

## Kalibrierschein / Calibration Certificate

erstellt durch das Kalibrierlaboratorium / issued by the calibration laboratory



### SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden

Akkreditiert nach / accredited according to  
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Mitglied im / member of the  
Deutschen Kalibrierdienst **DKD**

Kalibrierzeichen  
Calibration mark

0 2 7 1 0
D-K- 15183-01-00
2023-03


Gegenstand  
*Object* **Inertial Navigation System**

Hersteller  
*Manufacturer* **OXTS**

Typ  
*Type* **RT3003GG**

Fabrikat/Serien-Nr.  
*Serial number* 

Auftraggeber  
*Customer* 

Auftragsnummer  
*Order No.* 

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Number of pages of the certificate* **9**

Datum der Kalibrierung  
*Date of calibration* **03.03.2023**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Die DAkkS ist Unterzeichner der multi-lateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

*This calibration certificate documents the metrological traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.*

*The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.*

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine sind bei Nennung des für die Freigabe Verantwortlichen in Klarschrift auch ohne Unterschrift gültig. Die ermittelten Kalibrierergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die kalibrierten Prüflinge.

*This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates with the full name of the approval responsible person are valid without signature. The presented calibration results relate only to the items calibrated.*

Datum  
*Date*

Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Head of the calibration laboratory*

Bearbeiter  
*Person in charge*

06.03.2023

Philipp Begoff


Mario Gutbier





0 2 7 1 0
D-K- 15183-01-00
2023-03

## 1. Kalibriergegenstand

Gegenstand: **Inertial Navigation System**  
Hersteller: **OXTS** **OXTS**  
Typ: **RT3003GG** **NavSuite**  
Serien-Nr:  **3.6.2211.08**

## 2. Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung der Anzeigeabweichung der Messgröße Beschleunigung erfolgte nach dem Vergleichsverfahren entsprechend der Richtlinie DKD-R 3-1 Blatt 3: 09/2018. Das Messgerät wurde mit einer sinusförmigen Beschleunigung auf einem elektrodynamischen Schwingerreger angeregt. Die Kalibrierung erfolgte durch Vergleich der Messdaten der zu kalibrierenden Messkette mit denen der Normalmesseinrichtung. Die Messdaten der zu kalibrierenden Messkette wurden aus den im Gerät mittels Software exportiert und der Spitzenwert der Beschleunigung aus den aufgezeichneten Zeitsignalen durch Sinusapproximation ermittelt.

Die Kalibrierung der Anzeigeabweichung der Messgröße Winkelgeschwindigkeit erfolgte nach dem Vergleichsverfahren in Anlehnung an die ISO-Norm: 16063-21:2003-08 "Vibration calibration by comparison to a reference transducer" sowie in Anlehnung an die ISO-Norm 16063-15:2006-08 "Primary angular vibration calibration by laser interferometry". Der Aufnehmer wurde mit einer sinusförmigen Winkelgeschwindigkeit auf einem elektrodynamischen Dreherreger angeregt. Die Kalibrierung erfolgte durch Vergleich der Messdaten der zu kalibrierenden Messkette mit denen der Normalmesseinrichtung. Die Messdaten der zu kalibrierenden Messkette wurden aus den im Gerät mittels Software exportiert und der Spitzenwert der Beschleunigung aus den aufgezeichneten Zeitsignalen durch Sinusapproximation ermittelt.

