



## Kalibrierbescheinigung

Verm.-Stelle :		Datum :	09.03.2022	Prüf-Nr. :	E012/22
Instrument :	Leica TCRP1203	Beobachter :			
Instr.-Nr. :	210 009	Auswerter :		M. Eng. Martin Kiskemper	

Der o. g. elektrooptische Distanzmesser (EDM) wurde durch das MFP-Institut kalibriert.

Bei der Kalibrierung wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

### 1. Maßstabskorrektion

Die Maßstabskorrektion des EDM wurde am 09.03.2022 an der Frequenzprüfeinrichtung der Hochschule Neubrandenburg bestimmt.

Es wurde das Einlaufverhalten des Quarzes innerhalb der ersten 10 Minuten nach Einschalten des Gerätes bestimmt, und daraus eine mittlere Maßstabskorrektion gerechnet. Die Frequenzprüfung ist in Anlage 1 dokumentiert.

$$K_m = 0,4 \text{ mm / km} \pm 0,1 \text{ mm / km}$$

### 2. Nullpunktkorrektion

Zur Bestimmung der Nullpunktkorrektion erfolgte eine Kalibriermessung auf der Kalibrierstrecke der Hochschule Neubrandenburg in Ganzkow am 09.03.2022.

Die Messung wurde durch den Eigentümer/Nutzer selbständig durchgeführt.

Während der Messung wurden die Umgebungstemperatur und der Luftdruck ständig gemessen und protokolliert.

Die entsprechenden meteorologischen Korrekturen wurden am EDM eingegeben.

Bei der Auswertung der Kalibrierstreckenmessung wurde die unter Ziffer 1 bestimmte Maßstabskorrektion an die gemessenen Strecken angebracht.

Die Nullpunktkorrektion und die entfernungsabhängige Nullpunktkorrektion wurden aus 28 gemessenen Strecken im Bereich von 20,19 m und 1094,98 m durch Vergleich mit bekannten Sollstrecken abgeleitet.

Die Sollmaße der Kalibrierstrecke Ganzkow wurden am 08.08.2001 mit dem Mekometer ME5000, Ser.-Nr. 357 003 durch die Technische Universität München bestimmt.

Die Sollstrecken werden jährlich mit dem Mekometer ME5000, Ser.-Nr. 357 064 der Hochschule Neubrandenburg überprüft und ggf. neu eingefügt, zuletzt am 05.09.2017.

Die Auswertung erbrachte folgende Nullpunktkorrektion:

$$K_0 = -0,9 \text{ mm} - 1,8 \text{ mm / km}$$

In Anlage 2 wurden die Strecken um den durch die Frequenzmessung ermittelten systematischen Maßstabsfehler korrigiert, so dass am Tachymeter als Maßstabsfaktor (geometrischer ppm-Wert) die Summe der beiden Faktoren = -1,4 ppm einzustellen ist.

Ferner sollte als Additionskonstante -0,9 mm eingegeben werden.

Die angegebene Korrektur  $k_m$  und  $k_0$  haben nur mit der bei der Kalibrierung benutzten Ausrüstung (Reflektoren, Thermometer und Barometer intern/extern) und den bei der Kalibrierung vorgenommenen Einstellungen am Instrument Gültigkeit.

### 3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die ermittelten Kalibrierkorrekturen sind bei Auswertungen von Messungen mit dem genannten EDM zu berücksichtigen. Die Korrekturen sind an die beobachteten Schrägstrecken  $S_{roh}$  wie folgt anzubringen, um korrigierte Schrägstrecken  $S_{kor}$  zu erhalten :

$$D_{kor} = D_{roh} + D_{roh} \cdot k_m + k_0$$

### 4. Eignung des EDM

Der im Kalibriererlass EDM Mecklenburg-Vorpommern, 1.2 festgelegte Grenzwert für eine Einzelabweichung von 5,0 mm wird 0 mal überschritten.

Die Absolutbeträge der restlichen Abweichungen liegen im Mittel mit 0,7 mm unterhalb der Toleranzgrenze.

Das EDM ist für Messungen im amtlichen Lagefestpunktnetz der Grundlagenvermessung geeignet.

