



Untersuchung des Einflusses magnetischer Gleich- und Wechselfelder auf Präzisions-Kompensatornivelliere

Instrument : <i>Leica LS15</i>	Datum : <i>01.06.2021</i>	Prüf.-Nr. : <i>NM 008/21</i>
Instr.-Nr. : <i>707 142</i>	Prüfer : <i>M. Eng. Martin Kiskemper</i>	

- Prüfmittel :**
- Helmholtzspule zur Erzeugung homogener magnetischer Felder
 - Kollimator mit Strickkreuzverstellung ($f=1100\text{mm}$; Hersteller: Möller - Wedel)
 - Heidenhain Längenmesstaster zur Bestimmung der Strickkreuzposition
 - Heidenhain Digitalanzeigeeinheit ND720 mit RS-232-Ausgang
 - PC zur Übernahme der Messdaten von der Digitalanzeigeeinheit
 - Labornetzteil (0-40V; 0-3A) zur Erzeugung des magnetischen Gleichfeldes
 - Ringkerntransformator zur Erzeugung des magnetischen Wechselfeldes
 - Multimeter zur Erfassung des Spulenstromes

- Messanordnung :**
- 1 : normales Erdmagnetfeld (Helmholtzspule ausgeschaltet)
 - 2 : magnetisches Feld ein (Ausrichtung bei Gleichfeld Objektiv-Okular = N - S)
 - 3 : normales Erdmagnetfeld (Helmholtzspule ausgeschaltet)
 - 4 : magnetisches Feld ein (Ausrichtung bei Gleichfeld Objektiv-Okular = S - N)
 - 5 : normales Erdmagnetfeld (Helmholtzspule ausgeschaltet)

Tabelle 1: Magnetisches Gleichfeld mit 0,2mT (ca. 10-faches Erdmagnetfeld in Deutschland)

1. Durchlauf	Messanordnung				
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]	5 [mm]
1	0,000	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001
2	-0,002	0,000	-0,001	-0,002	0,000
3	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
4	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,001
5	0,000	-0,001	-0,002	0,000	-0,002
Mittel [mm]	-0,0006	-0,0006	-0,0010	-0,0008	-0,0008
Mittel ["]	-0,11	-0,11	-0,19	-0,15	-0,15
Stdabw. Einzel ["]	0,17	0,17	0,13	0,16	0,16
Stdabw. Mittel ["]	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07
Prüfgröße F	0,78		0,78		
0,21 8,90	Varianzen sind gleichwertig		Varianzen sind gleichwertig		
Prüfgröße t	0,44		0,24		
Quantil =	2,160	keine signifikante Ziellinienänd.		keine signifikante Ziellinienänd.	

Hypothesentest : Wird durch das 10-fache Erdmagnetfeld die Ausrichtung der Ziellinie signifikant verändert? Zunächst wird getestet, ob von der Gleichheit der Varianzen ausgegangen werden kann (F-Test mit $f_1 = 9$; $f_2 = 4$; $\alpha = 5\%$).

Ist dies der Fall, kann ein doppelter t-Test durchgeführt werden, um eine Ziellinienänderung nachzuweisen (mit $f = f_1 + f_2 = 13$; $\alpha = 5\%$).



Instrument : <i>Leica LS15</i>	Datum : <i>01.06.2021</i>	Prüf.-Nr. : <i>NM 008/21</i>
Instr.-Nr. : <i>707 142</i>	Prüfer : <i>M. Eng. Martin Kiskemper</i>	

Tabelle 2: Magnetisches Wechselfeld mit 0,2 mT und 50Hz

2. Durchlauf	Messanordnung				
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]	5 [mm]
1	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	-0,002
2	-0,002	0,000	-0,001	-0,001	-0,001
3	-0,001	-0,001	-0,002	-0,002	-0,001
4	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001
5	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001
Mittel [mm]	-0,0010	-0,0006	-0,0010	-0,0008	-0,0012
Mittel ["]	-0,19	-0,11	-0,19	-0,15	-0,23
Stdabw. Einzel ["]	0,13	0,10	0,13	0,16	0,08
Stdabw. Mittel ["]	0,06	0,05	0,06	0,07	0,04
Prüfgröße F		1,48		0,46	
0,21 8,90	Varianzen sind gleichwertig		Varianzen sind gleichwertig		
Prüfgröße t		1,15		0,83	
Quantil = 2,160	keine signifikante Ziellinienänd.		keine signifikante Ziellinienänd.		