## 3. Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur des Prüflings: **(24,4 ± 1) °C**  
Relative Luftfeuchte: **(38 ± 5) %**  
Ort der Kalibrierung: **Permanentes Kalibrierlabor der Firma SPEKTRA  
Heidelberger Straße 12, DE-01189 Dresden**

## 4. Messbedingungen

Lage der angeregten Achse(n) im Erdschwerefeld: **vertikal**  
Temperatur des Prüflings: **(24,4 ± 2) °C**  
Befestigung des Prüflings auf dem Schwingerreger: **geklemmt**  
Einstellungen an Software **NavSuite, 3.6.2211.08**  
NAVdisplay **NCOM Aufzeichnung**  
NAVgraph **CSV Export**  
Anregungsdaten:  
Ermittlung der Anzeigeabweichung  
Frequenzbereich: **0,5 Hz bis 16 Hz**  
Beschleunigung: **siehe Tabelle**  
Anzahl der Frequenzpunkte: **14**



0 2 7 1 0
D-K- 15183-01-00
2023-03

## 5. Messunsicherheit

Die relativen Gesamtmessunsicherheiten für die bereitgestellten Schwingungsgrößen (Beschleunigung) betragen:

- bei Ermittlung der Anzeigeabweichung bei 1 Hz (vertikal / horizontal)		<b>1,0%</b>
- bei Ermittlung der Anzeigeabweichung im Frequenzbereich (vertikal / horizontal)		
	0,2 Hz bis < 1 Hz	<b>1,5%</b>
	1 Hz bis < 10 Hz	<b>1,0%</b>
	10 Hz bis 16 Hz	<b>2,0%</b>

Die relativen Gesamtmessunsicherheiten für die bereitgestellten Schwingungsgrößen (Winkelgeschwindigkeit) betragen:

- bei Ermittlung der Anzeigeabweichung bei 1 Hz		<b>1,0%</b>
- bei Ermittlung der Anzeigeabweichung im Frequenzbereich		
	0,5 Hz bis < 1 Hz	<b>1,0%</b>
	1 Hz bis 16 Hz	<b>1,0%</b>

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95 % im zugeordneten Werteintervall.

## 6. Bestandteile der Normalmessenrichtung

	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
Schwingererger	SPEKTRA	SE-13	003
Vergleichsnorm	SILICON DESIGNS	2240	3248
Kalibriersystem	SPEKTRA	CS18 DKD 5	200604
Schwingererger	APS	APS-129	1294
Vergleichsnorm	PCB	3701G2FA3G	8352
Kalibriersystem	SPEKTRA	CS18 DKD 5	200604
Drehererger	Acutronic	AC1120S	70220
Vergleichsnorm	DTS	ARS PRO-300	ARS13936
Kalibriersystem	SPEKTRA	CS18 Service 2	200718