(Der Grenzwert des Betrages der Restabweichungen nach ‚Kalibriererlass EDM Mecklenburg-Vorpommern‘ beträgt :

- für Liegenschaftsvermessungen 10 mm,
- für Messungen im Aufnahmepunkt-Netz 8 mm und im Mittel der Beträge 5 mm,
- für Messungen im amtlichen Lagefestpunktfeld der Grundlagenvermessung 5 mm und im Mittel der Beträge 3 mm.)

im Auftrag

(M. Kiskemper)

- Anlagen:
- Protokoll Frequenzprüfung (Anlage 1)
  - Auswertung Nullpunktkorrektur (Anlage 2)
  - Originalmessdaten (Anlage 3)



## EDM - Frequenzprüfung

Verm.-Stelle :	[REDACTED]	Datum :	09.03.2022	Prüf - Nr :	E012-22
Instrument :	Leica TCRP1203	Prüfer :	M. Eng. Martin Kiskemper		
Instr.-Nr. :	210 009	20,2 °C :	1031,0 hPa	Seite :	1(2)

**DKD-Kalibrierung 16059 D-K-19425-01 des Frequenzzählers Keysight 53220A vom 08.09.2020 :**  
 mittl. Frequenz am 10 MHz-Ausgang über 24 Stunden :  $10.000.000,037 \text{ Hz} \pm 1 \cdot 10^{-9}$   
 Verbesserung vf : -0,04 Hz q = 1,00000000

**Kalibrierung des Frequenzzählers mittels DCF-77-Frequenznormal vom 24.02.2022 :**  
 Sollfrequenz des Frequenznormals : 10.000.000,0 Hz  
 abgelesene Frequenz am Zähler : 10.000.000,0 Hz  
 Verbesserung vf : 0,0 Hz q = 1,00000000

Zeit [hh:mm:ss]	Ist-Frequenz [Hz]	Soll-Frequenz [Hz]	kf [Hz]	Bemerkung
<b>Bestimmung des Einlaufverhaltens</b>				<i>Die Ist-Frequenz ist bereits um</i>
00:00:00	100.140.710	100.140.774	64	<i>den Frequenzählerfehler</i>
00:00:30	100.140.696	100.140.756	60	<i>korrigiert.</i>
00:01:00	100.140.677	100.140.732	55	
00:01:30	100.140.661	100.140.718	57	
00:02:00	100.140.648	100.140.703	55	
00:02:30	100.140.637	100.140.693	56	
00:03:00	100.140.628	100.140.674	46	
00:03:30	100.140.620	100.140.667	47	
00:04:00	100.140.614	100.140.660	46	
00:04:30	100.140.608	100.140.648	40	
00:05:00	100.140.602	100.140.642	40	
00:05:30	100.140.598	100.140.637	39	
00:06:00	100.140.594	100.140.632	38	
00:06:30	100.140.590	100.140.625	35	
00:07:00	100.140.586	100.140.623	37	
00:07:30	100.140.583	100.140.620	37	
00:08:00	100.140.580	100.140.614	34	
00:08:30	100.140.578	100.140.611	33	
00:09:00	100.140.575	100.140.609	34	
00:09:30	100.140.573	100.140.609	36	
00:10:00	100.140.571	100.140.604	33	
mittlere Frequenzkorrektur (Hz) =			<b>44,0</b>	

