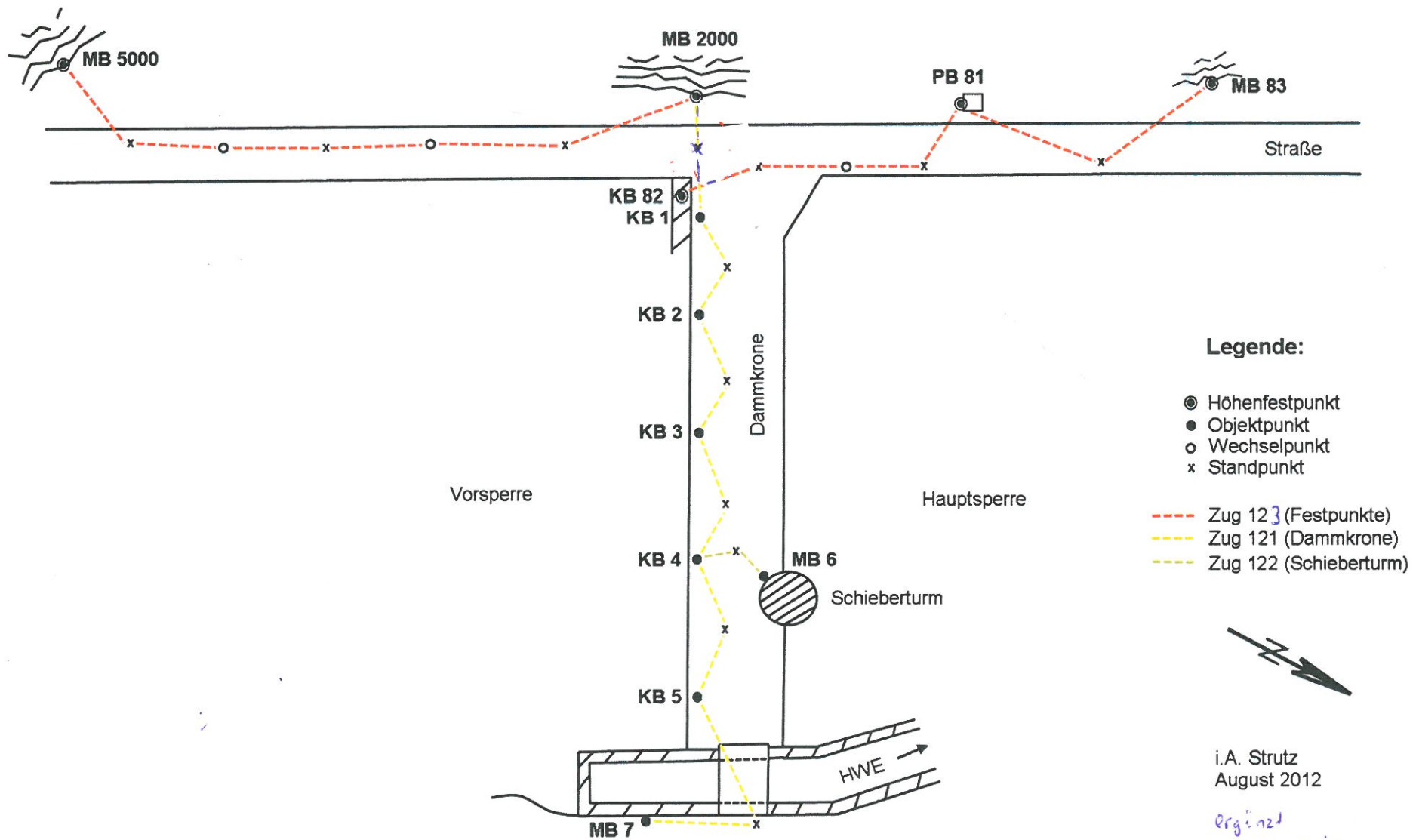


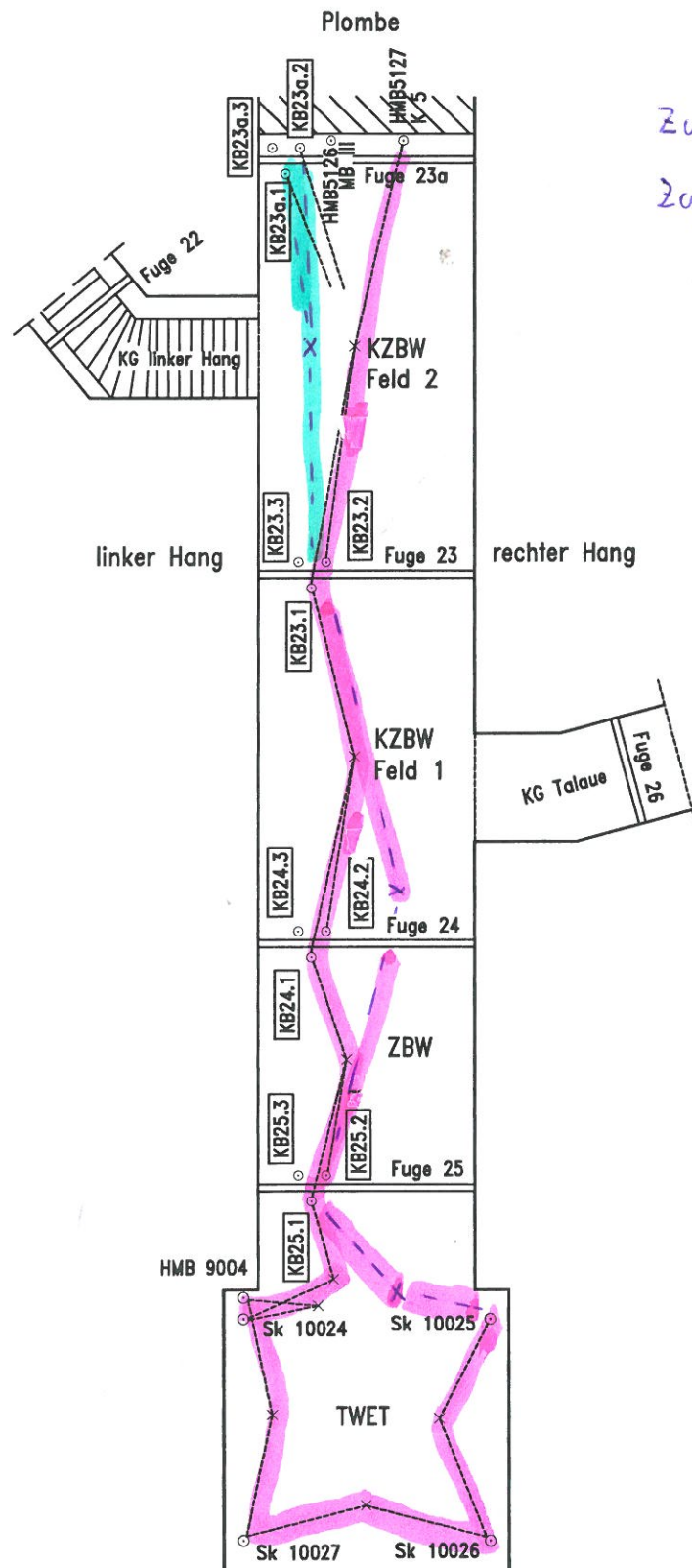
i.A. Strutz
 August 2012

ergänzt:
 Punkt
 10.13

**Thüringer Fernwasserversorgung
Betrieb Mitte
Meisterbereich Luisenthal**

**Talsperre Ohra - Vorsperre Silbergrund
Lageskizze mit Nivellementswegen**





Zug 16

Zug 17

ergänzt

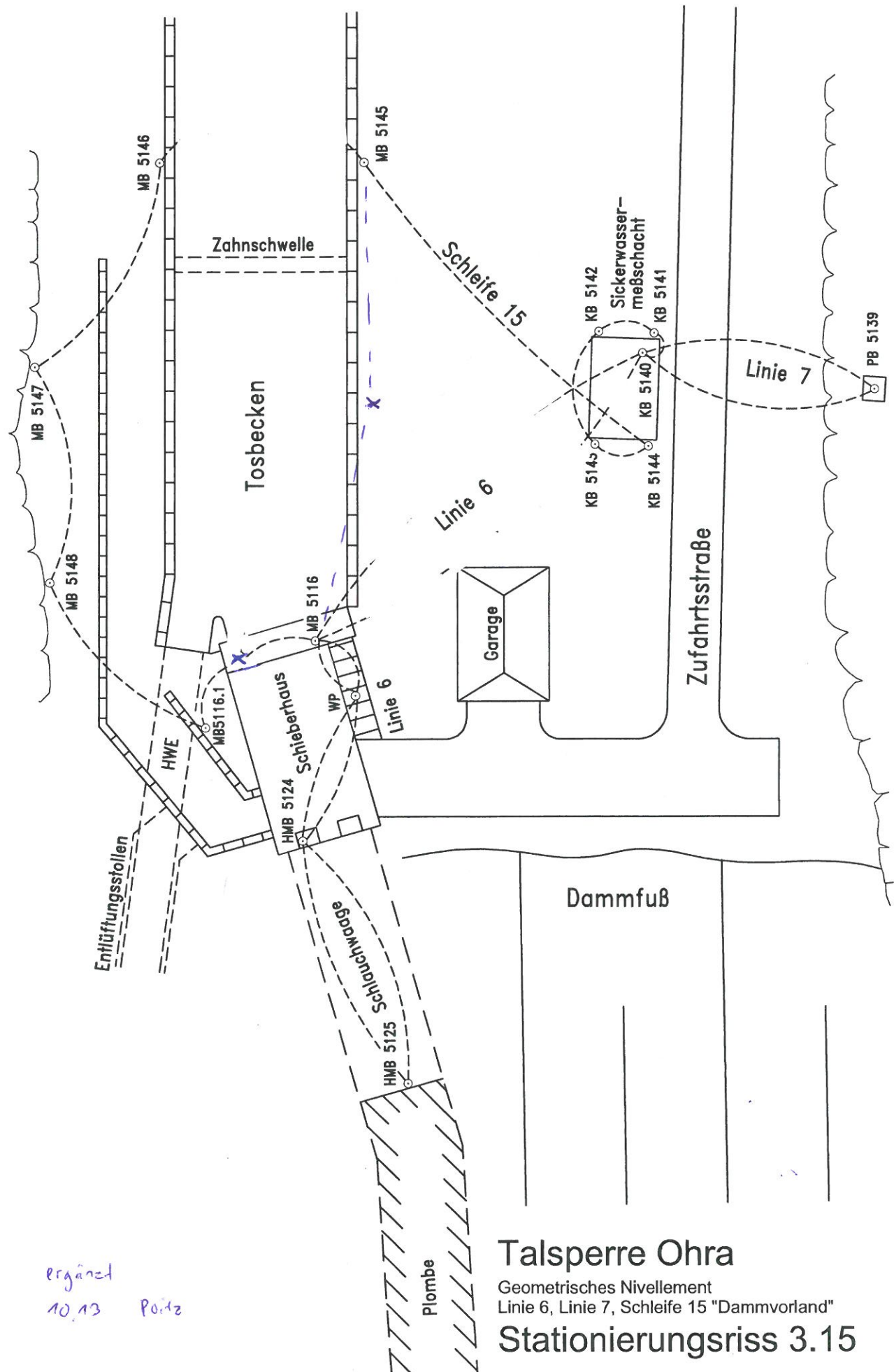
10.13

Point

Talsperre Ohra

Geometrisches Nivellement
Linie "KZBW/ZBW/TWET"

Stationierungsriß 3.14



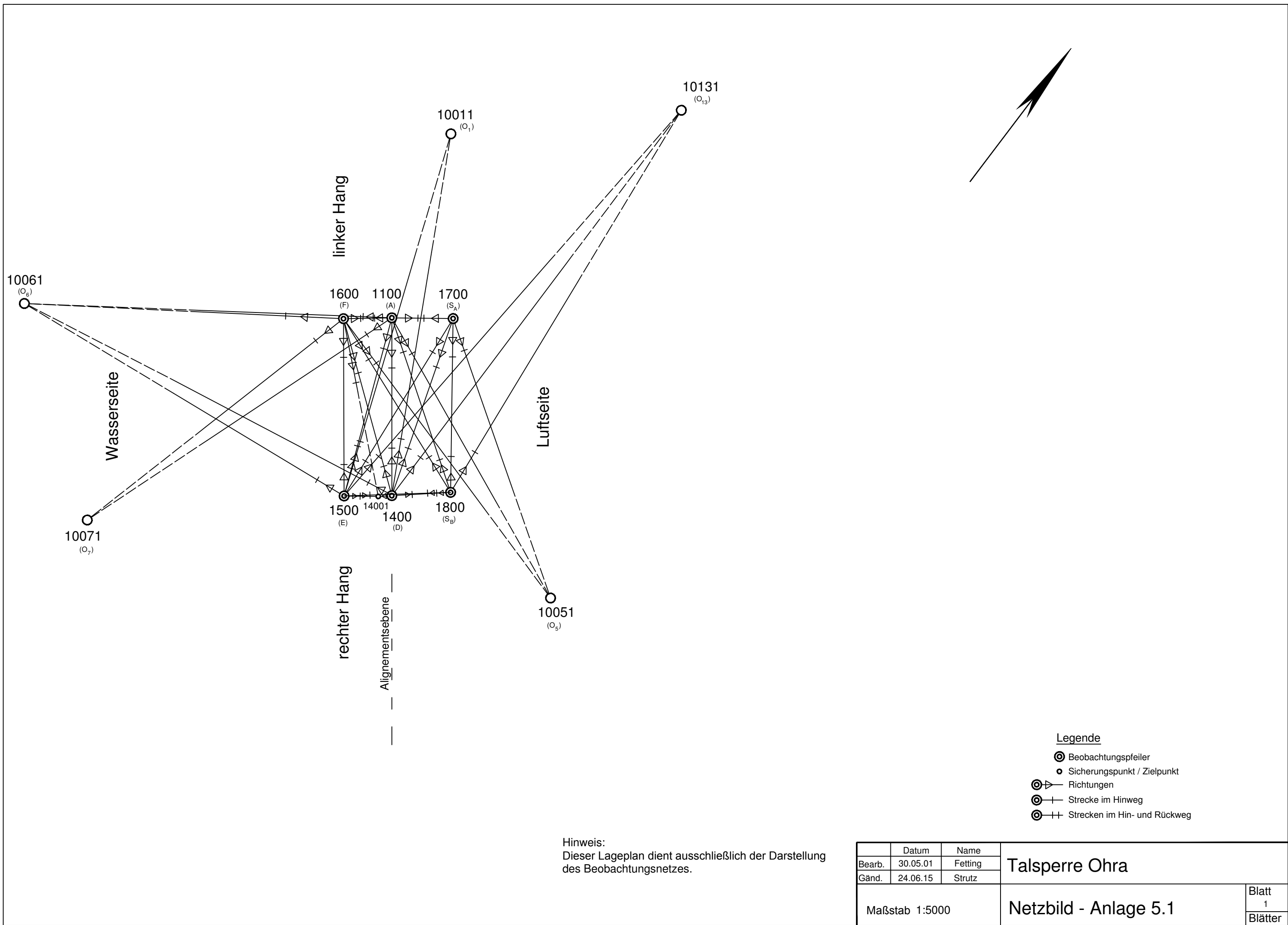
ergänzt
10, 13 Portz

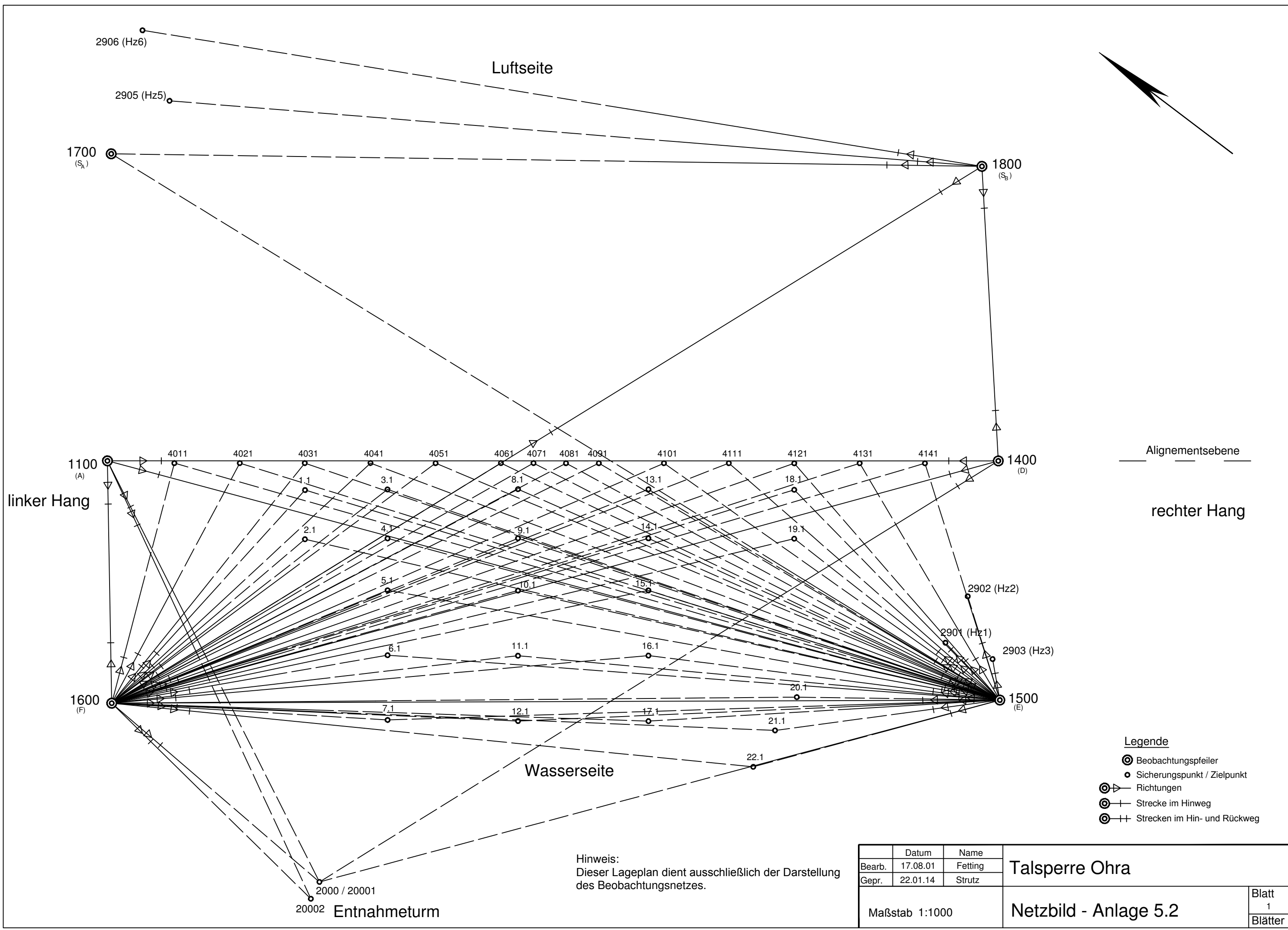
Talsperre Ohra

Geometrisches Nivellement
Linie 6, Linie 7, Schleife 15 "Dammvorland"