## 7. Ergebnisse

### 7.1 Anzeigeabweichung bei 1 Hz mit Vergleich zur Herstellertoleranz

Frequenz: **1,0 Hz**

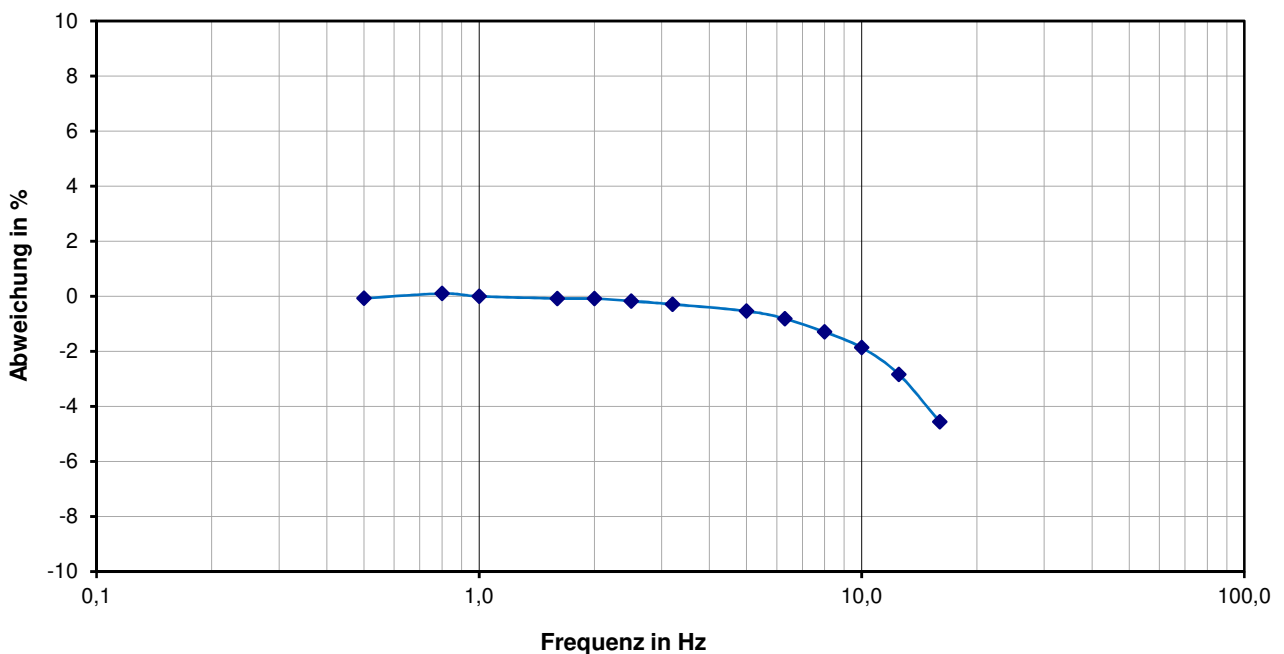
Anzeigeabweichung Beschleunigung X-Achse:	-0,0004 m/s <sup>2</sup>	relativ:	-0,10 %
Anzeigeabweichung Beschleunigung Y-Achse:	-0,0005 m/s <sup>2</sup>	relativ:	-0,13 %
Anzeigeabweichung Beschleunigung Z-Achse:	-0,0012 m/s <sup>2</sup>	relativ:	-0,29 %
<b>Spezifikationsgrenzen des Herstellers:</b>	<b>0,0100 m/s<sup>2</sup></b>		
Anzeigeabw. Winkelgeschwindigkeit X-Achse:	0,0305 °/s	relativ:	0,30 %
Anzeigeabw. Winkelgeschwindigkeit Y-Achse:	0,0076 °/s	relativ:	0,08 %
Anzeigeabw. Winkelgeschwindigkeit Z-Achse:	-0,0164 °/s	relativ:	-0,16 %
<b>Spezifikationsgrenzen des Herstellers:</b>	<b>0,1200 °/s</b>		



**7.2 Beschleunigung - Anzeigeabweichung X-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeige in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in m/s <sup>2</sup>	in %	
0,5	0,09871	0,09854	-0,0002	-0,18	-0,1
0,8	0,2527	0,2527	0,0000	0,00	0,1
<b>1</b>	<b>0,3948</b>	<b>0,3944</b>	<b>-0,0004</b>	<b>-0,10</b>	<b>REF</b>
1,6	1,011	1,009	-0,002	-0,18	-0,1
2	1,579	1,576	-0,003	-0,19	-0,1
2,5	2,471	2,464	-0,007	-0,28	-0,2
3,2	4,044	4,028	-0,016	-0,39	-0,3
5	5,003	4,971	-0,032	-0,64	-0,5
6,3	5,003	4,957	-0,046	-0,92	-0,8
8	5,002	4,931	-0,070	-1,40	-1,3
10	5,006	4,907	-0,099	-1,97	-1,9
12,5	5,008	4,860	-0,147	-2,94	-2,8
16	5,005	4,772	-0,234	-4,67	-4,6