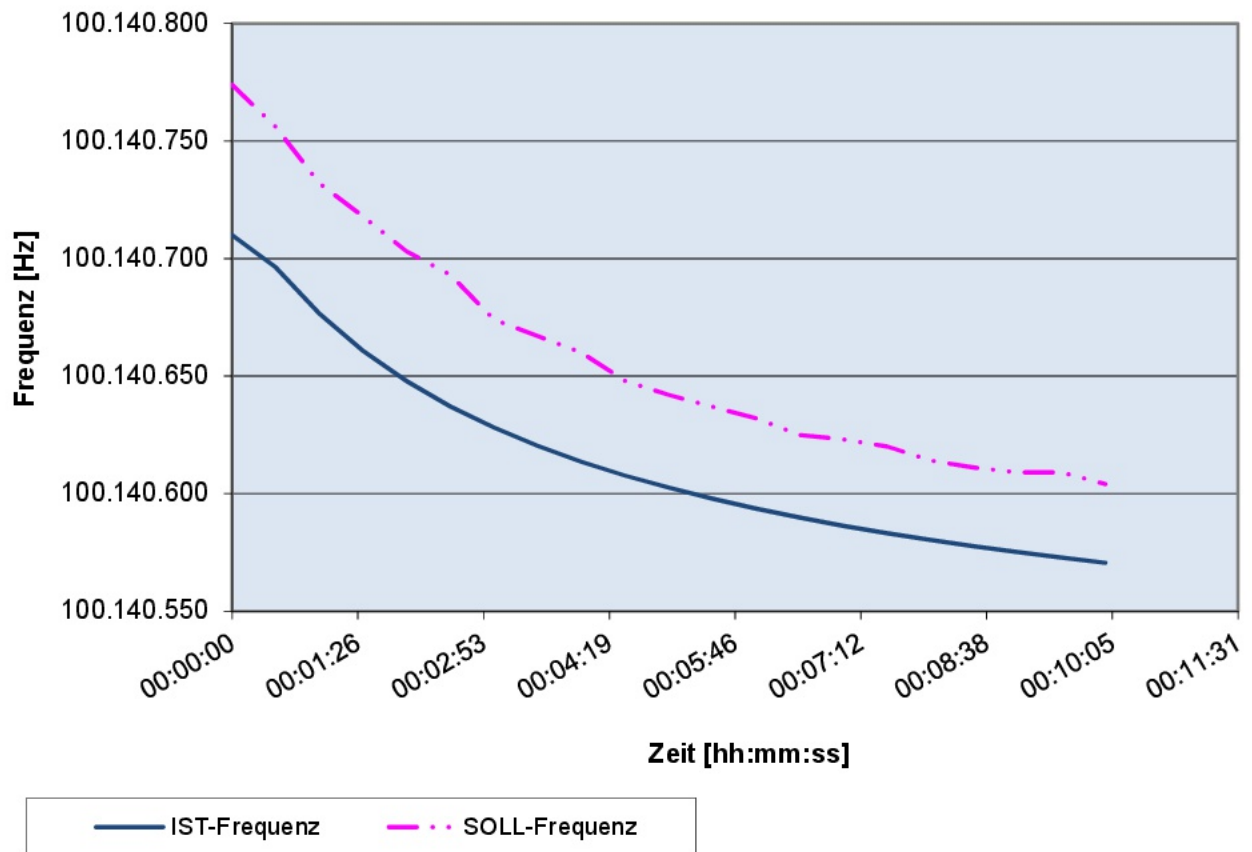
**Die mittlere Frequenzkorrektur kf von 44,0 Hz entspricht einer Maßstabskorrektur km von 0,4 ppm oder 1,0000004.**



## EDM - Frequenzprüfung

Verm.-Stelle :	██████████	Datum :	09.03.2022	Prüf - Nr :	E012-22
Instrument :	Leica TCRP1203	Prüfer :	M. Eng. Martin Kiskemper		
Instr.-Nr. :	210 009	20,2 °C	1031,0 hPa	Seite :	2(2)

Einlaufverhalten Leica TCRP1203 - Nr. 210 009





## Bestimmung der Nullpunktkorrektur

### - Ausgleichung mit Sollstrecken -

Verm.-Stelle :		Datum :	09.03.2022	Prüf-Nr. :	E012/22
Instrument :	Leica TCRP1203	Beobachter :			
Instr.-Nr. :	210 009	Auswerter :		M. Eng. Martin Kiskemper	

#### 1. Funktion der Nullpunktkorrektur

Ausgleichungsansatz:	$k_0 =$	$k_1 + k_2 \cdot D[\text{km}]$
Signifikanzniveau:	$S =$	0,95
Quantil der t-Verteilung nach "Student" =	2,06	( $f = 26$ ; $p = 1 - \alpha/2 = 0,975$ )
ausgl. Koeffizienten:	$k_1 =$	-0,9 mm $\pm$ 0,3 signifikant
	$k_2 =$	-1,8 mm / km $\pm$ 0,6 signifikant