Stationierungsriß 3.15







linker Hang

Alignementsebene

rechter Hang

Wasserseite

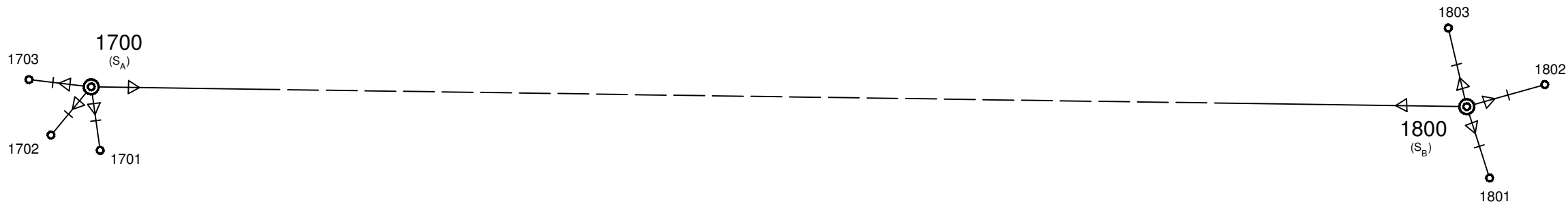
Legende

- Beobachtungspfeiler
- Sicherungspunkt / Zielpunkt
- Richtungen
- Strecke im Hinweg
- Strecken im Hin- und Rückweg

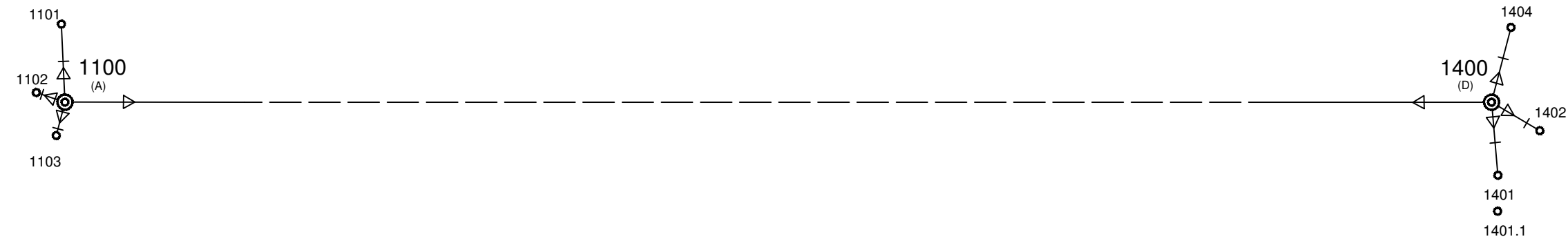
Hinweis:
Dieser Lageplan dient ausschließlich der Darstellung
des Beobachtungsnetzes.

| | | | | |
|----------------|----------|---------|-----------------------|---|
| | Datum | Name | Talsperre Ohra | |
| Bearb. | 17.08.01 | Fetting | | |
| Gepr. | 22.01.14 | Strutz | | |
| Maßstab 1:1000 | | | Netzplan - Anlage 5.2 | |
| | | | Blatt | 1 |
| | | | Blätter | |

2000 / 20001
20002 Entnahmeturm

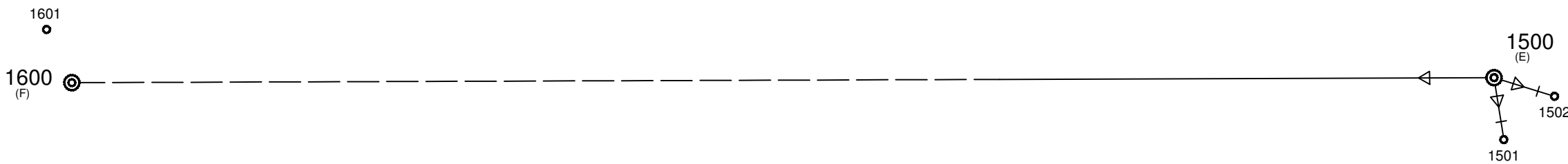


Luftseite



linker Hang

rechter Hang



Wasserseite

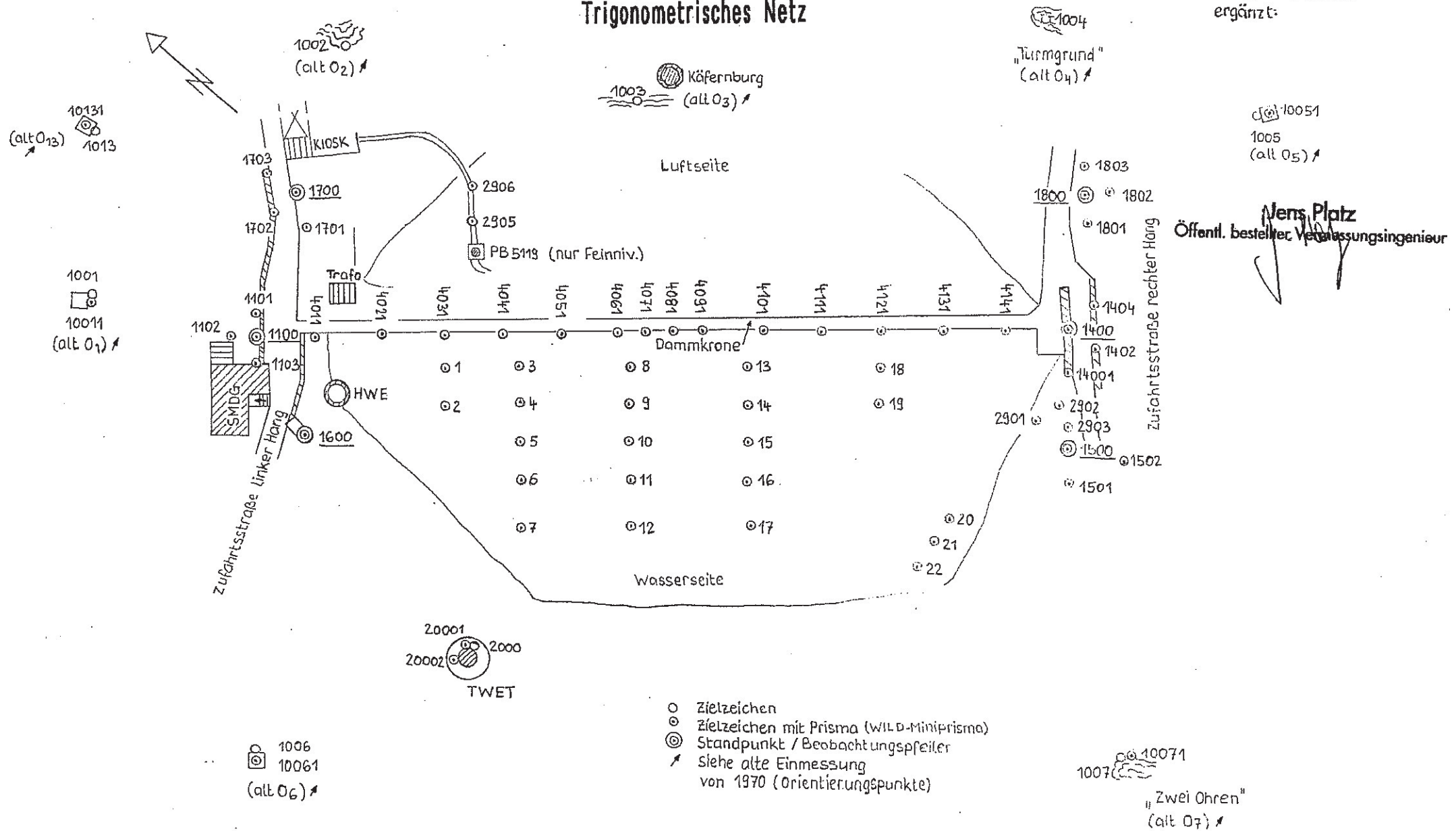
- Legende**
- Beobachtungspfeiler
 - Sicherungspunkt / Zielpunkt
 - Richtungen
 - Strecke im Hinweg
 - Strecken im Hin- und Rückweg

| | | | | |
|----------------|----------|---------|--|-----------------------|
| | Datum | Name | Talsperre Ohra | |
| Bearb. | 17.08.01 | Fetting | | |
| Gepr. | 22.01.14 | Strutz | | |
| Maßstab 1:1000 | | | Skizze der nahen Kontrollpunkte - Anlage 5.3 | Blatt 1 Blätter |

MESSANWEISUNG - TALSPERRE OHRA

Trigonometrisches Netz

Stand: 05.02.01
ergänzt:



Anlage 6.1 Zusammenstellung der Stand- und Zielpunkte; Pfeilernetz Hauptsperre

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|---|
| 1500 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (S _A) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (S _B) |
| | 14001 | Zwischenpunkt |
| | 10061 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₆) |
| | 10011 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₁) |
| | 10131 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₁₃) |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1600 | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 14001 | Zwischenpunkt |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 10051 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₅) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (S _B) |
| | 10071 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₇) |
| | 10061 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₆) |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1100 | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 14001 | Zwischenpunkt |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (S _A) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (S _B) |
| | 10071 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₇) |
| | 10061 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₆) |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|---|
| 1800 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (S _A) |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 14001 | Zwischenpunkt |
| | 10131 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₁₃) |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1400 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 10061 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₆) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (S _A) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (S _B) |
| | 10011 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₁) |
| | 14001 | Zwischenpunkt |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1700 | 1800 | Sicherungspfeiler (S _B) |
| | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 10051 | ZZ am Orientierungspunkt (O ₅) |

Anlage 6.2 Zusammenstellung der Stand- und Zielpunkte; Lage- und Höhenmessung Objektpunkte

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1500 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (SA) |
| | 20001 | Objektpunkt am TWET |
| | 2902 | Objektpunkt rechter Hang |
| | 2903 | Objektpunkt rechter Hang |
| | 1.1 bis 22.1 | 22 Objektpunkte wasserseitige Dammböschung |
| | 4011 bis 4141 | 14 Objektpunkte am Wellenbrecher |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|--|
| 1600 | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (SB) |
| | 2901 | Objektpunkt rechter Hang |
| | 2000 | Objektpunkt am TWET |
| | 20001 | Objektpunkt am TWET |
| | 20002 | Objektpunkt am TWET |
| | 1.1 bis 22.1 | 22 Objektpunkte wasserseitige Dammböschung |
| | 4011 bis 4141 | 14 Objektpunkte am Wellenbrecher |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1100 | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 1500 | Beobachtungspfeiler (E) |
| | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 2000 | Objektpunkt am TWET |
| | 20001 | Objektpunkt am TWET |
| | 20002 | Objektpunkt am TWET |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1800 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1400 | Beobachtungspfeiler (D) |
| | 1700 | Sicherungspfeiler (SA) |
| | 2905 | Objektpunkt linker Hang |
| | 2906 | Objektpunkt linker Hang |

| Standpunkt - Nr. | Zielpunkt – Nr. | Punktart |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1400 | 1600 | Beobachtungspfeiler (F) |
| | 1100 | Beobachtungspfeiler (A) |
| | 1800 | Sicherungspfeiler (SB) |
| | 20001 | Objektpunkt am TWET |

Anlage 7 Prismenzuordnung zu den Zielpunkten

| Zielpunkt | Art bzw. Lage | Vermarkung | Ausrichtung | Adapter | Prismen Art | Prismen Nr. | Prismen- konstante [mm] | trig. Höhen- messung |
|-----------|------------------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1100 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1100 | | |
| 1400 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1400 | | |
| 14001 | Hilfspunkt bei BP 1400 (=KP) | Gewinde M 8 | v | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023059 | 17,6 | |
| 1500 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1500 | | |
| 1600 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1600 | | |
| 1700 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1700 | | |
| 1800 | BP | Pfeiler FZZ | v | Prismenträger | Präzisionspr. | 1800 | | |
| 10011 | OP | Pfeiler Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023034 | 17,4 | |
| 10051 | OP | Pfeiler Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023057 | 17,5 | |
| 10061 | OP | Pfeiler Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023184 | 17,9 | |
| 10071 | OP | im Fels Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023037 | 17,4 | |
| 10131 | OP | Pfeiler Gewinde M 8 | v | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023065 | 17,7 | |
| 1.1. | Dammböschung ws. | Gewinde M 10 | schräg | M 10 Rändelschr. | Miniprisma | 5023369 | 17,7 | x |
| 3.1. | Dammböschung ws. | Gewinde M 10 | schräg | M 10 Rändelschr. | Miniprisma | 5023385 | 17,5 | x |
| 8.1. | Dammböschung ws. | Gewinde M 10 | schräg | M 10 Rändelschr. | Miniprisma | 5023366 | 17,6 | x |
| 13.1. | Dammböschung ws. | Gewinde M 10 | schräg | M 10 Rändelschr. | Miniprisma | 5023383 | 17,5 | x |
| 18.1. | Dammböschung ws. | Gewinde M 10 | schräg | M 10 Rändelschr. | Miniprisma | 5023393 | 17,3 | x |
| 4011 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023356 | 17,7 | |
| 4021 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023332 | 17,5 | |
| 4031 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023382 | 17,4 | |
| 4041 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023357 | 17,5 | |
| 4051 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023390 | 17,5 | |
| 4061 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023376 | 17,5 | |
| 4071 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023396 | 17,7 | |
| 4081 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023360 | 17,4 | |
| 4091 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023388 | 17,5 | |
| 4101 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023363 | 17,4 | |
| 4111 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023355 | 17,6 | |
| 4121 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023361 | 17,2 | |
| 4131 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023354 | 17,5 | |
| 4141 | Wellenbrecher | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma | 5023337 | 17,7 | |

FZZ Freiberger Zwangszentrierung
 KP Kontrollpunkt
 ZT Zieltafel

Aufgestellt: Poitz 20.07.05
 Blatt: 1 von 2

Anlage 7 Prismenzuordnung zu den Zielpunkten

| Zielpunkt | Art bzw. Lage | Vermarkung | Ausrichtung | Adapter | Prismen Art | Prismen Nr. | Prismen-konstante [mm] | trig. Höhen-messung |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|------------------------|---------------------|
| 1501 | Hangp. bei BP 1500 (=KP) | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023058 | 17,5 | |
| 1501 | Hangp. bei BP 1500 (=KP) | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023065 | 17,7 | |
| 2901 | Hangpunkt bei BP 1500 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023036 | 17,7 | x |
| 2902 | Hangpunkt bei BP 1500 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023071 | 17,6 | x |
| 2903 | Hangpunkt bei BP 1500 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023047 | 17,7 | x |
| 2905 | Hangpunkt linker Hang | Zeiss-Dreifuss | v | Adapter Zeiss-Wild | Miniprisma ZT | 5023031 | 17,1 | x |
| 2906 | Hangpunkt linker Hang | Zeiss-Dreifuss | v | Adapter Zeiss-Wild | Miniprisma ZT | 5023067 | 17,7 | x |
| 2000 | am TWET | Zieltafel mit konz. Kreisen | v | - | - | - | - | x |
| 20001 | am TWET | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023049 | 17,5 | x |
| 20002 | am TWET | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023070 | 17,4 | x |
| 1101 | KP zu BP 1100 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023036 | 17,7 | |
| 1102 | KP zu BP 1100 | Gewinde M 8 | v | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023071 | 17,6 | |
| 1103 | KP zu BP 1100 | Gewinde M 8 | hz | M 8 Rändelschr. | Miniprisma ZT | 5023057 | 17,5 | |
| 1402 | KP zu BP 1400 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023047 | 17,7 | |
| 1404 | KP zu BP 1400 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023058 | 17,5 | |
| 1701 | KP zu BP 1700 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023058 | 17,5 | |
| 1702 | KP zu BP 1700 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023047 | 17,7 | |
| 1703 | KP zu BP 1700 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023065 | 17,7 | |
| 1801 | KP zu BP 1800 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023058 | 17,5 | |
| 1802 | KP zu BP 1800 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023065 | 17,7 | |
| 1803 | KP zu BP 1800 | Gewinde M 8 | v | M 8 Steckzapfen | Miniprisma ZT | 5023047 | 17,7 | |

FZZ Freiberger Zwangszentrierung
 KP Kontrollpunkt
 ZT Zieltafel

Aufgestellt: Poitz 20.07.05
 Blatt: 2 von 2

Punktbeschreibung OP 10011

Beschreibung:

Granitpfiler mit Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8 und abnehmbarer Zieltafel.

Er befindet sich am linken Hang aus Richtung Hotel Berghof und 5-Wege-Kreuz und ragt ca. 1,2 m aus dem Boden.