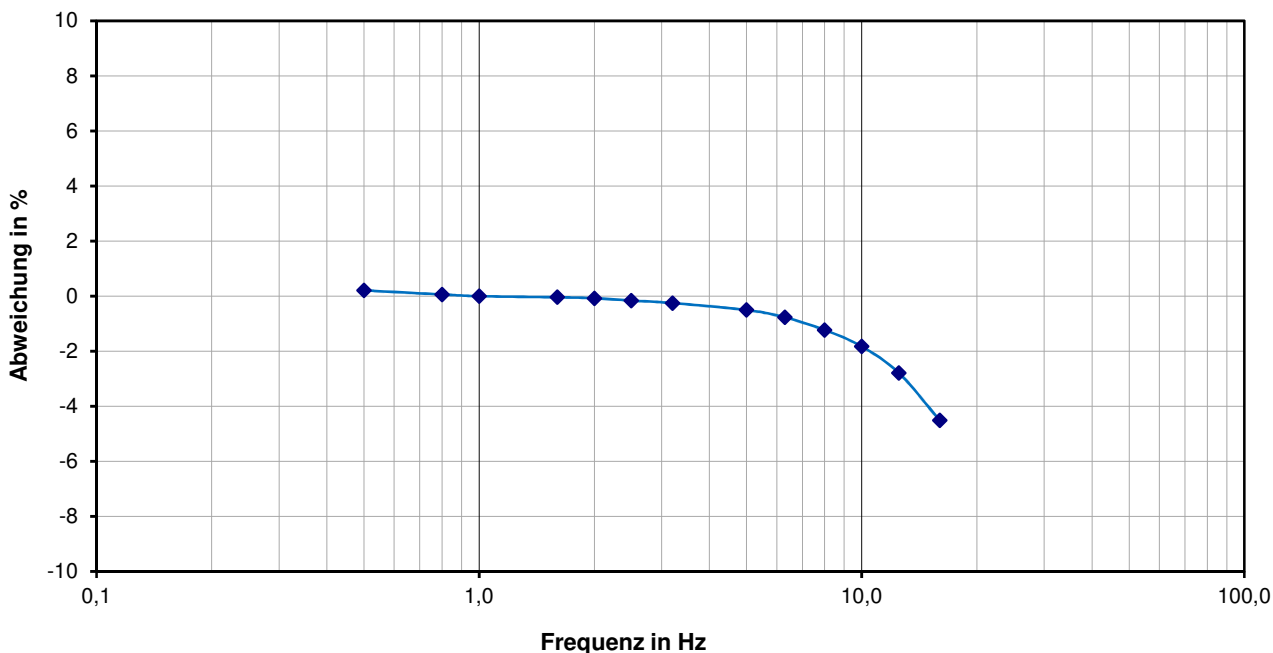
Beschleunigung - Anzeigeabweichung der Achse X (bezogen auf 1 Hz):



**7.3 Beschleunigung - Anzeigeabweichung Y-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeige in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in m/s <sup>2</sup>	in %	
0,5	0,09870	0,09878	0,0001	0,08	0,2
0,8	0,2527	0,2525	-0,0002	-0,07	0,1
<b>1</b>	<b>0,3948</b>	<b>0,3943</b>	<b>-0,0005</b>	<b>-0,13</b>	<b>REF</b>
1,6	1,011	1,009	-0,002	-0,17	0,0
2	1,579	1,576	-0,003	-0,21	-0,1
2,5	2,471	2,464	-0,007	-0,29	-0,2
3,2	4,044	4,028	-0,016	-0,38	-0,3
5	5,003	4,971	-0,032	-0,64	-0,5
6,3	5,002	4,957	-0,045	-0,90	-0,8
8	5,002	4,933	-0,068	-1,36	-1,2
10	5,006	4,908	-0,098	-1,96	-1,8
12,5	5,008	4,861	-0,146	-2,92	-2,8
16	5,006	4,773	-0,233	-4,65	-4,5

Beschleunigung - Anzeigeabweichung der Achse Y (bezogen auf 1 Hz):