Nullpunktkorrektur:  $k_0 = -0,9 \text{ mm} - 1,8 \text{ mm / km} \cdot D [\text{km}]$

#### 2. Statistische Angaben

Anzahl der Beobachtungen (n) :	28
Anzahl der Unbekannten (u) :	2
Anzahl der Überbestimmungen ( $f = n - u$ ) :	26
Standardabweichung der Gewichtseinheit ( $s_0$ ) :	0,32

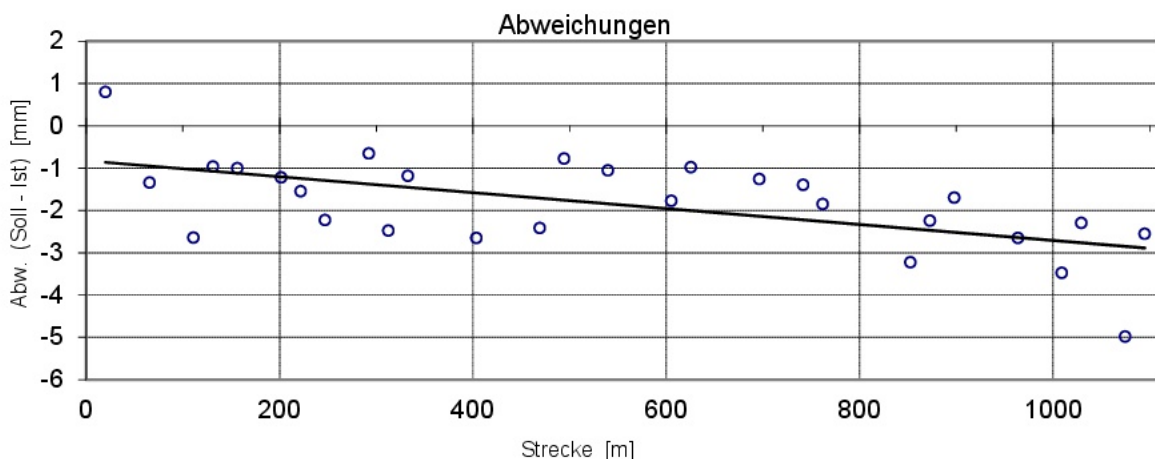
#### 3. Graphische Darstellung der Abweichung und der Nullpunktkorrektur

Die Abbildung stellt die Abweichungen der gemessenen und anschließend korrigierten und horizontierten Strecken gegenüber den Sollmaßen der Kalibrierstrecke 'Ganzkow' ("Soll - Ist") dar.

Die Abstände der Punkte von der Nulllinie entsprechen den Abweichungen vom Sollwert.

Die Ausgleichende Gerade ist die Funktion der Nullpunktkorrektur  $k_0$ .

Die Abstände der einzelnen Punkte von der Regressionsgerade entsprechen den verbleibenden Restabweichungen.





## Bestimmung der Nullpunktkorrektur

### - Ausgleichung mit Sollstrecken -

Verm.-Stelle :		Datum :	09.03.2022	Prüf-Nr. :	E012/22
Instrument :	Leica TCRP1203	Beobachter :			
Instr.-Nr. :	210 009	Auswerter :		M. Eng. Martin Kiskemper	