Lageskizze mit Anfahrtsweg (●-●-●):

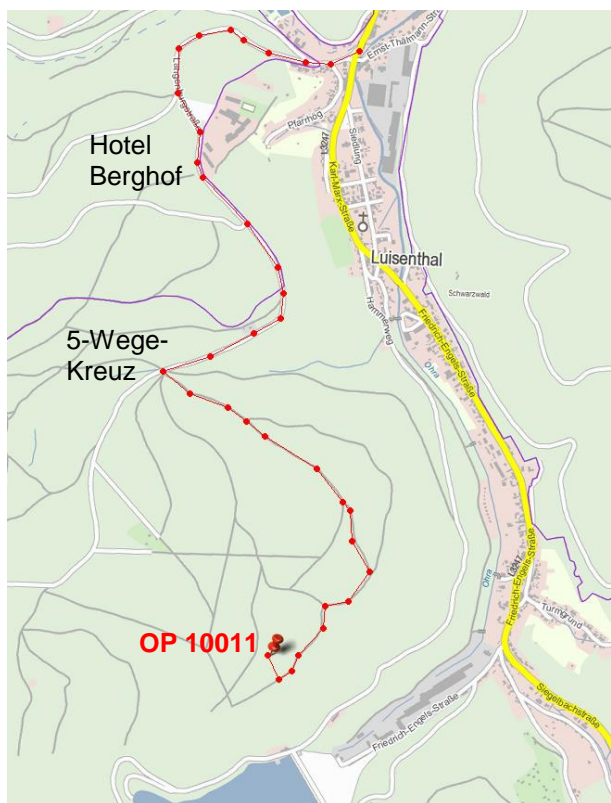


Foto:



Koordinaten: (Messdatum 14.10.1998)

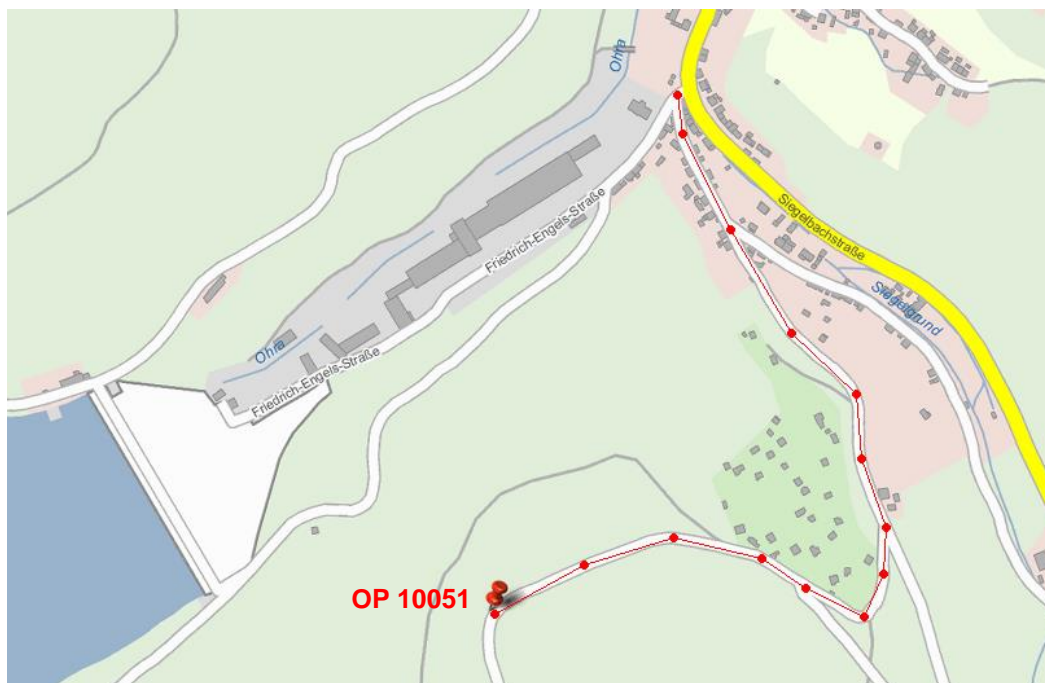
| Punkt-nummer | [m] | lokales Defonetz | [m] | Lagestatus 120 PD83, GK4 | [m] | Lagestatus 489 ETRS89, UTM32 |
|--------------|-----|------------------|-----|--------------------------|-----|------------------------------|
| OP 10011 | x | 1555,7899 | R | 4409716,646 | E | 32621195,390 |
| | y | 1090,8060 | H | 5626706,112 | N | 5625523,669 |

Punktbeschreibung OP 10051

Beschreibung:

Granitpfiler mit Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8 und abnehmbarer Zieltafel.
Er befindet sich am rechten Hang und ragt ca. 1,2 m aus dem Boden.

Lageskizze mit Anfahrtsweg (●---●):



Koordinaten: (Messdatum 14.10.1998)

Foto:

| Punktnummer | OP 10051 | |
|------------------------------|--------------|-------------|
| [m] | x | y |
| lokales Defonetz | 842,6362 | 1244,0698 |
| [m] | R | H |
| Lagestatus 120 PD83, GK4 | 4410210,527 | 5626168,790 |
| [m] | E | N |
| Lagestatus 489 ETRS89, UTM32 | 32621710,480 | 5625006,974 |



Punktbeschreibung OP 10061

Beschreibung:

Granitpfiler mit Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8 und abnehmbarer Zieltafel.
Er befindet sich am linken Hang in Nähe der Stauraumstraße Richtung Kerngrund und ragt ca. 1,2 m aus dem Boden.

Lageskizze mit Anfahrtsweg (●---●):



Koordinaten: (Messdatum 14.10.1998)

Foto:

| Punktnummer | OP 10061 | |
|------------------------------|--------------|-------------|
| [m] | x | y |
| lokales Defonetz | 1295,2797 | 434,9971 |
| [m] | R | H |
| Lagestatus 120 PD83, GK4 | 4409283,550 | 5626148,740 |
| [m] | E | N |
| Lagestatus 489 ETRS89, UTM32 | 32620785,400 | 5624949,390 |



Punktbeschreibung OP 10071

Beschreibung:

Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8 und abnehmbare Zieltafel am Felsen „Zwei Ohren“ am rechten Hang entlang der Stauraumstraße in Richtung Triefstein. ca. 10 m über dem Weg.

Lageskizze mit Anfahrtsweg (●---●):

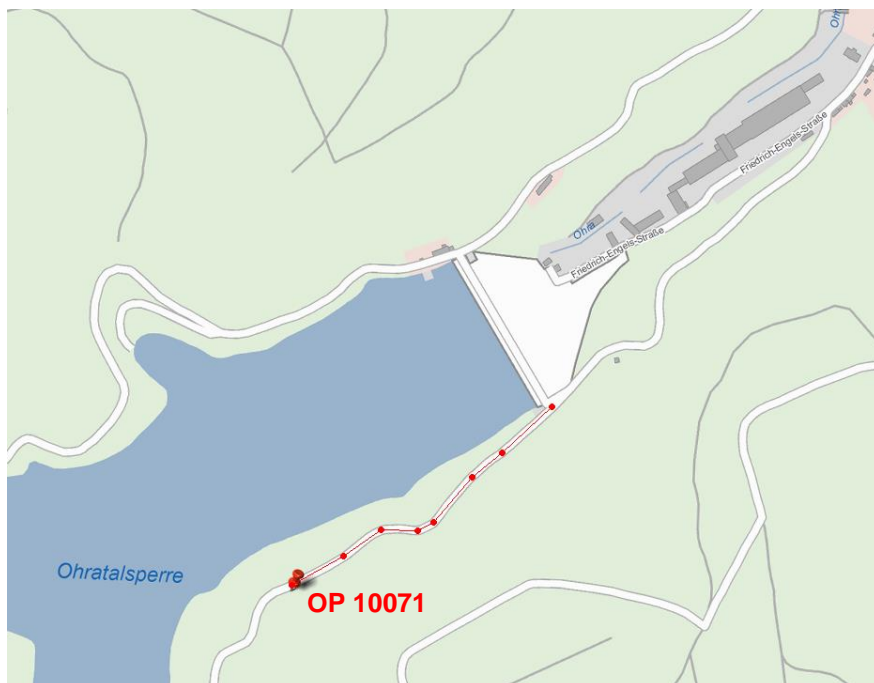
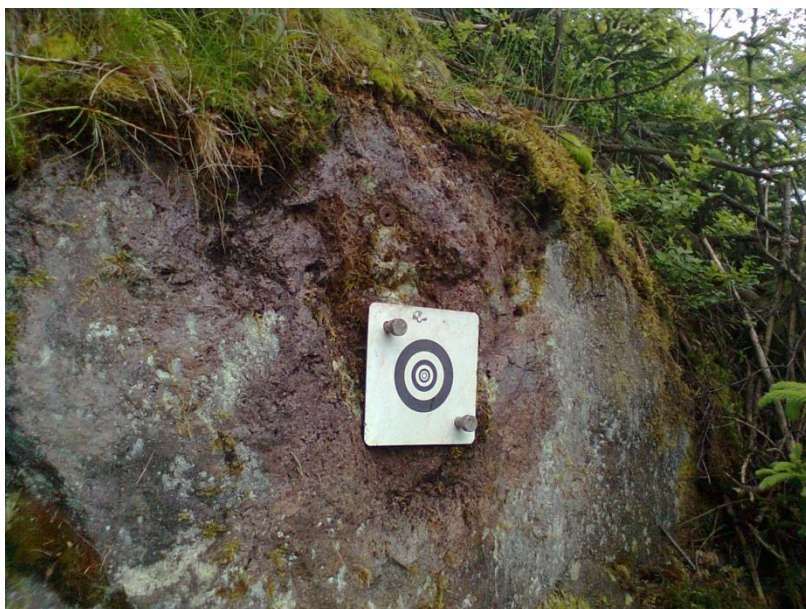


Foto:



Koordinaten: (Messdatum 14.10.1998)

| Punkt-nummer | [m] | lokales Defonetz | [m] | Lagestatus 120 PD83, GK4 | [m] | Lagestatus 489 ETRS89, UTM32 |
|--------------|-----|------------------|-----|--------------------------|-----|------------------------------|
| OP 10071 | x | 962,6398 | R | 4409535,700 | E | 32621046,860 |
| | y | 531,8624 | H | 5625911,243 | N | 5624722,375 |

Punktbeschreibung OP 10131

Beschreibung:

Granitpfiler mit Wandbolzen für Miniprisma WA Wild M8 und abnehmbarer Zieltafel.
Er befindet sich am linken Hang aus Richtung Hotel Berghof und 5-Wege-Kreuz und ragt ca. 1,2 m aus dem Boden.

Lageskizze mit Anfahrtsweg (●-●-●):

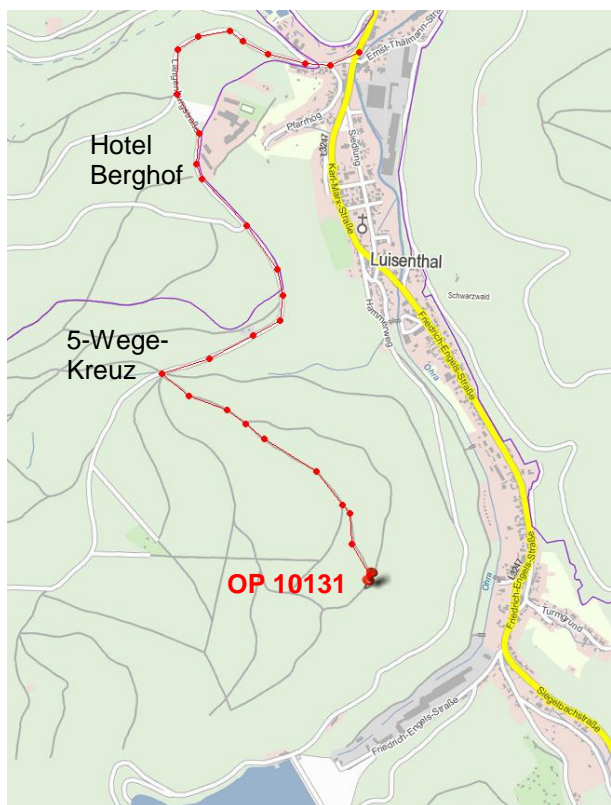


Foto:



Koordinaten: (Messdatum 14.10.1998)

| Punkt-nummer | [m] | lokales Defonetz | [m] | Lagestatus 120 PD83, GK4 | [m] | Lagestatus 489 ETRS89, UTM32 |
|--------------|-----|------------------|-----|--------------------------|-----|------------------------------|
| OP 10131 | x | 1592,2289 | R | 4410003,712 | E | 32621473,570 |
| | y | 1445,0663 | H | 5626917,063 | N | 5625746,013 |

Anleitung

zur Durchführung und Auswertung

von Schlauchwaage – Überlaufmessungen

im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre

bearbeitet von Dr. – Ing. Alfred Becker
Berlin, Juni 1967

Inhalt:

- I. Prinzip des Schlauchwaage – Überlaufmessverfahrens
- II. Störungen, die die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigen können
- III. Anordnung des Schlauchwaage – Überlaufmesssystems im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre
- IV. Durchführung von Schlauchwaage – Überlaufmessungen im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre
- V. Auswertung der Schlauchwaage – Überlaufmessungen
 - A. Schnellauswertung
 - B. Berücksichtigung der Temperaturkorrektur bei der Auswertung der Schlauchwaage – Überlaufmessungen
- VI. Darstellung der ermittelten Setzungen der einzelnen Messpunkte in Form von Setzungskurven

Anlagen:

1. Muster des Messprotokolls zu Schlauchwaage – Überlaufmessungen
2. Deckblatt mit den gemittelten h_g – Absenkungskurven und Bezugshöhen der 1. Messserie für alle 9 Messpunkte im Steinschüttdamm Talsperre – Ohra
3. Tabelle zur Eintragung der ermittelten Setzungen aller 9 im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre vorhandenen Überlaufgefäße
4. Tabelle zur Bestimmung der Dichte des Wassers in Abhängigkeit von seiner Temperatur
5. Deckblatt mit den gemittelten h_t – Absenkungskurven und Bezugshöhen der 1. Messserie für alle 9 Messpunkte im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre

I. Prinzip des Schlauchwaage - Überlaufmessverfahrens

Das Schlauchwaage – Überlaufmessverfahren ermöglicht die Messung der vertikalen Bewegungen solcher interessierenden Punkte in Bauwerken, die nach Fertigstellung des Bauwerkes schwer oder überhaupt nicht mehr zugänglich sind. In solchen Punkten werden Messgefäße der in Bild 1 dargestellten Art aufgestellt (sog. Überlaufgefäße). Damit die Überlaufgefäße vor Beschädigung geschützt sind und eine gesicherte Position einnehmen, werden sie in Lockermaterial, wie z.B. im Schüttkörper eines Steinschüttdammes, in Schutzbehältern aus Beton o.ä. fest verankert bzw. eingeklemmt angeordnet. Von jedem Überlaufgefäß führt unter dessen Aufstellungsniveau ein Verbindungsschlauch zu einer zugänglichen Messstation, wo er an eine Präzisionsschlauchwaage angeschlossen werden kann (Bild 2). Der Verbindungsschlauch wird zweckmäßig in einem Schutzrohr verlegt, das gleichzeitig als Abflussrohr für das am Überlaufgefäß überlaufende Wasser dient.

Zur Messung wird das Messsystem von der Messstation aus mit Wasser aufgefüllt und zwecks Beseitigung von Luftblasen einige Zeit kräftig durchgespült, wobei das am Überlaufgefäß überlaufende Wasser durch das Schutzrohr abfließt. Der Wasserspiegel steht hierbei im Überlaufgefäß oberhalb der Überlaufkante. Nach Beendigung des Durchspülens stellt sich der Wasserspiegel im gesamten Messsystem nach den Prinzip kommunizierender Gefäße in gleicher Höhe ein und sinkt so langsam ab, bis er die Höhe der Überlaufkante am Überlaufgefäß erreicht hat. Die Absenkung des Wasserspiegels kann in der Präzisionsschlauchwaage mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 mm gemessen und in Form einer Absenkungskurve aufgezeichnet werden (Bild 5). Jede Absenkungskurve strebt asymptotisch einem Endwert – der Höhe der Überlaufkante am Überlaufgefäß – zu. Bei zeitlich auseinanderliegenden Messungen, zwischen denen eine Setzung des Überlaufgefäßes erfolgte, ergeben sich entsprechend gegeneinander verschobene Absenkungskurven. Die Verschiebung der Absenkungskurve gegeneinander bzw. die Differenz zwischen ihren Endwerten entspricht der interessierenden, zwischen den beiden Messungen eingetretenen Setzung des Überlaufgefäßes (Bild 6).

II. Störungen, die die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigen können

Die an sich hohe Messgenauigkeit der Schlauchwaage – Überlaufmessungen von 0,1 bis 0,01 mm kann durch folgende Erscheinungen beeinträchtigt werden:

- a.) Luftblasen im Verbindungsschlauch
- b.) Erschütterungen und Luftzug
- c.) Temperaturunterschiede und Temperaturschwankungen im Messsystem

Zu a.): Luftblasen im Verbindungsschlauch, insbesondere wenn sie den gesamten Schlauchquerschnitt ausfüllen, verfälschen das Messergebnis. Damit solche Luftblasen nicht vorkommen, muss der Verbindungsschlauch überall unterhalb des Messniveaus verlaufen. Er darf nicht in Schlingen liegen und muss vor Beginn jeder Messung kräftig und lange genug durchgespült werden.

Zu b.) Erschütterungen und Luftzug rufen Schwankungen des Wasserspiegels im Messsystem hervor, durch die die Absenkungskurven verformt werden. Deshalb ist bei Messungen auf die Vermeidung von Erschütterungen und Luftzug zu achten, insbesondere dürfen die Verbindungsschläuche nicht bewegt werden.

Zu c.) Weichen die Temperaturen des Wassers im Überlaufgefäß und im angrenzenden Teil des Verbindungsschlauches von denen in der Messstation ab, so stimmen wegen der Temperaturabhängigkeit der Dichte des Wassers die in der Schlauchwaage gemessenen Wasserspiegelhöhen mit denen im Überlaufgefäß nicht genau überein. Der Wasserspiegel steht dort höher, wo sich das Wasser mit der geringeren Dichte befindet. Die sich ergebende Abweichung der gemessenen Wasserspiegelhöhe von der im Überlaufgefäß ist umso größer, je größer die Dichtedifferenz ist und je größer der durch den Verbindungsschlauch zwischen Überlaufgefäß und Schlauchwaage überbrückte maximale Niveauunterschied ist. Sind die Temperaturen des Wassers im Messsystem bekannt, so kann die Messhöhenabweichung berechnet werden (Temperaturkorrektur). Deshalb empfiehlt es sich, bei Messungen die Temperaturen im Messsystem ständig zu überwachen.

Steigt oder fällt die Temperatur bzw. Dichte des Wassers im und nahe dem Überlaufgefäß, so wirkt sich dies auf die Form der Absenkungskurve auch nach Anbringen der Temperaturkorrektur aus. Bei Dichteabnahmen ist die Absenkungskurve verflacht und das Erreichen des Endwertes verzögert (obere gestrichelte Kurve in Bild 3); bei Dichtezunahmen ist die Wasserspiegelabsenkung beschleunigt (untere strichpunktierte Kurve in Bild 3) und der Endwert wird vorzeitig erreicht. Diese Effekte können die Auswertung der Messungen etwas erschweren, weshalb der Messvorgang zweckmäßig von vorn herein entsprechend gestaltet, z.B. so kurz wie möglich gehalten wird, so dass sich die Dichteänderungen nicht allzu stark auswirken können. In der vorliegenden Anleitung ist diese Forderung berücksichtigt.

III. Anordnung des Schlauchwaage – Überlaufmesssystems im Steinschüttdamm Ohra Talsperre

Im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre wurden unter der wasserseitigen Dichtungshaut in 3 Messniveaus (ca. 0,35, 0,5 und 0,66 der Dammhöhe) und 3 Profilen je 3 Überlaufgefäße, d.h. insgesamt 9 Überlaufgefäße angeordnet (vgl. Bild 4).