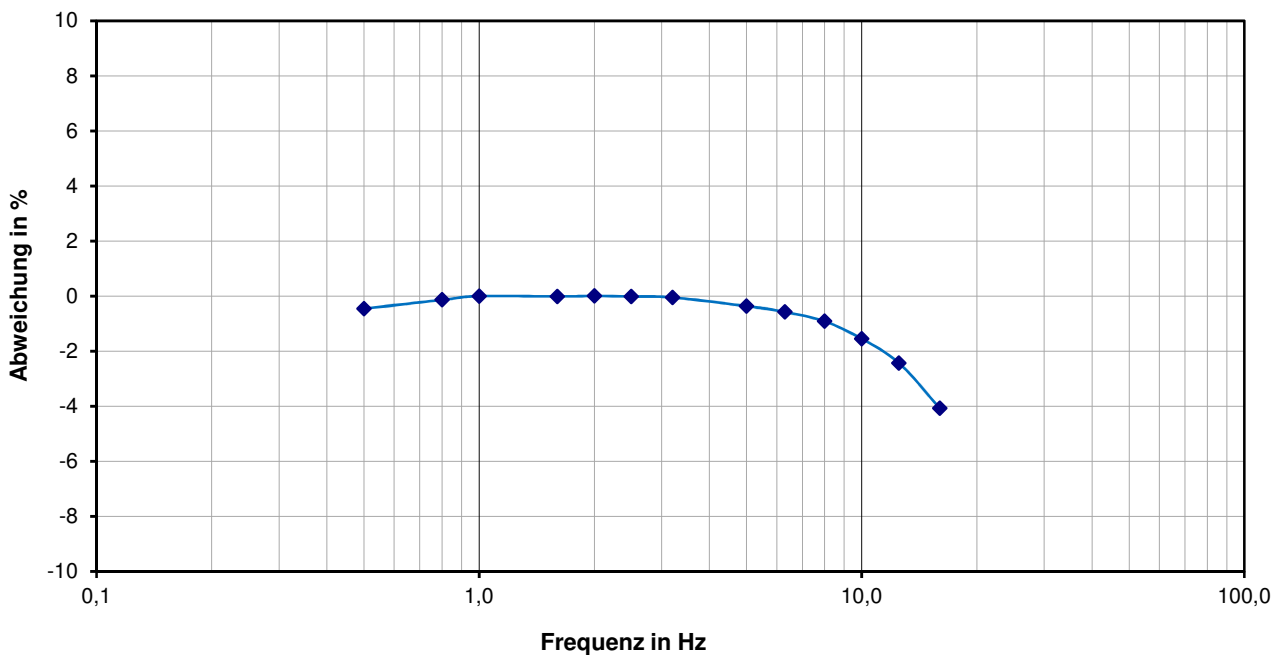
\*DK23-02710/9\*



**7.4 Beschleunigung - Anzeigeabweichung Z-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeige in m/s <sup>2</sup> peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in m/s <sup>2</sup>	in %	
0,5	0,09871	0,09796	-0,0007	-0,75	-0,5
0,8	0,2527	0,2516	-0,0011	-0,43	-0,1
<b>1</b>	<b>0,3948</b>	<b>0,3936</b>	<b>-0,0012</b>	<b>-0,29</b>	<b>REF</b>
1,6	1,011	1,008	-0,003	-0,30	0,0
2	1,580	1,576	-0,005	-0,29	0,0
2,5	2,470	2,463	-0,008	-0,31	0,0
3,2	4,045	4,031	-0,014	-0,34	0,0
5	5,007	4,974	-0,033	-0,66	-0,4
6,3	5,004	4,961	-0,043	-0,87	-0,6
8	5,002	4,942	-0,060	-1,21	-0,9
10	5,006	4,914	-0,092	-1,85	-1,6
12,5	5,003	4,867	-0,136	-2,72	-2,4
16	5,004	4,785	-0,218	-4,36	-4,1