#### 4. Zusammenstellung der Messungen

(1) von	(2) nach	(3) Sollstrecken *) reduziert auf Bezugshorizont [m]	(4) Messwerte korrigiert mit $k_m$ hor. und reduz. auf Bezugshorizont [m]	(5) Abweichg. Sollstr. - Messwerte (3) - (4) [mm]	(6) Funktions- werte der Nullpunkt- korrektur [mm]	(7) Messwerte korrigiert mit $k_m$ und $k_0$ (4) + (6) [m]	(8) Restab- weich- ungen (3) - (7) [mm]
1	2	20,1857	20,1849	0,8	-0,9	20,1840	1,7
1	3	131,2049	131,2059	-1,0	-1,1	131,2048	0,1
1	4	333,0513	333,0525	-1,2	-1,5	333,0510	0,3
1	5	625,7040	625,7050	-1,0	-2,0	625,7030	1,0
1	6	872,9412	872,9434	-2,2	-2,4	872,9410	0,2
1	7	1029,3771	1029,3794	-2,3	-2,7	1029,3767	0,4
1	8	1094,9844	1094,9870	-2,6	-2,9	1094,9841	0,3
2	3	111,0192	111,0218	-2,6	-1,1	111,0208	-1,6
2	4	312,8656	312,8681	-2,5	-1,4	312,8667	-1,1
2	5	605,5183	605,5201	-1,8	-2,0	605,5181	0,2
2	6	852,7555	852,7587	-3,2	-2,4	852,7563	-0,8
2	7	1009,1914	1009,1949	-3,5	-2,7	1009,1922	-0,8
2	8	1074,7987	1074,8037	-5,0	-2,8	1074,8009	-2,2
3	4	201,8464	201,8476	-1,2	-1,2	201,8464	0,0
3	5	494,4991	494,4999	-0,8	-1,8	494,4981	1,0
3	6	741,7363	741,7377	-1,4	-2,2	741,7355	0,8
3	7	898,1722	898,1739	-1,7	-2,5	898,1714	0,8
3	8	963,7795	963,7822	-2,7	-2,6	963,7795	0,0
4	5	292,6527	292,6534	-0,7	-1,4	292,6520	0,7
4	6	539,8899	539,8910	-1,1	-1,8	539,8891	0,8
4	7	696,3258	696,3271	-1,3	-2,1	696,3249	0,9
4	8	761,9331	761,9349	-1,8	-2,2	761,9327	0,4
5	6	247,2372	247,2394	-2,2	-1,3	247,2381	-0,9
5	7	403,6731	403,6757	-2,6	-1,6	403,6742	-1,1
5	8	469,2804	469,2828	-2,4	-1,7	469,2811	-0,7
6	7	156,4359	156,4369	-1,0	-1,1	156,4358	0,1
6	8	222,0432	222,0447	-1,5	-1,3	222,0435	-0,3
7	8	65,6073	65,6086	-1,3	-1,0	65,6077	-0,4

Betrag der größten Abweichung (Sp.5) :	5,0 mm	zulässig :	
Betrag der größten Restabweichung (Sp.8) :	2,2 mm		5,0 mm
Mittelwert der Beträge der Restabweichungen (Sp.8) :	0,7 mm		3,0 mm

#### 5. Beurteilung / Anmerkungen

\*) Die Sollmaße der Kalibrierstrecke Ganzkow wurden am 08.08.2001 mit dem Mekometer ME5000, Ser.-Nr. 357 003 durch die Technische Universität München bestimmt.

Die Sollstrecken werden alle zwei Jahre mit dem Mekometer ME5000, Ser.-Nr. 357 064 der Hochschule Neubrandenburg überprüft und ggf. neu eingefügt, zuletzt am 05.09.2017.



Hochschule Neubrandenburg  
 Studiengang Geodäsie und Messtechnik  
 Brodaer Str. 2 17033 Neubrandenburg  
 Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Heger

Anlage 3

Prüf-Nr.  
 E012/22

### Additionskonstantenbestimmung eines EDM - Kalibrierstrecke 'Ganzkow'

Verm.-Stelle :		Standardabw. des EDM nach Herstellerangaben :	Reflektortyp :	Leica GPR1	am Tachymeter eingestellte Werte
Instrument :	Leica TCRP1203	2 mm + 2 ppm	Reflektorkonstante :	-34,4 mm	Prismenkonst. : -34,4 mm
Instr.-Nr. :	210 009	Maßstabskorr. $k_m$ aus Freq.-Messung [ppm] :	Wetter :	sonnig	Temperatur : 6,0 °C
Beobachter :		$k_m$ : 0,4 ppm	Bewölkung :	1/8	Luftdruck : 1013,3 hPa
Datum :	09.03.2022	Beginn : 9:30 Ende : 14:30			Luftfeuchte : 60 %