Die Nummerierung der Messpunkte von 1 bis 9 beginnt pro Messniveau jeweils bei dem den Kontrollgangmessstationen nächstgelegenen Messpunkt und läuft vom unteren zum oberen Messniveau. Die Verbindungsschläuche von den Überlaufgefäßen zum Kontrollgang wurden direkt unter der Dammdichtung in geradliniger Verbindung und zwecks Vermeidung größerer zu überbrückender Niveauunterschiede mit geringem Gefälle von 1:50 zum Kontrollgang geführt. Pro Messniveau wurde nur 1 Stahlschutzrohr zur Aufnahme der je 3 Verbindungsschläuche verlegt. Alle Verbindungsstellen der Stahlschutzrohre wurden abgedichtet, damit das Wasser von den Überlaufgefäßen garantiert zum Kontrollgang abfließt und hier eine Kontrolle des Überlaufprozesses möglich ist. Zur Überwachung der Temperaturen sind in allen Überlaufgefäßen Widerstandsthermometer angebracht, deren Anschlusskabel gleichfalls durch die Stahlschutzrohre geführt wurden (vgl. Bild 2). Am oberen Ende des nördlichen Kontrollganges, in dem sich die Messstationen befinden, wurde ein sich automatisch immer wieder füllender Wasserbehälter von 1,2 m³ Inhalt aufgestellt. In ihm tritt eine weit gehende Entlüftung des zugeflossenen Wassers ein, das dann zu Messungen über die im Kontrollgang verlegte Wasserleitung in das Messsystem geleitet wird. Hierdurch wird der Entstehung von Luftblasen im Messsystem entgegengewirkt.

IV. Durchführung von Schlauchwaage – Überlaufmessungen im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre

Nachfolgend wird ein detailliertes Messprogramm für die Durchführung der Schlauchwaage – Überlaufmessungen im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre gegeben. Für die richtige Durchführung dieses Messprogramms ist es sehr wichtig, dass das Prinzip der Schlauchwaage- Überlaufmessung, die Anordnung des Messsystems im Steinschüttdamm Ohra – Talsperre und die möglichen Störeinflüsse bei Messungen bekannt sind. Deshalb wurden diese Themen in den vorangegangenen 3 Abschnitten kurz behandelt. Eine wichtige Voraussetzung für den ungestörten Ablauf der Schlauchwaage- Überlaufmessung ist, dass während ihrer Dauer im Kontrollgang keine anderen Arbeiten oder Talsperrenbegehungen durchgeführt werden. Zweckmäßig wird die Kontrollgangtür bei Messungen auch zur Vermeidung von Luftzug abgeschlossen. Kontrollgangbelüftungsanlagen (Ventilatoren o.ä.) dürfen nicht eingeschaltet und örtliche Beheizungen des Kontrollganges nicht vorgenommen werden. Ehe mit dem Aufbau der Messeinrichtung begonnen wird, sind unbedingt folgende Temperaturmessungen durchzuführen, die Aufschluss über die Grenzwerte möglicher Temperaturänderungen des Wassers im Messsystem liefern und die deshalb für die Temperaturkorrektur von besonderer Bedeutung sind:

- 1.) Messung der Temperatur des für die Füllung des Messsystems dienenden Wassers im Wasserbehälter am oberen Ende des nördlichen Kontrollganges (t_{wa}). Da in dem Behälter generell eine gewisse Temperaturschichtung herrscht, muss das Wasser zunächst umgerührt oder die Wassertemperatur in mehreren Tiefen bis zum Behältergrund gemessen werden.
- 2.) Messung der Lufttemperatur $t_{Lü}$ in dem Überlaufgefäß, dessen Höhe gemessen werden soll, mit Hilfe des eingebauten Widerstandsthermometers.
- 3.) Messung der Lufttemperatur in der Messstation im Kontrollgang (t_{LK}).
- 4.) Nach Durchführung dieser Temperaturmessungen und Eintragung der Messergebnisse in das Messprotokoll wird der Verbindungsschlauch zu dem Überlaufgefäß, dessen Höhe gemessen werden soll, ausgewählt und in der an der Kontrollgangwand in halber Höhe angebrachten Rinne in direkter gerader Linie vom Austrittsloch aus dem Steinschüttdamm zur Messstation geführt. Hierbei ist besonders zu beachten, dass der Schlauch am Austrittsloch aus dem Steinschüttdamm nicht unter die angebrachte Rinne (möglicherweise bis zur Kontrollgangsohle) hinabhängt, da hierdurch die Temperaturkorrektur unnötig vergrößert würde. An das Schlauchende wird dann zur Messung der Wassertemperatur im Schlauch ein Zwischenstück mit eingebautem Thermometer angeschlossen und gegen Herausrutschen gesichert (mittels einer Schelle o.ä.).
- 5.) Anschließen des Schlauches an den in der Messstation befindlichen Wasserhahn und volle Öffnung des letzteren zur Füllung des Messsystems. Hierbei muss beachtet werden, dass der Schlauch nicht vom Wasserhahn abrutscht, da dann Luft in ihn gelangt. Am besten wird er mit einer Schelle o.ä. fest am Wasserhahn befestigt. Sollte der Schlauch doch einmal abrutschen, so muss das Schlauchende schnellstmöglich zugehalten werden, damit keine weitere Luft eintreten kann. Sodann hält man den Schlauch unter den geöffneten Wasserhahn und lässt ihn voll laufen. Dabei muss beachtet werden, dass alle Luft aus dem Schlauch ausgetreten ist, da diese sonst durch das gesamte Messsystem gedrückt werden muss. Noch

vorhandene Luftblasen können durch Hochheben des geschlossen gehaltenen Schlauches zum Schlauchende geleitet und, indem man dann den Schlauch wieder unter den geöffneten Wasserhahn hält, durch Wasser ersetzt werden. Erst wenn alle Luftblasen aus dem Schlauch entfernt sind, kann dieser wieder an den geöffnet bleibenden Wasserhahn fest angeschlossen werden. Würde der Hahn beim Anschließen des Schlauches geschlossen, so würde sofort Luft in diesen eintreten. Der feste Anschluss des Schlauches an den Wasseranschluss ist eine wichtige Voraussetzung für den ungestörten Ablauf der Schlauchwaage – Überlaufmessung.

- 6.) Den Zeitpunkt, zu dem das Messsystem mit Wasser gefüllt ist, kann man erkennen, wenn man laufend die Temperatur im Überlaufgefäß mit Hilfe des Widerstandsthermometers misst. Danach muss das Messsystem noch einige Minuten kräftig durchgespült werden, damit alle Luftblasen aus dem Schlauch verschwinden. Den ordnungsgemäßen Ablauf des Durchspülens erkennt man daran, dass das am Überlaufgefäß überlaufende Wasser einige Zeit später aus dem Abflussrohr in den Kontrollgang ausfließt.
- 7.) Während der Füllung oder des Durchspülens des Messsystems wird eine mit Wasser aufgefüllte Präzisionsschlauchwaage an dem für die Messung der Höhe des jeweils angeschlossenen Überlaufgefäßes geeigneten Aufhängebolzen aufgehängt.

Die Zählung der Bolzen läuft in jeder Messstation von oben nach unten. Bei den bisherigen Messungen 1966/67 dienten folgende Bolzen als Aufhängepunkte:

| Messpunkt | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bolzen (1967) | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Es ist anzustreben, dass pro Messniveau immer die gleiche Schlauchwaage benutzt wird, da geringfügige Unterschiede in der Messhöhe zwischen den einzelnen Schlauchwaagen möglich sind (Zehntelmillimeterbereich). Bei den bisherigen Messungen wurden folgende Schlauchwaagen benutzt:

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Unteres Messniveau: | Schlauchwaage Nr. 48348 |
| Mittleres Messniveau: | Schlauchwaage Nr. 52381 |
| Oberes Messniveau: | Schlauchwaage Nr. 48349 |

- 8.) Nach Beendigung des Durchspülens wird der Schlauch (einschließlich des Thermometerzwischenstückes) bei geöffnet bleibenden Wasserhahn von diesem abgezogen, sofort fest zugehalten und an die zunächst noch geschlossene Schlauchwaage angeschlossen. (Würde der Wasserhahn vor Abziehen des Schlauches geschlossen, so würde Luft in den Schlauch eintreten). Danach wird nochmals geprüft, ob im Schlauch noch Luftblasen vorhanden sind. Diese müssen durch Heben des Schlauches bis zur Schlauchwaage geleitet werden. Erst dann wird die Schlauchwaage geöffnet und durch leichtes Klopfen oder Bewegen des Schlauches für das Entweichen der eventuell vorhandenen Luftblasen durch die Schlauchwaage gesorgt. Nun beginnt die eigentliche Messung.
- 9.) Die Messung besteht im Aufnehmen einer Wasserspiegelabsenkungskurve gemäß Bild 5. Hierzu werden im 1 - Minuten – Abstand die Wasserspiegelhöhen h_g in der Schlauchwaage gemessen. Gleichzeitig werden alle 3 bis 5 Minuten die Wassertemperaturen im Überlaufgefäß ($t_{wü}$) mit Hilfe des Widerstandsthermometers und

im Schlauch im Kontrollgang (t_{wk}) mittels des Thermometers im Schlauchzwischenstück gemessen. Sämtliche Messwerte werden in das Messprotokoll (Anlage 1) und möglichst gleichzeitig auch in ein Diagramm gemäß Bild 5 eingetragen (Abszissenmaßstab: $1 \text{ mm} \triangleq 1 \text{ min}$; Ordinatenmaßstab: $1 \text{ mm} \triangleq 0,1 \text{ mm Absenkung}$). Nach ca. 20 Minuten, wenn die Hauptabsenkung des Wasserspiegels beendet ist (Absenkungsgeschwindigkeit kleiner als $0,07 \text{ mm/min}$), kann die Messung beendet werden. Der Hahn an der Schlauchwaage wird hierzu geschlossen.

- 10.) Nun muss man sich noch im Hinblick auf die eventuell notwendige Temperaturkorrektur Aufschluss über die Wassertemperaturen im Messsystem verschaffen, da die bis dahin durchgeführten Temperaturmessungen nur an 2 Punkten des Messsystems (Überlaufgefäß und Kontrollgangschlauch) durchgeführt wurden. Dies gelingt, indem man den Verbindungsschlauch erneut durchspült und dabei laufend die Wassertemperatur im Überlaufgefäß misst, da hier das gesamte während der Messung im Messsystem vorhanden gewesene Wasser hindurchfließt.

Zum Durchspülen des Schlauches wird dieser von der Schlauchwaage, deren Hahn vorher zu schließen ist, abgezogen.

Der Schlauch wird sofort fest zugehalten und an den zuvor geöffneten Wasserhahn in der Messstation angeschlossen. Dabei wird zweckmäßig genauso verfahren wie unter 5.) bereits beschrieben. Während des Durchspülens wird alle halbe bis 1 Minute die Wassertemperatur im Überlaufgefäß mit Hilfe des eingebauten Widerstandsthermometers gemessen und in das Messprotokoll eingetragen, wobei hinter die gemessenen Temperaturen deutlich der Vermerk „Durchspülen“ zu setzen ist.

- 11.) Dieses Durchspülen kann gleichzeitig als Vorbereitung der folgenden Messungen dienen, zu der außerdem die Schlauchwaage wieder voll mit Wasser aufgefüllt werden muss. Dies geschieht am einfachsten, indem mittels Trichter und Flasche (oder dergl.) Wasser in den seitlich an der Schlauchwaage angebrachten Nachfüllstutzen nachgefüllt wird.
- 12.) Das Durchspülen und die Temperaturmessungen können beendet werden, wenn das Wasser aus dem Abflussrohr in den Kontrollgang ausgeflossen ist und die im Überlaufgefäß gemessenen Temperaturen denen des aus dem Kontrollgang nachgedrückten Wassers etwa entsprechen.
- 13.) Danach werden 2 bis 3 Wiederholungsmessungen durchgeführt, wobei genauso verfahren werden muss wie zuvor unter 8.) bis 12.) beschrieben. Die Wiederholungsmessungen sind erforderlich, da einzelne Messungen durch besondere, nicht erkannte Störeinflüsse verfälscht oder gestört sein können. Insbesondere kann die erste Messung durch die stattfindende Anfangstemperierung des Messsystems beeinflusst sein. Werden nacheinander zwei völlig oder nahezu gleiche Wasserspiegelsenkungskurven erhalten, so kann dies ein Zeichen für ungestört abgelaufene Messungen gewertet werden und weitere Messungen sind nicht erforderlich.
- 14.) Nach endgültigem Abschluss der Messungen an einem Messpunkt muss der zu diesem führende Verbindungsschlauch vom Austrittsloch aus dem Steinschütt-damm abwärts gelegt werden, damit eine völlige Entleerung des Messsystems eintritt. Diese ist für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Messsystems von besonderer Wichtigkeit.

Danach kann die Messung der Höhe des nächsten interessierenden Messpunktes in Angriff genommen werden, wobei gemäß dem zuvor unter 2.) bis 14.) Gesagten vorgegangen wird.

V. Auswertung der Schlauchwaage – Überlaufmessungen

A. Schnellauswertung:

Wird nach einer durchgeführten Schlauchwaage – Überlaufmessung sofort ein erster Aufschluss über die Größenordnung der erfolgten Setzung des Überlaufgefäßes gewünscht oder waren die Temperaturunterschiede des Wassers im Messsystem während der Messung nicht erheblich, so kann die Setzungsbestimmung unmittelbar an Hand der gemessenen Wasserspiegelabsenkungskurven (h_g -Kurven) erfolgen, wenn diese gemäß Bild 5, d.h. in den bereits angegebenen Maßstäben (Ordinate: 1 mm Absenkung \triangleq 1 cm, Abszisse: 1 min \triangleq 1 cm) aufgetragen wurden. Man benutzt dazu die Anlage 2, in der für alle 9 im Steinschüttdamm Ohra- Talsperre vorhandenen Überlaufgefäße die mittleren Wasserspiegelabsenkungen (h_g) der 1. bis 4. Messserie und als horizontale Geraden die dazugehörigen Bezugshöhen der ersten Messserie (H_1) eingezeichnet sind. Zur Setzungsbestimmung bringt man die in Anlage 2 dargestellte mittlere h_g – Absenkungskurve des jeweils betrachteten Messpunktes mit der gerade gemessenen Absenkungskurve der n -ten Messserie bestmöglich zur Deckung, wobei unbedingt auf genauer Abszissenparallelität der in Anlage 2 eingezeichneten Geraden geachtet werden muss. Bei Deckungsgleichheit der Absenkungskurven liegt die Bezugshöhengerade der 1. Messserie (H_1) auf einem bestimmten Ordinatenwert H_n der gerade gemessenen Absenkungskurve, der als Messhöhe der n -ten Messserie dient. Die Differenz zwischen H_n und H_1 entspricht direkt der interessierenden Gesamtsetzung des betrachteten Messpunktes von der ersten bis zur n -ten Messserie:

$$S_n = H_n - H_1$$

Wurden bei der n -ten Messserie mehrere Absenkungskurven nacheinander aufgenommen, so kann man auf die beschriebene Weise aus jeder Einzelkurve einen S_n -Wert bestimmen. Allerdings sollten diejenigen Absenkungskurven, die in ihrer Form erheblich von der gemittelten Kurve in Anlage 2 abweichen, außer Betracht gelassen werden, da auftretende Kurvenverformungen auf Störungen der betreffenden Messung hindeuten. Die verschiedenen ermittelten S_n -Werte werden zweckmäßig gemittelt, wodurch man einen besonders gesicherten Wert der Gesamtsetzung S_n erhält. Der berechnete S_n -Wert wird in die Tabelle in Anlage 3 eingetragen (Spalte 3). Sodann können die von einer Messung ($n - 1$) bis zur nächstfolgenden (n) erfolgten Setzungen $\Delta S_n^{(n-1)}$ berechnet werden und in Spalte 5 der Tabelle in Anlage 3 eingetragen werden:

$$\Delta S_n^{(n-1)} = S_n - S_{n-1}$$

Hat sich ein Überlaufgefäß zwischen 2 Messserien nicht gesetzt sondern gehoben, so kommt ΔS negativ heraus.

Das Prinzip der Setzungsbestimmungen sei am Beispiel der in Bild 5 dick gezogenen Absenkungskurve, die am Messpunkt 3 bei der 1. Einzelmessung der 4. Messserie aufgenommen wurde, noch einmal kurz dargelegt:

Man nimmt Anlage 2 und bringt die dort für Messpunkt 3 eingezeichnete Absenkungskurve mit der in Bild 5 dick ausgezogenen unter Beachtung der Abszissenparallelität bestmöglich zur Deckung. Dies ist der Fall, wenn die sich auf Messpunkt 3 beziehende horizontale Gerade in Anlage 2 (Bezugshöhe der 1. Messserie vom 11.02.1969: $H_1 = 16 \text{ mm}$) auf dem Ordinatenwert $H_4 = 36,1 \text{ mm}$ in Bild 5 liegt. Mit diesem Wert und H_1 ergibt sich sofort die von der 1. bis zur 4. Messserie erfolgte Gesamtsetzung des Messpunktes 3:

$$S_4 = H_4 - H_1 = 36,1 - 16,0 = 20,1 \text{ mm}$$

Dieser Wert wird in der Tabelle in Anlage 3 unter Messpunkt 3 zusammen mit dem Datum der 4. Messserie eingetragen (Spalte 2 und 3). Die Setzung von der 3. bis zur 4. Messserie ergibt sich als Differenz aus S_4 und S_3 :

$$\Delta S_4^{(3)} = S_4 - S_3 = 10,0 \text{ mm}$$

Dieser Wert wird in die gleiche Tabelle in Spalte 5 unter Messpunkt 3 eingetragen.

Ein anschauliches Bild der erfolgten Setzungen des Messpunktes 3 von der 1. bis zur 4. Messserie sowie das Prinzip der Setzungsbestimmung gibt Bild 6. In Bild 6 sind die zur Setzungsbestimmung verwendeten Absenkungskurven der 1. bis 4. Messserie (h_g – Kurven ohne Temperaturkorrektur) untereinander bezogen auf eine gemeinsame Ordinatenachse der gemessenen Wasserspiegelhöhen h_g dargestellt. Die Verschiebung der einzelnen Absenkungskurven gegeneinander entspricht der in der Zwischenzeit eingetretenen Setzung des Überlaufgefäßes. Es bleibt dem Auswerter überlassen, für alle Messpunkte die zur Setzungsbestimmung verwendeten Absenkungskurven aller durchgeführten Messserien gemäß Bild 6 aufzutragen.