Tabelle 3: Magnetisches Gleichfeld mit 0,5 mT

3. Durchlauf	Messanordnung				
	1 [mm]	2 [mm]	3 [mm]	4 [mm]	5 [mm]
1	-0,001	0,000	-0,001	0,000	-0,001
2	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,001
3	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,002
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	-0,002	0,000	-0,001	0,000
Mittel [mm]	-0,0004	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0008
Mittel ["]	-0,08	-0,11	-0,11	-0,11	-0,15
Stdabw. Einzel ["]	0,10	0,17	0,10	0,10	0,16
Stdabw. Mittel ["]	0,05	0,08	0,05	0,05	0,07
Prüfgröße F		0,35		1,52	
0,21 8,90	Varianzen sind gleichwertig		Varianzen sind gleichwertig		
Prüfgröße t		0,28		0,29	
Quantil = 2,160	keine signifikante Ziellinienänd.		keine signifikante Ziellinienänd.		



Instrument : <i>Leica LS15</i>	Datum : <i>01.06.2021</i>	Prüf.-Nr. : <i>NM 008/21</i>
Instr.-Nr. : <i>707 142</i>	Prüfer : <i>M. Eng. Martin Kiskemper</i>	

Ergebniszusammenfassung und Fehlergrenzen

Gesamtergebnis : Das o.a. Instrument wurde in drei verschiedenen Magnetfeldern untersucht.

Dabei wurden folgende Abweichungen *da* von der magnetisch unbeeinflussten Ziellinie festgestellt (reduziert auf das einfache Magnetfeld) :

Messung	Magnetfeld N - S ["]	Magnetfeld S - N ["]
Gleichfeld 0,2 mT	-0,004	-0,002
Wechselfeld 0,2 mT	-0,008	-0,006
Gleichfeld 0,5 mT	0,001	-0,001

Es wurde bei 6 der 6 Messanordnungen durch statistische Tests mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% erwiesen, dass kein magnetischer Einfluss vorhanden ist.

Fehlergrenzen : Die 'Feldanweisung für Präzisionsnivelements im DHHN' vom 01.06. 2022, Abschnitt II Nr. 1 'Messausrüstung - Nivellierinstrumente' lässt eine max. Abweichung von **0,1 mm/km** zu. Dies entspricht einer Ziellinienabweichung von 0,02".

In der Anlage E zur 'Feldanweisung Präzisionsnivelement' (FA-PN) werden die Rahmenbedingungen zur Untersuchung und die Stärke des Magnetfeldes genauer spezifiziert: Das Instrument wird einem Magnetfeld von kleiner 0,2mT (10-fache Horizontalintensität des Erdmagnetfeld) ausgesetzt.

Bei dem o.g. Nivellier wird die zulässige Abweichung nach Anlage E der 'FA-PN' in beiden Magnetfeldrichtungen nicht überschritten.

Somit erfüllt das o.g. Nivellier die Forderung der 'Feldanweisung für Präzisionsnivelements im DHHN' vom 01.06.2022 bezüglich der Magnetfelduntersuchung.

Die Untersuchung im Gleichfeld bei 0,5mT wird von der Anlage E zur Nivelement-Feldanweisung 2022 nicht gefordert, und wurde nur deshalb durchgeführt, da bisher bei dieser Feldstärke kalibriert wurde und somit eine Vergleichsmöglichkeit besteht.