(1) von	(2) nach	(3) Temperatur		(4) Luftdruck		(5) Kippachs- höhe [m]	(6) Reflektor- höhe [m]	(7) Einzelmessungen atmosph. uncorr. Horizontalstrecken [m]					(8) Streckenmittel korr. mit $k_m$ [m]	(9) Streckenmittel atmosph. korr. [m]	(10) Streckenmittel hor. und red. [m]	
		Stand [°C]	Ziel [°C]	Stand [hPa]	Ziel [hPa]			1	2	3	4	5				
1	2	5,1	5,3	1017,8	1017,7	0,237	0,237	20	1849	1850	1848	1850	1850	20,1849	20,1849	20,1849
1	3	4,8	6,2	1017,9	1018,0			131	2061	2059	2062	2060	2061	131,2059	131,2061	131,2059
1	4	4,4	6,2	1017,9	1018,0			333	0531	0533	0532	0527	0529	333,0525	333,0532	333,0525
1	5	4,2	6,5	1017,9	1018,3			625	7060	7063	7063	7058	7057	625,7050	625,7063	625,7050
1	6	4,0	6,8	1017,9	1018,4			872	9454	9446	9442	9451	9450	872,9434	872,9452	872,9434
1	7	3,9	6,2	1018,0	1018,5			1029	3814	3819	3812	3813	3816	1029,3794	1029,3819	1029,3794
1	8	4,2	5,9	1018,0	1018,6			1094	9891	9895	9891	9893	9889	1094,9870	1094,9896	1094,9870
2	3	6,4	7,3	1018,2	1018,2			111	0221	0220	0221	0216	0215	111,0218	111,0219	111,0218
2	4	6,6	7,4	1018,3	1018,5			312	8680	8683	8679	8682	8680	312,8681	312,8682	312,8681
2	5	7,0	7,7	1018,2	1018,7			605	5199	5197	5201	5199	5197	605,5201	605,5201	605,5201
2	6	7,2	7,6	1018,2	1018,8			852	7584	7586	7588	7579	7583	852,7587	852,7587	852,7587
2	7	7,0	7,9	1018,3	1018,9			1009	1942	1944	1942	1948	1947	1009,1949	1009,1949	1009,1949
2	8	7,4	9,1	1018,2	1019,0			1074	8025	8017	8024	8025	8026	1074,8037	1074,8028	1074,8037
3	4	7,0	9,1	1018,4	1018,4			201	8471	8475	8475	8474	8475	201,8476	201,8475	201,8476
3	5	6,8	9,5	1018,5	1018,6			494	4993	4994	4993	4992	4993	494,4999	494,4995	494,4999
3	6	6,8	9,2	1018,3	1018,7			741	7372	7373	7369	7367	7366	741,7377	741,7372	741,7377
3	7	6,8	9,3	1018,2	1018,8			898	1730	1729	1727	1731	1730	898,1739	898,1733	898,1739
3	8	7,0	9,9	1018,3	1018,7			963	7803	7811	7803	7810	7809	963,7822	963,7811	963,7822
4	5	6,3	10,1	1018,5	1018,6			292	6532	6530	6532	6527	6529	292,6534	292,6531	292,6534
4	6	6,4	9,4	1018,5	1018,7			539	8906	8904	8902	8904	8908	539,8910	539,8907	539,8910
4	7	6,7	9,4	1018,5	1018,7			696	3264	3262	3263	3261	3267	696,3271	696,3266	696,3271
4	8	6,9	10,1	1018,6	1018,8			761	9341	9336	9340	9340	9334	761,9349	761,9341	761,9349
5	6	9,9	9,6	1018,8	1018,6			247	2388	2386	2389	2385	2389	247,2394	247,2388	247,2394
5	7	10,8	9,7	1018,8	1018,6			403	6744	6745	6744	6747	6741	403,6757	403,6746	403,6757
5	8	9,9	10,1	1018,8	1018,7			469	2812	2813	2814	2814	2817	469,2828	469,2816	469,2828
6	7	7,9	9,5	1018,9	1018,6			156	4367	4364	4366	4366	4369	156,4369	156,4367	156,4369
6	8	7,9	9,5	1018,9	1018,7			222	0446	0445	0441	0444	0443	222,0447	222,0445	222,0447
7	8	8,2	9,6	1019,0	1018,6			65	6085	6086	6085	6087	6083	65,6086	65,6085	65,6086