Eine für die 1. bis 4. Messserie durchgeführte Fehleranalyse ergab, dass die auf die zuvor beschriebene Weise bestimmten Setzungen von denen, die nach Anbringen der Temperaturkorrektur an den Absenkungskurven erhalten wurden, durchschnittlich nur um 0,2 mm (extrem 0,9; 0,4; 0,3 mm) abwichen.

Daraus erfolgt, dass die zuvor beschriebene Schnell – Auswertemethode im allgemeinen vollkommen ausreicht und genügend genaue Setzungswerte liefert.

Lediglich wenn die Erreichung der größtmöglichen Messgenauigkeit angestrebt wird oder größere Temperaturunterschiede im Messsystem auftraten (z.B. im Hochsommer), macht sich das Anbringen der Temperaturkorrektur an den Absenkungskurven erforderlich, worauf im folgenden eingegangen wird.

Abschließend sei noch erwähnt, dass sich eventuelle, bei einer bestimmten Messserie gemachte Fehler der Setzungsbestimmung auf die Genauigkeit der weiteren Messungen nicht auswirken, da als Bezugsmessung immer die 1. Messserie verwendet wird.

B. Berücksichtigung der Temperaturkorrektur bei der Auswertung der Schlauchwaage-Überlaufmessung

Werden Messergebnisse mit gesteigerter Genauigkeit (ca. $\pm 0,1$ mm) gewünscht, so empfiehlt es sich in jedem Falle, an den gemessenen Wasserspiegelabsenkungskurven die Temperaturkorrektur anzubringen, die sich nach folgender Beziehung ergibt:

$$\Delta h = \frac{\Delta N}{\zeta} (\zeta_d - \zeta_k)$$

hierbei ist

Δh - Differenz zwischen der interessierenden Wasserspiegelhöhe im Überlaufgefäß (h_t) und der in der Schlauchwaage gemessenen (h_g): $h_t = h_g + \Delta h$.

ζ_d - mittlere Dichte des Wassers im dammseitigen Teil des Messsystems

ζ_k - mittlere Dichte des Wassers im kontrollgangseitigen Teil des Messsystems

ΔN - durch die Schlauchverbindung Überlaufgefäß – Schlauchwaage überbrückter maximaler Niveauunterschied.

h_t und h_g bezeichnen den Abstand des Wasserspiegels (des Messniveaus) vom Aufhängebolzen der Schlauchwaage; sie nehmen bei Wasserspiegelabsenkungen zu (vgl. Bild 5 und 6).

Zur Berechnung der Temperaturkorrektur sowie der tatsächlichen Wasserspiegelabsenkungskurven im Überlaufgefäß (h_t) aus den in der Schlauchwaage gemessenen (h_g) sind folgende Arbeitsgänge erforderlich:

- 1.) Die im Überlaufgefäß während der Messung und des anschließenden Durchspülens gemessenen Wassertemperaturen $t_{wü}$ werden über der gemessenen und gemäß Bild 5 aufgezeichneten Absenkungskurven aufgetragen, wie im Bild 5 für die 1. Einzelmessung gezeigt ist. Dabei kann für die Zeit des Durchspülens ein verkürzter Zeitmaßstab benutzt werden. Außerdem werden die Grenztemperaturen, zwischen denen die Temperaturen im Messsystem nur liegen können, als durchgehende Linien eingezeichnet (in Bild 5 strichpunktiert). Es sind dies:
 - a.) Die vor Auffüllung des Messsystems mit Wasser im Überlaufgefäß gemessenen Lufttemperaturen $t_{lü}$
 - b.) Die Temperatur des für die Füllung des Messsystems dienenden Wassers t_{wa} .
- 2.) Ausgehend von den vorstehend genannten Temperaturwerten muss nun der Gang der mittleren Temperatur des Wassers im dammseitigen Teil des Messsystems (t_{wd}) geschätzt werden. Dabei muss von folgenden Überlegungen ausgegangen werden:
 - a.) Zu Beginn der Messung, d.h. nach Beendigung der Auffüllung und des 1. Durchspülens des Messsystems muss t_{wd} zwischen der Temperatur des zur Messsystemfüllung dienenden Wassers (t_{wa}) und der im Überlaufgefäß ge-

messenen Temperatur $t_{wü}$ liegen. Es empfiehlt sich, das Mittel der beiden Werte als Anfangswert von t_{wd} zu verwenden (Punkt A in Bild 5):

$$t_{wd}(\text{Anfang}) = (t_{wa} + t_{wü}) / 2$$

- b.) Während der Messung wird sich die mittlere Wassertemperatur im dammseitigen Messsystemteil (t_{wd}) immer in Richtung der herrschenden Umgebungstemperatur entwickeln, die vor der Messung im Überlaufgefäß gemessen wurde ($t_{lü}$). Wie groß t_{wd} am Ende einer Messung ist, kann man bei dem im Anschluss an die Messung erfolgten Durchspülen des Messsystems einschätzen. Bei diesem Durchspülen wird das gesamte während der Messung im Messsystem vorhandene Wasser durch das Überlaufgefäß gedrückt, d.h. mit Hilfe des Widerstandsthermometers gemessenen Temperaturen liefern Aufschluss über den interessierenden t_{wd} – Wert am Ende der Messung. $t_{wd}(\text{Ende})$ liegt nahe den während des Durchspülens im Überlaufgefäß gemessenen extremen Temperaturen (Punkt D in Bild 5), verschiebt sich jedoch etwas in Richtung der vor dem Durchspülen gemessenen Temperatur $t_{wü}$ (Punkt C in Bild 5), da sich die Temperatur im Überlaufgefäß auf Grund der hier vorhandenen größeren Wassermasse während der Messung weit langsamer ändert als die im Verbindungsschlauch zur Kontrollgangmessstation.

Nachdem $t_{wd}(\text{Anfang})$ und $t_{wd}(\text{Ende})$ festgelegt worden sind, kann der geschätzte Gang der mittleren Wassertemperatur im dammseitigen Messsystem während der Messung eingetragen werden (vgl. Bild 5, ausgezogene Temperaturkurve). Man könnte einfachheitshalber eine gerade Verbindungslinie ziehen, doch kommt ein gekrümmter Kurvenzug, der das Kleinerwerden der Temperaturänderungen im Laufe der Zeit wegen der abnehmenden Temperaturunterschiede berücksichtigt, dem reellen Temperaturgang auf jeden Fall näher.

An der geschätzten Temperaturganglinie können nun die interessierenden t_{wd} – Werte zu jedem Messpunkt der Absenkungskurve abgegriffen und in das Messprotokoll (Anlage 1 – Spalte 5) eingetragen werden.

- 3.) Die Temperaturen des Wassers im kontrollgangseitigen Teil des Messsystems können näherungsweise gleich den Wassertemperaturen t_{wk} gesetzt werden, die während der Messung nahe der Schlauchwaage im Schlauchzwischenstück mit dem eingebauten Thermometer gemessen wurden (Messprotokoll – Spalte 6).
- 4.) Nun kann an die Berechnung der Temperaturkorrektur nach Gleichung (3) herangezogen werden. Dazu werden als erstes nach den Temperaturwerten t_{wd} und t_{wk} die mittleren Dichten des Wassers im dammseitigen (ζ_d) und im kontrollgangseitigen Teil des Messsystems (ζ_k) unter Benutzung der Dichtetabelle in Anlage 4 bestimmt und in Spalte 7 bzw. 8 des Messprotokolls eingetragen. Anschließend kann die Differenz $\zeta_d - \zeta_k$ berechnet und in Spalte 9 des Messprotokolls eingetragen werden.
- 5.) Der vom Messsystem überbrückte maximale Niveauunterschied ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\Delta N = (N_o - N_u) - 80 (n - l) - K_s - h_{gm}$$

(alle Angaben in mm). Es bedeuten:

- N_o - Höhenquote des obersten Schlauchwaage – Aufhängebolzens (Bolzen Nr. 1) in einer bestimmten Messstation
- N_u - Höhenquote des zu dieser Messstation gehörigen Austrittslochs, durch das die Verbindungsschläuche zwischen Messstation und Überlaufgefäß aus dem Damm in den Kontrollgang austreten
- n - Nummer des Aufhängebolzens, an den die Schlauchwaage bei der auszuwertenden Messung aufgehängt wurde (die Zählung der Bolzen läuft in jeder Messstation von oben nach unten)
- K_s - Schlauchwaage – Konstante: Abstand der Messspindelspitze in der Schlauchwaage vom Aufhängepunkt bei Nullstellung der Messspindel. Bei den Präzisionsschlauchwaagen nach O. Meißer ist $K_s = 200$ mm.
- h_{gm} - mittlere Messhöhe der auszuwertenden Messung. Die Messhöhe liegt bei den Präzisionsschlauchwaagen nach O. Meißer zwischen 0 und 100 mm. Er ist zulässig, vereinfachend generell $h_{gm} = 50$ mm zu setzen, da sich diese Vereinfachung erst im Hundertstelmillimeterbereich auf die Temperaturkorrektur Δh auswirkt.

Mit $K_s = 200$ mm und $h_{gm} = 50$ mm ergibt sich aus Gleichung (5):

$$\Delta N = (N_o - N_u - 170) - 80 n \quad (5a)$$

In der nachstehenden Tabelle sind die für die ΔN – Berechnung erforderlichen N_o – und N_u – Werte und die sich mit ihnen ergebenden Klammerausdrücke $(N_o - N_u - 170)$ für die 3 Messniveaus in der Ohra -Talsperre zusammengestellt. Bei der Auswertung von Messungen braucht man nur diese Werte und die Nummer n des jeweils benutzten Aufhängebolzens in Gleichung (5a) einzusetzen, um ΔN zu erhalten.

| Messniveau | N_o (m) | N_u (m) | $N_o - N_u$ (mm) | $N_o - N_u - 170$ (mm) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------------|
| oberes | 507,64 | 501,38 | 6260 | 6090 |
| mittleres | 497,65 | 491,70 | 5950 | 5780 |
| unteres | 489,65 | 484,10 | 5550 | 5380 |

Der für eine bestimmte Messserie berechnete ΔN – Wert muss in das Messprotokoll (Anlage 1) mit eingetragen werden.

- 6.) Nachdem $\zeta_d - \zeta_k$ und ΔN bestimmt wurden, kann die Temperaturkorrektur Δh nach der Gleichung (3) sehr einfach berechnet werden, wobei das vor der Klammer im Nenner stehende ζ_d vereinfachend gleich 1 gesetzt werden kann:

$$\Delta h = \Delta N (\zeta_d - \zeta_k)$$

Wird ΔN in mm eingesetzt und die Differenz $\zeta_d - \zeta_k$ in gem^{-3} , so erhält man Δh ebenfalls in mm. Die berechneten Δh – Werte werden in Spalte 10 des Messprotokolls eingetragen und dann die interessierenden tatsächlichen

Wasserspiegelhöhen im Überlaufgefäß $h_t = h_g + \Delta h$ berechnet und in Spalte 11 des Messprotokolls eingetragen.

- 7.) Mit den berechneten h_t – Werten werden die interessierenden h_t – Absenkungskurven in ein Absenkungskurvendiagramm gemäß Bild 5 eingezeichnet. Man kann hierzu, wie es in Bild 5 gezeigt ist, das gleiche Diagramm verwenden, das bereits zur Auftragung der gemessenen Wasserspiegelabsenkungskurven (h_g) diente.
- 8.) An Hand der aufgetragenen h_t – Absenkungskurven kann die gesuchte Setzung S_t des betreffenden Überlaufgefäßes unter Zuhilfenahme der Anlage 5 mit größtmöglicher Genauigkeit bestimmt werden. In Anlage 5 sind für die Messpunkte 2 bis 8 die mittleren h_t – Absenkungskurven der 1. bis 4. Messserie und als horizontale Geraden die dazugehörigen Bezugshöhen der ersten Messserie H_{t1} eingezeichnet. Die h_t – Kurven für Messpunkt 1 fehlt, da hier infolge Ausfalls des eingebauten Widerstandsthermometers die Berechnung der Temperaturkorrektur nicht möglich ist.

Auf eine genaue Beschreibung des Vorganges der Setzungsbestimmung kann hier verzichtet werden, da dieselbe am Anfang dieses Kapitels unter A bereits gegeben wurde. Hier sei lediglich am Beispiel der für Messpunkt 3 gültigen, in Bild 5 gestrichelten h_t – Absenkungskurve der 2. Einzelmessung der 4. Messserie der Vorgang der Setzungsbestimmung noch einmal kurz demonstriert:

Nimmt man Anlage 5 und bringt die dort für Messpunkt 3 gültige gemittelte Absenkungskurve mit der in Bild 5 eingetragenen h_t – Absenkungskurve unter Beachtung der Abszissenparallelität der in Anlage 5 vorhandenen horizontalen Bezugshöhen – Geraden bestmöglich zur Deckung. Die sich auf Messpunkt 3 beziehende Bezugshöhen – Gerade der 1. Messserie (11.02.1966: $H_{t1} = 15 \text{ mm}$) liegt dann auf den Ordinatenwert $H_{t4} = 35,2 \text{ mm}$ in Bild 5, mit dem sich sofort die Gesamtsetzung des Messpunktes 3 von der 1. bis zur 4. Messserie ergibt:

$$S_{t4} = H_{t4} - H_{t1} = 20,2 \text{ mm}$$

Dieser Wert wird in die Tabelle in Anlage 3 unter Messpunkt 3 Spalte 4 eingetragen. Nun kann auch die Setzung $\Delta S_{t4}^{(3)}$ von der 3. bis zur 4. Messserie berechnet und in die gleiche Tabelle in Spalte 6 unter Messpunkt 3 eingetragen werden:

$$\Delta S_{t4} = S_{t4} - S_{t3} = 9,9 \text{ mm}$$

Wie man in Anlage 3 sieht, weichen die unter Berücksichtigung der Temperaturkorrektur bestimmten Setzungswerte (S_t , ΔS_t) nur unerheblich von den direkt aus den gemessenen Absenkungskurven ermittelten (S , ΔS) ab, woraus analog dem bereits unter A Gesagten folgt, dass die h_t – Absenkungskurvenberechnung nur dann erforderlich ist, wenn die Erreichung der größtmöglichen Messgenauigkeit angestrebt wird oder größere Temperaturunterschiede im Messsystem während einer Messung auftraten (z.B. im Hochsommer).

VI. Darstellung der ermittelten Setzungen der einzelnen Messpunkte in Form von Setzungskurven

Die ermittelten Setzungswerte können in Abhängigkeit von der Zeit nach der 1. Messserie (Bezugsmessung) in Setzungsdiagrammen graphisch dargestellt werden, wodurch ein anschauliches Bild der vertikalen Bewegungen der betrachteten Messpunkte erhalten wird. Als Beispiel ist in Bild 7 eine Setzungskurve dargestellt, die nach den von der 1. bis zur 4. Messserie erfolgten Setzungen des Messpunktes 3 in der Ohra -Talsperre gezeichnet wurde.

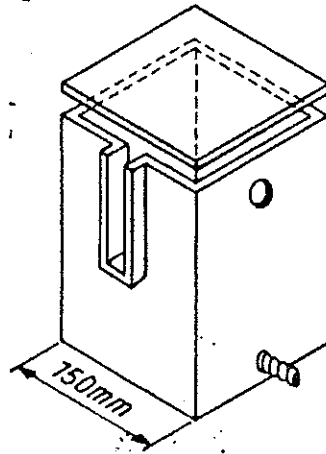


Bild 1

Überlaufgefäß zum Schlauchwaage-Überlaufmeßverfahren

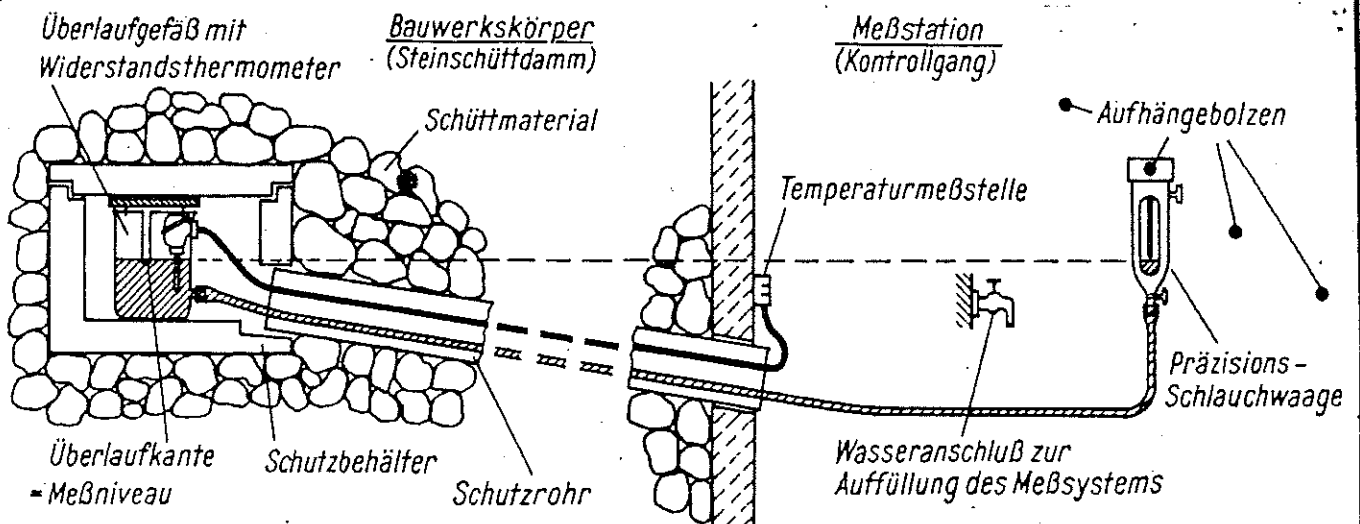


Bild 2

Darstellung des Meßprinzips und der Meßanordnung
beim Schlauchwaage-Überlaufmeßverfahren

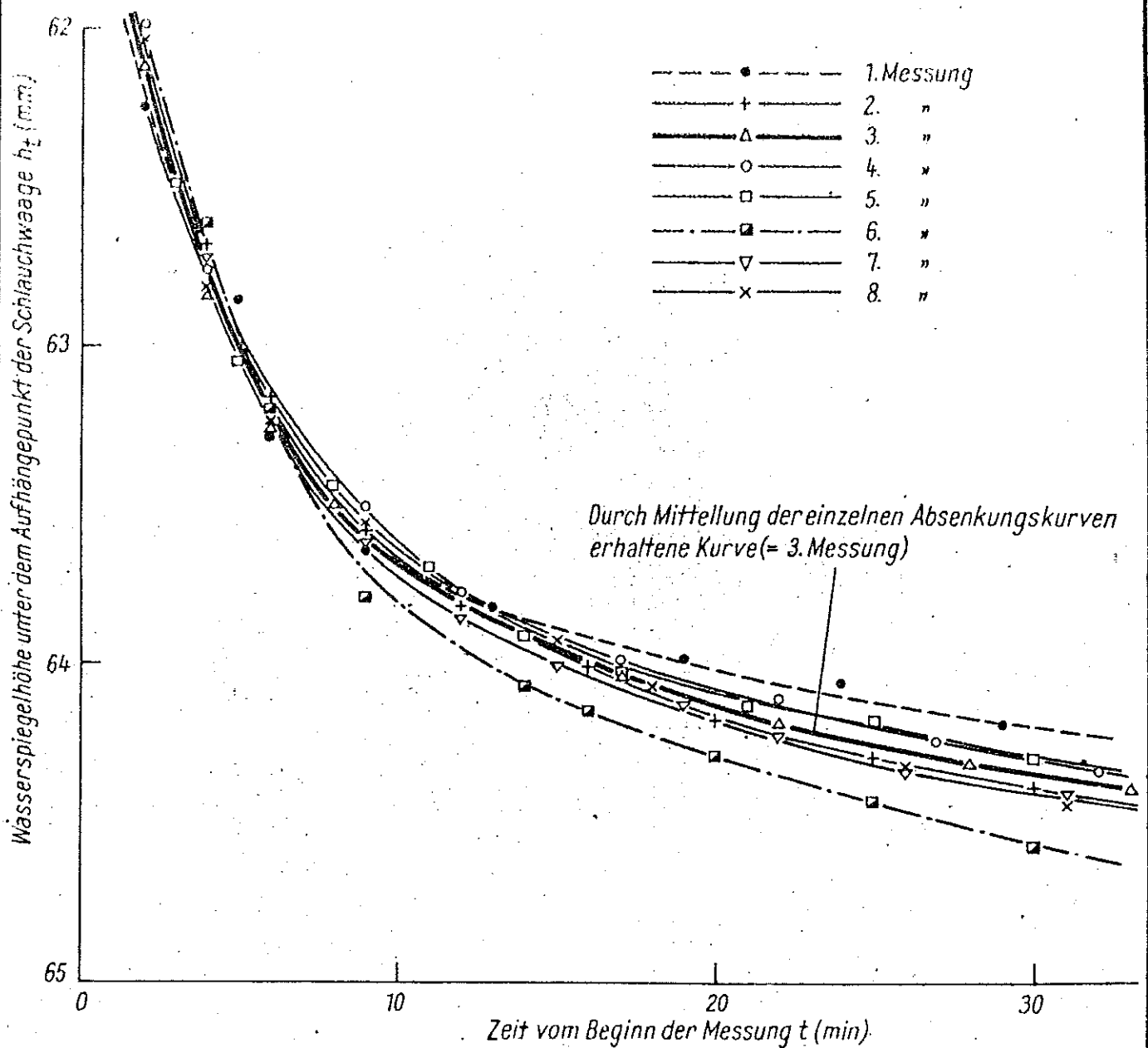
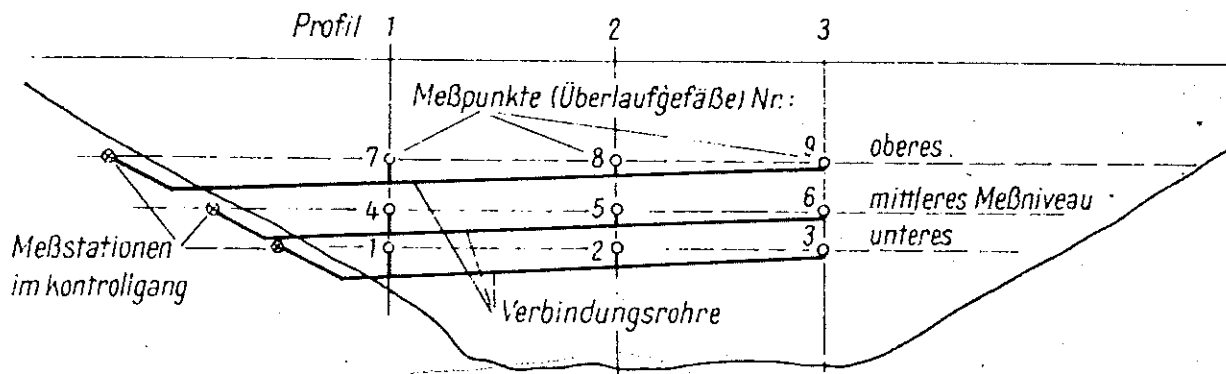


Bild 3

Bei Schlauchwaage-Überlaufmessungen im Labor bei unveränderter Aufstellungshöhe des Überlaufgefäßes aber bewußt herbeigeführten extremen Temperaturschwankungen im Meßsystem nacheinander aufgenommene Absenkungskurven

Längsschnitt



Grundriß

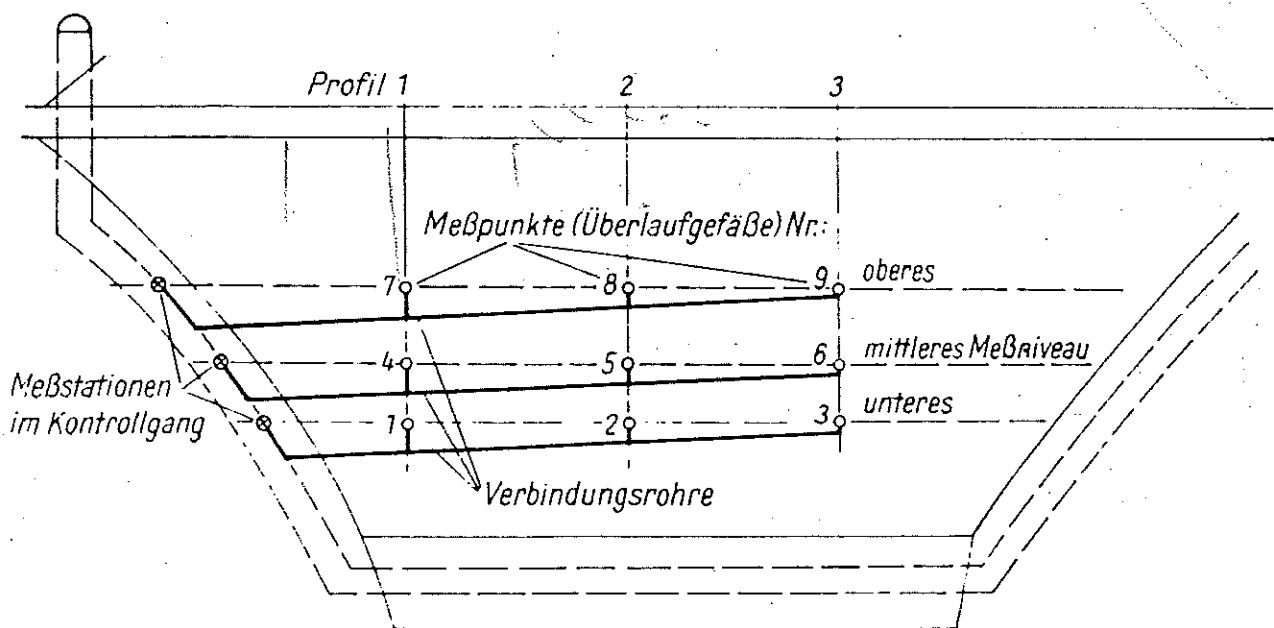


Bild 4

Anordnung der Meßpunkte, Verbindungsrohre und Meßstationen zur Durchführung von Schlauchwaage-Überlaufmessungen im Steinschütttdamm Ohra-Talsperre

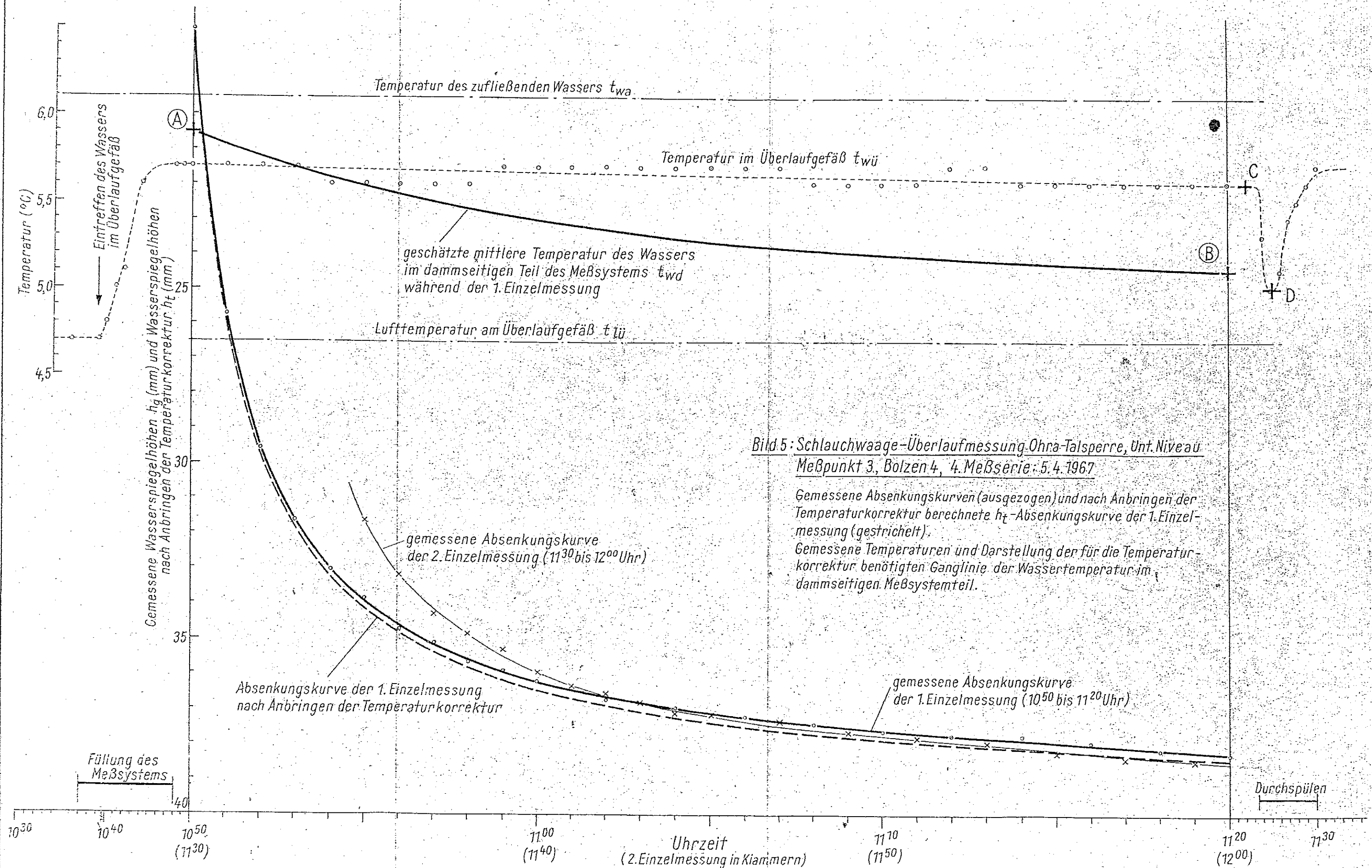


Bild 5: Schlauchwaage-Überlaufmessung Ohra-Talsperre, Unt. Niveau
Meßpunkt 3, Bolzen 4, 4. Meßserie: 5.4.1967

Gemessene Absenkungskurven (ausgezogen) und nach Anbringen der Temperaturkorrektur berechnete h_t -Absenkungskurve der 1. Einzelmessung (gestrichelt).

Gemessene Temperaturen und Darstellung der für die Temperaturkorrektur benötigten Ganglinie der Wassertemperatur im dammseitigen Meßsystemteil.

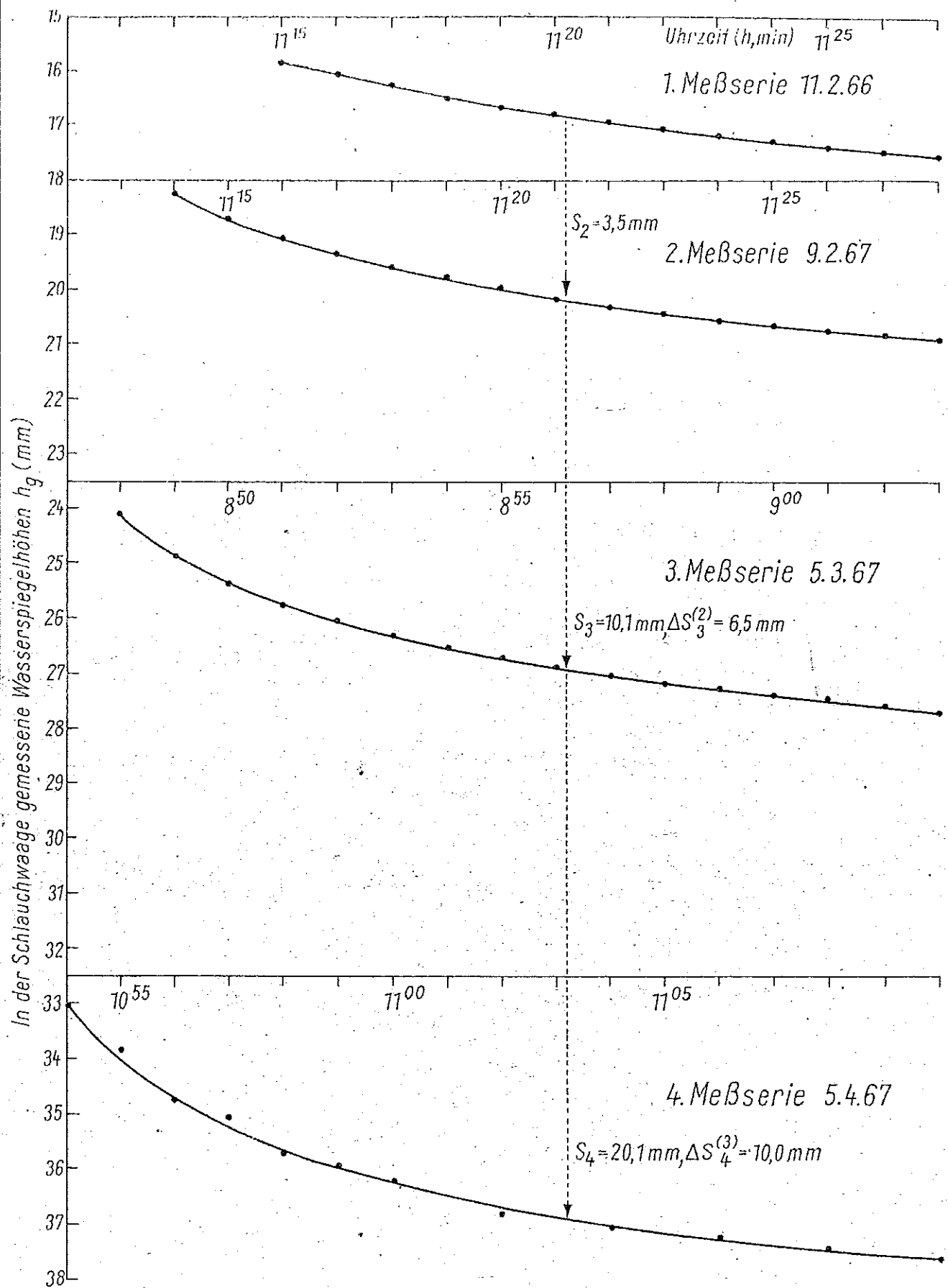


Bild 6

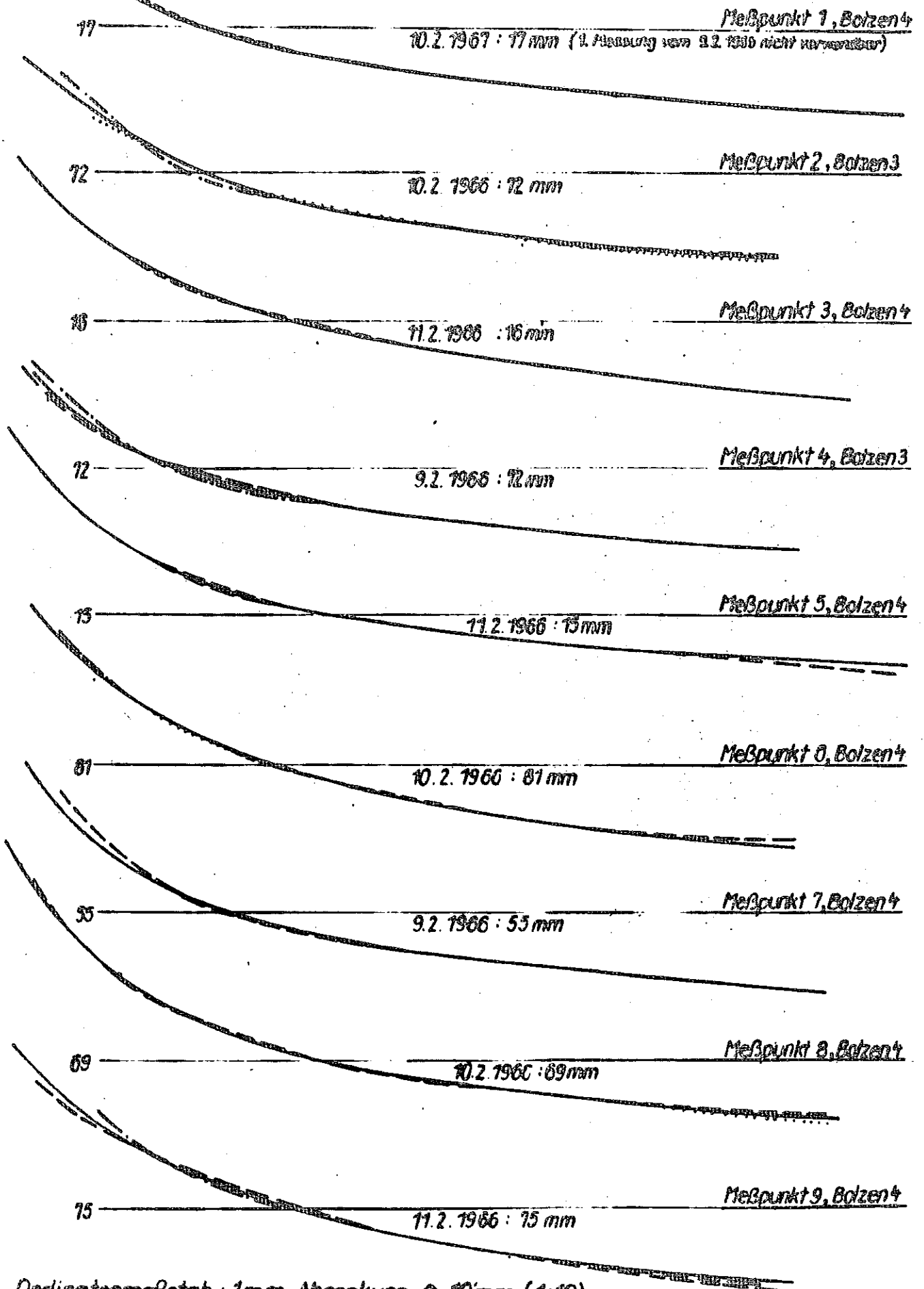
Bei der 1. bis 4. Meßserie am Meßpunkt 3 in der Ohra-Talsperre nach dem Schlauchwaage-Überlaufmeßverfahren gemessene Wasserspiegelabsenkungskurven und Erläuterung des Prinzips der Setzungsbestimmung

Anlage 1

[illegible]

Schlauchwaage - Überlaufmessungen Ohra-Talsperre

Absenkungskurven ohne Temperaturkorrektur (h_g -Kurven) und
Bezugshöhen der 1. Meßserie (9. - 11.2. 1966)



Ordinatenmaßstab : 1mm Absenkung $\hat{=}$ 10mm (1:10)

Abszissenmaßstab : 1min $\hat{=}$ 10mm

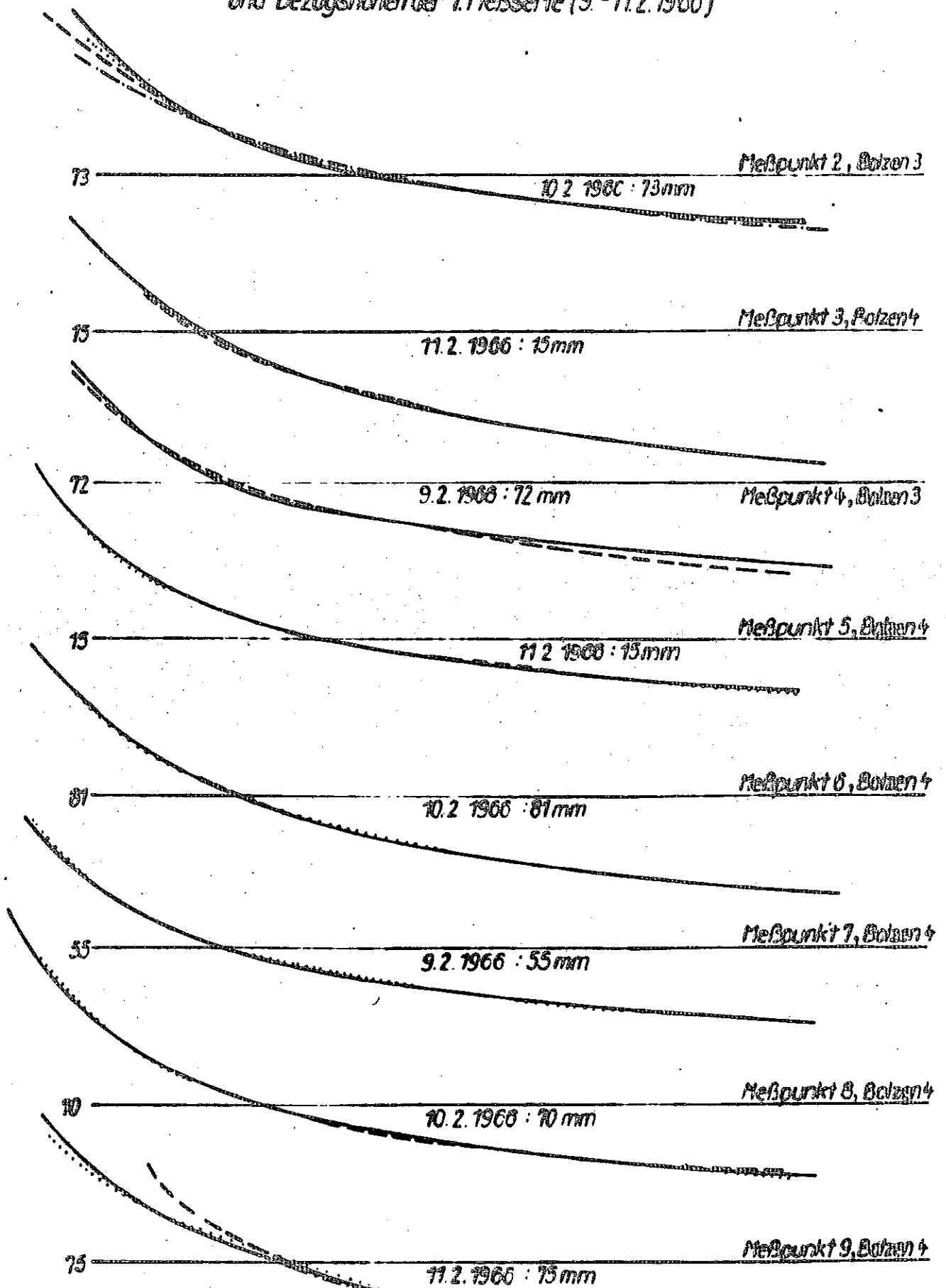
Anlage 2

Dichte ρ des Wassers in gcm^{-3}
als Funktion der Wassertemperatur

| °C | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0,99980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 985 | 986 | 987 | 988 | 988 |
| 1 | 0,99988 | 989 | 990 | 991 | 991 | 992 | 992 | 993 | 993 | 994 | 994 |
| 2 | 0,99994 | 995 | 995 | 996 | 996 | 997 | 997 | 997 | 998 | 998 | 998 |
| 3 | 0,99998 | 999 | 999 | 999 | 999 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| 4 | 1,00000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 000 | 999 | 999 | 999 | 999 | 998 |
| 5 | 0,99998 | 998 | 998 | 997 | 997 | 997 | 996 | 996 | 995 | 995 | 994 |
| 6 | 0,99994 | 994 | 993 | 993 | 992 | 992 | 991 | 991 | 990 | 989 | 988 |
| 7 | 0,99988 | 988 | 987 | 986 | 985 | 985 | 984 | 983 | 982 | 981 | 980 |
| 8 | 0,99980 | 979 | 978 | 978 | 977 | 976 | 975 | 974 | 973 | 972 | 971 |
| 9 | 0,99971 | 970 | 969 | 968 | 967 | 966 | 965 | 964 | 963 | 962 | 961 |
| 10 | 0,99961 | 960 | 959 | 958 | 957 | 956 | 955 | 954 | 953 | 951 | 950 |
| 11 | 0,99950 | 949 | 948 | 947 | 946 | 945 | 944 | 943 | 941 | 940 | 939 |
| 12 | 0,99939 | 938 | 937 | 935 | 934 | 933 | 931 | 930 | 928 | 927 | 926 |
| 13 | 0,99926 | 925 | 924 | 922 | 921 | 920 | 919 | 917 | 916 | 915 | 913 |
| 14 | 0,99913 | 912 | 910 | 909 | 908 | 907 | 905 | 904 | 902 | 901 | 899 |
| 15 | 0,99899 | 898 | 896 | 895 | 893 | 892 | 890 | 889 | 887 | 886 | 884 |
| 16 | 0,99884 | 883 | 881 | 880 | 878 | 876 | 875 | 873 | 872 | 870 | 868 |
| 17 | 0,99868 | 866 | 865 | 863 | 861 | 860 | 858 | 856 | 855 | 853 | 851 |
| 18 | 0,99851 | 849 | 847 | 845 | 843 | 842 | 840 | 838 | 836 | 834 | 832 |
| 19 | 0,99832 | 830 | 828 | 826 | 824 | 822 | 820 | 818 | 816 | 814 | 812 |
| 20 | 0,99812 | 810 | 808 | 806 | 804 | 802 | 800 | 798 | 796 | 793 | 791 |
| 21 | 0,99791 | 789 | 787 | 785 | 783 | 780 | 778 | 776 | 774 | 772 | 769 |
| 22 | 0,99769 | 767 | 765 | 763 | 761 | 758 | 756 | 754 | 752 | 750 | 747 |
| 23 | 0,99747 | 745 | 743 | 740 | 738 | 736 | 734 | 731 | 728 | 726 | 723 |
| 24 | 0,99723 | 721 | 719 | 716 | 714 | 711 | 709 | 706 | 704 | 701 | 699 |
| 25 | 0,99699 | 696 | 694 | 691 | 688 | 686 | 683 | 681 | 678 | 676 | 673 |
| 26 | 0,99673 | 670 | 668 | 665 | 662 | 659 | 656 | 653 | 651 | 648 | 645 |
| 27 | 0,99645 | 642 | 639 | 637 | 634 | 631 | 628 | 625 | 622 | 619 | 616 |
| 28 | 0,99616 | 613 | 610 | 607 | 604 | 601 | 598 | 595 | 592 | 599 | 586 |
| 29 | 0,99586 | 583 | 580 | 577 | 574 | 571 | 568 | 565 | 562 | 559 | 555 |
| 30 | 0,99555 | 552 | 549 | 556 | 553 | 540 | 536 | 533 | 530 | 527 | 523 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Schlauchwaage - Überlaufmessungen Ohre - Talsperre

Absenkungskurven mit Temperaturkorrektur (h_t -Kurven)
und Bezugshöhen der 1. Meßserie (9.-11.2.1966)



Ordinatenmaßstab: 1 mm Absenkung $\hat{=}$ 10 mm (1:10)

Abszissenmaßstab: 1 min $\hat{=}$ 10 mm

Anlage 5.

Verzeichnis der Messstellen

| Geometrisches Nivellement | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------------------------|------------|---------------------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Datum | Bezugsmessung [mNN] |
| KB | 1800 | bei BP 1800 | 09.10.2002 | 532,67 |
| KB | 18001 | bei BP 1800 | 09.10.2002 | 532,6712 |
| KB | 3400 | bei BP 1400 | 09.10.2002 | 532,846 |
| KB | 3402 | bei Si zu BP 1400 | 09.10.2002 | 533,7263 |
| KB | 3404 | bei Si zu BP 1400 | 09.10.2002 | 531,7999 |
| KB | 3500 | bei BP 1500 | 09.10.2002 | 533,9998 |
| KB | 3700 | bei BP 1700 | 09.10.2002 | 520,2494 |
| SK | 4001 | DK, AI 1 | 15.10.1998 | 528,0593 |
| SK | 4002 | DK, AI 2 | 15.10.1998 | 528,0495 |
| SK | 4003 | DK, AI 3 | 15.10.1998 | 528,0094 |
| SK | 4004 | DK, AI 4 | 15.10.1998 | 527,9783 |
| SK | 4005 | DK, AI 5 | 15.10.1998 | 527,9747 |
| SK | 4006 | DK, AI 6 | 15.10.1998 | 527,9531 |
| SK | 4007 | DK, AI 7 | 15.10.1998 | 527,9463 |
| SK | 4008 | DK, AI 8 | 15.10.1998 | 527,9524 |
| SK | 4009 | DK, AI 9 | 15.10.1998 | 527,9503 |
| SK | 4010 | DK, AI 10 | 15.10.1998 | 527,9796 |
| SK | 4011 | DK, AI 11 | 15.10.1998 | 527,999 |
| SK | 4012 | DK, AI 12 | 15.10.1998 | 528,0115 |
| SK | 4013 | DK, AI 13 | 15.10.1998 | 528,0358 |
| SK | 4014 | DK, AI 14 | 15.10.1998 | 528,0529 |
| MB | 5102 | Straße, rechter Hang | 16.09.1998 | 473,7234 |
| MB | 5103 | Straße, rechter Hang | 16.09.1998 | 490,2724 |
| MB | 5104 | Straße, rechter Hang, fix | 16.09.1998 | 501,1113 |
| KB | 5105 | Straße, rechter Hang | 16.09.1998 | 511,5313 |
| MB | 5106 | Straße, rechter Hang | 16.09.1998 | 523,7584 |
| MB | 5107 | DK, rechter Hang | 16.09.1998 | 528,214 |
| MB | 5108 | linker Hang, am SMDG | 16.09.1998 | 528,2668 |
| MB | 5109 | Straße, linker Hang | 16.09.1998 | 517,6821 |
| MB | 5110 | Straße, linker Hang | 16.09.1998 | 515,104 |
| MB | 5111 | Straße, linker Hang, fix | 16.09.1998 | 513,4495 |
| MB | 5112 | Fußweg, linker Hang | 16.09.1998 | 491,6995 |
| MB | 5113 | Talaue, am Pegel, links | 16.09.1998 | 462,9563 |
| MB | 51151 | Talaue an Mauer bei Werkstatt | 03.05.2009 | 470,3615 |
| MB | 5116 | DVL, am Schieberhaus | 16.09.1998 | 472,0052 |
| PB | 5117 | Pfad, linker Hang | 22.09.1998 | 495,04082 |
| PB | 5118 | Pfad, linker Hang | 22.09.1998 | 500,1951 |
| PB | 5119 | Pfad, linker Hang | 22.09.1998 | 506,39934 |
| PB | 5120 | Pfad, linker H. an OP 2905 | 22.09.1998 | 507,3316 |
| PB | 5121 | Pfad, linker H. an OP 2906 | 22.09.1998 | 507,7857 |
| HMB | 5122 | Schieberh. oben, bei Tor | 02.10.1998 | 471,9819 |
| HMB | 5123 | Schieberh. oben, bei Tor | 02.10.1998 | 471,767 |
| HMB | 5124 | Schieberh. oben, links | 14.04.1997 | 473,8189925 |
| HMB | 5125 | GA, Plombe luftseitig | 14.04.1997 | 473,8309945 |
| HMB | 5126 | GA, Plombe wassereitig | 14.04.1997 | 473,8268505 |
| KB | 5128 | KG, linkes unteres Niveau | 28.09.1998 | 488,0531 |
| KB | 5129 | KG, linkes mittleres Niveau | 28.09.1998 | 496,6077 |
| KB | 5130 | KG, linkes oberes Niveau | 28.09.1998 | 506,6667 |
| MB | 5133 | linker H., Fundament BP 1100 | 16.09.1998 | 528,2658 |
| MB | 5134 | linker H., Fundament BP 1100 | 16.09.1998 | 528,2676 |
| KB | 5135 | linker Hang, hinter SMDG | 16.09.1998 | 533,4677 |
| KB | 5136 | linker Hang, Treppe zu BP1600 | 09.10.2002 | 529,6952 |
| PB | 5137 | Pfad, linker Hang | 22.09.1998 | 490,7849 |
| PB | 5138 | Pfad, linker Hang | 22.09.1998 | 491,7879 |
| PB | 5139 | DVL rechter Hang | 09.10.2002 | 474,3224 |

Verzeichnis der Messstellen

| Geometrisches Nivellement | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------------------------|------------|---------------------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Datum | Bezugsmessung [mNN] |
| KB | 5140 | DVL Messschacht li. fix | 14.04.1997 | 472,15801 |
| MB | 5141 | DVL Messschacht li. | 14.09.1997 | 472,0566 |
| MB | 5142 | DVL Messschacht li. | 14.09.1997 | 472,054 |
| MB | 5143 | DVL Messschacht li. | 14.09.1997 | 472,0656 |
| MB | 5144 | DVL Messschacht li. | 14.09.1997 | 472,0504 |
| MB | 5145 | DVL Stützmauer Tosbecken re | 09.10.2002 | 471,2719 |
| MB | 5146 | DVL Stützmauer Tosbecken li | 09.10.2002 | 471,2457 |
| MB | 5147 | DVL Fels linker Hang | 09.10.2002 | 473,9766 |
| MB | 5148 | DVL Fels linker Hang | 09.10.2002 | 474,2218 |
| HMB | 8006 | KG KZBW | 15.10.1997 | 471,9565 |
| KB | 31001 | bei BP 1100 | 09.10.2002 | 532,5366 |
| KB | 36031 | bei BP 1600 | 09.10.2002 | 526,4609 |
| KB | 51011 | TWA, am Spülbecken | 09.10.2002 | 466,5853 |
| MB | 51131 | Talaue, am Pegel rechts | 16.09.1998 | 463,134 |
| MB | 51132 | Talaue, am Pegel links | 09.09.2008 | 464,0878 |
| MB | 51161 | DVL Stütz. Messschacht re. | 16.09.1998 | 472,3061 |
| KB | 51311 | rechter H., Mauer bei BP 1400 | 09.10.2002 | 530,8607 |
| KB | 51321 | rechter H., Mauer bei BP 1400 | 09.10.2002 | 535,3242 |
| KB | 51331 | linker Hang DK am Geländer | 09.10.2002 | 527,978 |
| MB | 51361 | linker H., Mauer hinter SMDG | 09.10.2002 | 532,0354 |
| MB | 3 | TWA, bei Werkstatt | 09.10.2002 | 470,5903 |
| MB | 32 | TWA, Auslauf Turbine | 24.03.2009 | 470,8273 |
| MB | 4 | TWA, am Bürogebäude | 09.10.2002 | 469,8138 |
| HMB | 717 | KG-Talaue | 28.09.1998 | 472,1523 |
| HMB | 5127 | KG KZBW | 28.09.1998 | 471,9597 |
| KB | 7001 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4245 |
| KB | 7002 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4147 |
| KB | 7003 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4107 |
| KB | 7004 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4194 |
| KB | 7005 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4445 |
| KB | 7006 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,4499 |
| KB | 7007 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,5402 |
| KB | 7008 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,5371 |
| KB | 7009 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,5932 |
| KB | 7010 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,5994 |
| KB | 7011 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,6839 |
| KB | 7012 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,6814 |
| KB | 7013 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,7514 |
| KB | 7014 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,7453 |
| KB | 7015 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,8109 |
| KB | 7016 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,8211 |
| KB | 7017 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,8767 |
| KB | 7018 | KG Talaue KB Sohle | 28.09.1998 | 470,8838 |
| HMB | 8000 | KZBW | 28.09.1998 | 471,989 |
| HMB | 8001 | KZBW | 28.09.1998 | 472,0313 |
| HMB | 8002 | KZBW | 28.09.1998 | 471,9973 |
| HMB | 8003 | KZBW | 28.09.1998 | 472,0012 |
| HMB | 8004 | KZBW | 28.09.1998 | 471,9684 |
| HMB | 8005 | KZBW | 28.09.1998 | 472,0431 |
| HMB | 8006 | KZBW | 28.09.1998 | 471,9565 |
| HMB | 9001 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 472,0106 |
| HMB | 9002 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,9944 |
| HMB | 9003 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,993 |
| HMB | 9004 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,9895 |
| HMB | 9005 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,9883 |

Verzeichnis der Messstellen

| Geometrisches Nivellement | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------------------|------------|------------------------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Datum | Bezugsmessung [mNN] |
| HMB | 9006 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,9907 |
| HMB | 9007 | ET, Schieberkammer | 28.09.1998 | 471,9925 |
| KB | 23a.2 | KZBW Plombe Fuge 23a | 28.04.1997 | 470,2788 |
| KB | 23a.1 | KZBW Feld 2 Fuge 23a | 28.04.1997 | 470,2778 |
| KB | 23.2 | KZBW Feld 2 Fuge 23 | 14.04.1997 | 470,3672 |
| KB | 23.1 | KZBW Feld 1 Fuge 23 | 14.04.1997 | 470,369 |
| KB | 24.2 | KZBW Feld 1 Fuge 24 | 14.04.1997 | 470,389 |
| KB | 24.1 | ZBW Fuge 24 | 14.04.1997 | 470,3898 |
| KB | 25.2 | ZBW Fuge 25 | 14.04.1997 | 470,3888 |
| KB | 25.1 | ET Fuge 25 | 14.04.1997 | 470,3961 |
| SK | 10024 | ET Setzkegel auf Sohle | 14.04.1997 | 470,6398 |
| SK | 10025 | ET Setzkegel auf Sohle | 14.04.1997 | 470,6571 |
| SK | 10026 | ET Setzkegel auf Sohle | 14.04.1997 | 470,6972 |
| SK | 10027 | ET Setzkegel auf Sohle | 14.04.1997 | 470,6706 |
| HMB | 5123 | Schieberh. oben bei Tor | 02.10.1998 | 471,767 |
| HMB | 6001 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,4326 |
| HMB | 6002 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,4563 |
| HMB | 6003 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,4372 |
| HMB | 6004 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,4636 |
| HMB | 6005 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,4672 |
| HMB | 6006 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,5122 |
| HMB | 6007 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,5015 |
| HMB | 6008 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,5269 |
| HMB | 6009 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,517 |
| HMB | 6010 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,535 |
| HMB | 6011 | GA ls unten links | 02.10.1998 | 471,5328 |
| HMB | 6012 | GA ls unten rechts | 02.10.1998 | 471,5087 |
| KB | VSKG KB1 | VS KG DK | Juni 67 | 528,123 |
| KB | VSKG KB2 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1166 |
| KB | VSKG KB3 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1104 |
| KB | VSKG KB4 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1198 |
| KB | VSKG KB5 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1221 |
| KB | VSKG KB6 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1558 |
| KB | VSKG KB7 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1424 |
| KB | VSKG KB8 | VS KG DK | Juni 67 | 528,1287 |
| MB | 9 | VS KG am Turm | Juni 67 | 528,6469 |
| PB | 300 | VS KG rechter H. fix | Oktober 02 | 528,3205 |
| PB | 301 | VS KG rechter H. | Oktober 12 | 528,3821 |
| KB | 202 | VS KG rechter H. | Oktober 12 | 531,2418 |
| KB | VSSG KB1 | VS SG DK | 21.10.1998 | 529,406 |
| KB | VSSG KB2 | VS SG DK | 21.10.1998 | 529,3796 |
| KB | VSSG KB3 | VS SG DK | 21.10.1998 | 529,3479 |
| KB | VSSG KB4 | VS SG DK | 21.10.1998 | 529,3358 |
| KB | VSSG KB5 | VS SG DK | 21.10.1998 | 529,341 |
| MB | 6 | VS SG am Turm | 21.10.1998 | 529,801 |
| MB | 7 | VS SG an HWE | 21.10.1998 | 529,7403 |
| PB | 8 | VS SG linker H. fix | 21.10.1998 | 530,6738 |
| MB | 2000 | VS SG linker H. am Fels, fix | 21.10.1998 | 531,14 |
| MB | 5000 | VS SG linker H. | 15.09.2004 | 532,1653 |
| PB | 81 | VS SG linker H. | 17.10.2012 | 530,50932 |
| KB | 82 | VS SG linker H. | 17.10.2012 | 529,99475 |
| MB | 83 | VS SG linker H. | 17.10.2012 | 530,77212 |

Verzeichnis der Messstellen

| Trigonometrisches Nivellement | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------------------------|------------|------------------------|-------------------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Datum | Bezugsmessung [mNN] | |
| ZZA | 1.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 14.10.1998 | 523,592 | |
| ZZA | 3.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 14.10.1998 | 523,599 | |
| ZZA | 8.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 14.10.1998 | 523,6089 | |
| ZZA | 13.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 14.10.1998 | 523,5958 | |
| ZZA | 18.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 14.10.1998 | 523,603 | |
| ZZA | 2.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 14.10.1998 | 516,0975 | |
| ZZA | 4.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 14.10.1998 | 516,1004 | |
| ZZA | 9.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 14.10.1998 | 516,1028 | |
| ZZA | 14.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 14.10.1998 | 516,0999 | |
| ZZA | 19.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 14.10.1998 | 516,0966 | |
| ZZA | 5.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 14.10.1998 | 508,1211 | |
| ZZA | 10.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 14.10.1998 | 508,105 | |
| ZZA | 15.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 14.10.1998 | 508,0959 | |
| ZZA | 6.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 14.10.1998 | 498,1129 | |
| ZZA | 11.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 14.10.1998 | 498,1062 | |
| ZZA | 16.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 14.10.1998 | 498,0972 | |
| ZZA | 7.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 14.10.1998 | 488,1185 | |
| ZZA | 12.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 14.10.1998 | 488,108 | |
| ZZA | 17.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 14.10.1998 | 488,1036 | |
| ZZA | 20.1 | ABAD, Höhe Riss | 14.10.1998 | 491,9525 | |
| ZZA | 21.1 | ABAD, Höhe Riss | 14.10.1998 | 486,7287 | |
| ZZA | 22.1 | ABAD, Höhe Riss | 14.10.1998 | 481,2834 | |
| OP | 2901 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 14.10.1998 | 520,609 | |
| OP | 2902 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 14.10.1998 | 526,234 | |
| OP | 2903 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 14.10.1998 | 530,7895 | |
| OP | 1501 | Kontrollpunkt bei BP 1500 | 14.10.1998 | 531,3434 | |
| OP | 1502 | Kontrollpunkt bei BP 1500 | 14.10.1998 | 539,2829 | |
| OP | 2905 | li. H. LS, unterhalb Pfeiler 1700 | 02.04.2002 | 507,4601 | |
| OP | 2906 | li. H. LS, unterhalb Pfeiler 1700 | 02.04.2002 | 507,9201 | |
| OP | 2000 | Entnahmeturm, Zieltafel | 14.10.1998 | 529,5983 | |
| OP | 20001 | Entnahmeturm, Reflektor | 14.10.1998 | 529,706 | |
| OP | 20002 | Entnahmeturm, Reflektor | 14.10.1998 | 529,7952 | |
| Geometrisches Aligement | | | | | |
| Vermarkung | Punktnummer | Beobachtung | Datum | Bezugsmessung | |
| | | | | Ablage y [mm] | Neigung yn [mm/m] |
| SK | AL1 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 45,6 | 0,6 |
| SK | AL2 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 53,3 | -2,1 |
| SK | AL3 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 46,3 | -1,1 |
| SK | AL4 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 46,0 | -0,2 |
| SK | AL5 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 49,2 | -1,5 |
| SK | AL6 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 44,6 | 1,8 |
| SK | AL7 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 47,5 | -0,9 |
| SK | AL8 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 43,7 | 1,6 |
| SK | AL9 | von BP 1100 | 19.10.1998 | 44,9 | 0,2 |
| SK | AL6 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 55,3 | - |
| SK | AL7 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 53,0 | - |
| SK | AL8 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 58,1 | - |
| SK | AL9 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 55,2 | - |
| SK | AL10 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 57,6 | 1,4 |
| SK | AL11 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 51,3 | -0,5 |
| SK | AL12 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 52,6 | -1,1 |
| SK | AL13 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 47,1 | 2,3 |
| SK | AL14 | von BP 1400 | 19.10.1998 | 49,1 | -1,5 |

Verzeichnis der Messstellen

| Trigonometrische Lagemessung Hauptsperre | | | | |
|--|-------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Bezugsmessung 14.10.1998 | |
| | | | x [m] | y [m] |
| BP | 1100 | linker Hang Dammachse | 1273,2531 | 1000,0163 |
| BP | 1400 | rechter Hang Dammachse | 1000,0050 | 1000,0009 |
| BP | 1500 | rechter Hang Wasserseite | 999,5347 | 926,6350 |
| BP | 1600 | linker Hang Wasserseite | 1271,9292 | 925,6772 |
| BP | 1700 | linker Hang Luftseite, fix | 1272,0890 | 1094,2086 |
| BP | 1800 | rechter Hang Luftseite, fix | 1005,0261 | 1090,3554 |
| O | 10061 | linker Hang, Luftseite, fix | 1295,2797 | 434,9971 |
| O | 10071 | rechter Hang, Luftseite, fix | 962,6398 | 531,8624 |
| O | 10011 | linker Hang, Luftseite, fix | 1555,7899 | 1090,8060 |
| O | 10051 | rechter Hang, Luftseite, fix | 842,6362 | 1244,0698 |
| O | 10131 | linker Hang, Luftseite, fix | 1592,2289 | 1445,0663 |
| ZZA | 1.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 1212,6484 | 991,0635 |
| ZZA | 3.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 1187,3445 | 991,2627 |
| ZZA | 8.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 1147,3203 | 991,3379 |
| ZZA | 13.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 1107,3139 | 991,2865 |
| ZZA | 18.1 | ABAD, Höhe 523 mNN | 1062,5978 | 991,1496 |
| ZZA | 2.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 1212,6751 | 975,9778 |
| ZZA | 4.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 1187,3360 | 976,2256 |
| ZZA | 9.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 1147,3292 | 976,2572 |
| ZZA | 14.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 1107,3260 | 976,2514 |
| ZZA | 19.1 | ABAD, Höhe 516 mNN | 1062,5924 | 976,1366 |
| ZZA | 5.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 1187,3143 | 960,3199 |
| ZZA | 10.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 1147,3323 | 960,2326 |
| ZZA | 15.1 | ABAD, Höhe 508 mNN | 1107,3266 | 960,2812 |
| ZZA | 6.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 1187,3326 | 940,4111 |
| ZZA | 11.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 1147,3314 | 940,2466 |
| ZZA | 16.1 | ABAD, Höhe 498 mNN | 1107,3195 | 940,2866 |
| ZZA | 7.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 1187,3236 | 920,5338 |
| ZZA | 12.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 1147,3015 | 920,1996 |
| ZZA | 17.1 | ABAD, Höhe 488 mNN | 1107,3070 | 920,1791 |
| ZZA | 20.1 | ABAD, Höhe Riss | 1061,8069 | 927,5380 |
| ZZA | 21.1 | ABAD, Höhe Riss | 1068,4938 | 917,3249 |
| ZZA | 22.1 | ABAD, Höhe Riss | 1075,5496 | 906,1583 |
| OP | 2901 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 1016,2343 | 944,2269 |
| OP | 2902 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 1009,3859 | 958,4633 |
| OP | 2903 | rechter Hang WS, bei BP 1500 | 1001,7671 | 939,2067 |
| OP | 2905 | li. H. LS, unterhalb Pfeiler 1700 | 1254,1945 | 1110,4654 |
| OP | 2906 | li. H. LS, unterhalb Pfeiler 1700 | 1262,4881 | 1132,0866 |
| OP | 2000 | Entnahmeturm, Zieltafel | 1208,2295 | 870,8452 |
| OP | 20001 | Entnahmeturm, Reflektor | 1208,2451 | 870,9055 |
| OP | 20002 | Entnahmeturm, Reflektor | 1210,8796 | 865,7493 |
| WB | 4011 | DK WS, Wellenbrecher | 1252,7170 | 999,3138 |
| WB | 4021 | DK WS, Wellenbrecher | 1232,6500 | 999,3162 |
| WB | 4031 | DK WS, Wellenbrecher | 1212,7118 | 999,3196 |
| WB | 4041 | DK WS, Wellenbrecher | 1192,5580 | 999,3372 |
| WB | 4051 | DK WS, Wellenbrecher | 1172,5998 | 999,3115 |
| WB | 4061 | DK WS, Wellenbrecher | 1152,5749 | 999,3311 |
| WB | 4071 | DK WS, Wellenbrecher | 1142,5770 | 999,3250 |
| WB | 4081 | DK WS, Wellenbrecher | 1132,5975 | 999,3008 |
| WB | 4091 | DK WS, Wellenbrecher | 1122,5187 | 999,2965 |
| WB | 4101 | DK WS, Wellenbrecher | 1102,5464 | 999,2967 |
| WB | 4111 | DK WS, Wellenbrecher | 1082,6488 | 999,3075 |
| WB | 4121 | DK WS, Wellenbrecher | 1062,5870 | 999,2736 |
| WB | 4131 | DK WS, Wellenbrecher | 1042,5202 | 999,2849 |
| WB | 4141 | DK WS, Wellenbrecher | 1022,5028 | 999,2778 |

Verzeichnis der Messstellen

| Trigonometrische Kontrolle Beobachtungspfeiler | | | | | |
|--|---------------|-----------------------------------|------------------|---------------|----------------------------------|
| Vermarkung | Punktnummer | Lage | Bezugsmessung | | |
| | | | x [m] | y [m] | |
| KP | 1101 | Kontrollpunkt bei BP 1100 | 1273,9348 | 1014,9504 | |
| KP | 1102 | Kontrollpunkt bei BP 1100 | 1278,7411 | 1001,8567 | |
| KP | 1103 | Kontrollpunkt bei BP 1100 | 1274,9215 | 993,6179 | |
| KP | 1404 | Kontrollpunkt bei BP 1400 | 996,2897 | 1014,3391 | |
| KP | 1402 | Kontrollpunkt bei BP 1400 | 990,7641 | 994,5472 | |
| KP | 14001 | Hilfs- und Kontrollp. bei BP 1400 | 998,8555 | 979,1327 | |
| KP | 1501 | Kontrollpunkt bei BP 1500 | 997,6673 | 914,7491 | |
| KP | 1502 | Kontrollpunkt bei BP 1500 | 987,9467 | 923,0664 | |
| KP | 1701 | Kontrollpunkt bei BP 1700 | 1270,3543 | 1081,844 | |
| KP | 1702 | Kontrollpunkt bei BP 1700 | 1279,9004 | 1084,8161 | |
| KP | 1703 | Kontrollpunkt bei BP 1700 | 1284,1656 | 1095,6208 | |
| KP | 1801 | Kontrollpunkt bei BP 1800 | 1000,5909 | 1076,4637 | |
| KP | 1802 | Kontrollpunkt bei BP 1800 | 989,8782 | 1094,6322 | |
| KP | 1803 | Kontrollpunkt bei BP 1800 | 1008,6021 | 1105,6589 | |
| Neigungsmessung | | | | | |
| Vermarkung | Punktnummer | Winkel Aufsetzkegel | | Bezugsmessung | |
| | | +y (Luftseite) | +x (linker Hang) | x [mm/m] | y [mm/m] |
| BP | 1100 | 160 | 60 | 17,11 | 9,85 |
| BP | 1400 | 174 | 74 | 46,73 | -10,33 |
| BP | 1500 | 180 | 80 | 18,27 | -1,38 |
| BP | 1600 | 160 | 60 | 48,3 | 1,99 |
| BP | 1700 | 180 | 80 | 0,26 | -4,09 |
| BP | 1800 | 170 | 70 | 3,3 | -4,31 |
| Neigungsmessung über Höhenunterschiede | | | | | |
| Vermarkung | Strecke | Lage | | Datum | Bezugsmessung Δh [mm] |
| KB | 23.1 - 23.2 | Sohle KZBW | | 14.04.1997 | 1,775 |
| KB | 24.1 - 24.2 | Sohle KZBW - ZBW | | 15.04.1997 | 0,800 |
| KB | 25.1 - 25.2 | Sohle ZBW - ET | | 16.04.1997 | 7,350 |
| KB | 23a.1 - 23a.2 | Sohle KZBW | | 28.04.1997 | -1,025 |
| SK | 10027 - 10024 | ET, Setzkegel Sohle | | 14.04.1997 | 30,899 |
| SK | 10026 - 10025 | ET, Setzkegel Sohle | | 14.04.1997 | 40,025 |
| SK | 10025 - 10024 | ET, Setzkegel Sohle | | 14.04.1997 | 17,475 |
| SK | 10026 - 10027 | ET, Setzkegel Sohle | | 14.04.1997 | 26,600 |
| HMB | 9007 - 9004 | ET, Schieberkammer | | 14.04.1997 | 4,698 |
| HMB | 9006 - 9005 | ET, Schieberkammer | | 14.04.1997 | 3,882 |
| HMB | 9005 - 9004 | ET, Schieberkammer | | 14.04.1997 | -1,973 |
| HMB | 9006 - 9007 | ET, Schieberkammer | | 14.04.1997 | -2,790 |
| HMB | 9011 - 9008 | ET, Turmschaft | | 14.04.1997 | -0,617 |
| HMB | 9010 - 9009 | ET, Turmschaft | | 14.04.1997 | -0,975 |
| HMB | 9009 - 9008 | ET, Turmschaft | | 14.04.1997 | 2,815 |
| HMB | 9010 - 9011 | ET, Turmschaft | | 15.04.1997 | 2,457 |

Legende:

| | | |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| BP - Beobachtungspfeiler | KB - Kopfbolzen | OP - Objektpunkt |
| DK - Dammkrone | KG - Kontrollgang | PB - Pfeilerbolzen |
| DVL - Dammvorland | KP - Kontrollpunkt | SK - Alignmentsetzkegel |
| ET - Entnahmeturm | KZBW - Kreuzungsbauwerk | WB - Wellenbrecher |
| GA - Grundablassstollen | LS - Luftseite | WS - Wasserseite |
| HMB - hydrost. Messbolzen | MB - Mauerbolzen | ZBW - Zwischenbauwerk |
| HP - Höhenpunkt | O - Orientierungspunkt | ZZA - Zielzeichenaufnahme |