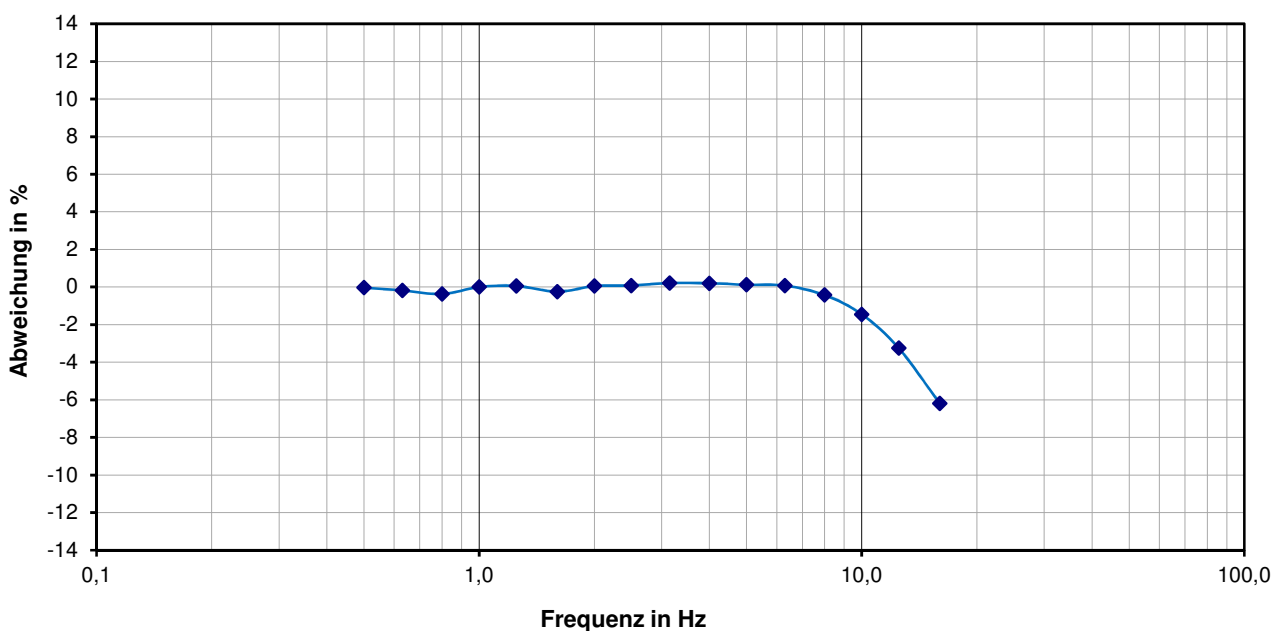
Beschleunigung - Anzeigeabweichung der Achse Z (bezogen auf 1 Hz):



**7.5 Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung X-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in °/s peak	Anzeige in °/s peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in °/s	in %	
0,5	10,00	10,03	0,03	0,27	0,0
0,63	10,04	10,05	0,01	0,12	-0,2
0,8	9,98	9,98	-0,01	-0,07	-0,4
<b>1</b>	<b>10,06</b>	<b>10,09</b>	<b>0,03</b>	<b>0,30</b>	<b>REF</b>
1,25	10,11	10,14	0,04	0,36	0,1
1,6	10,07	10,07	0,01	0,06	-0,2
2	10,11	10,14	0,04	0,35	0,1
2,5	10,10	10,14	0,04	0,39	0,1
3,15	10,06	10,11	0,05	0,51	0,2
4	10,08	10,13	0,05	0,50	0,2
5	10,15	10,20	0,04	0,42	0,1
6,3	10,11	10,15	0,04	0,38	0,1
8	10,17	10,15	-0,01	-0,12	-0,4
10	10,17	10,06	-0,12	-1,15	-1,4
13	10,05	9,76	-0,30	-2,95	-3,2
16	9,99	9,40	-0,59	-5,89	-6,2

Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung der Achse X (bezogen auf 1 Hz):



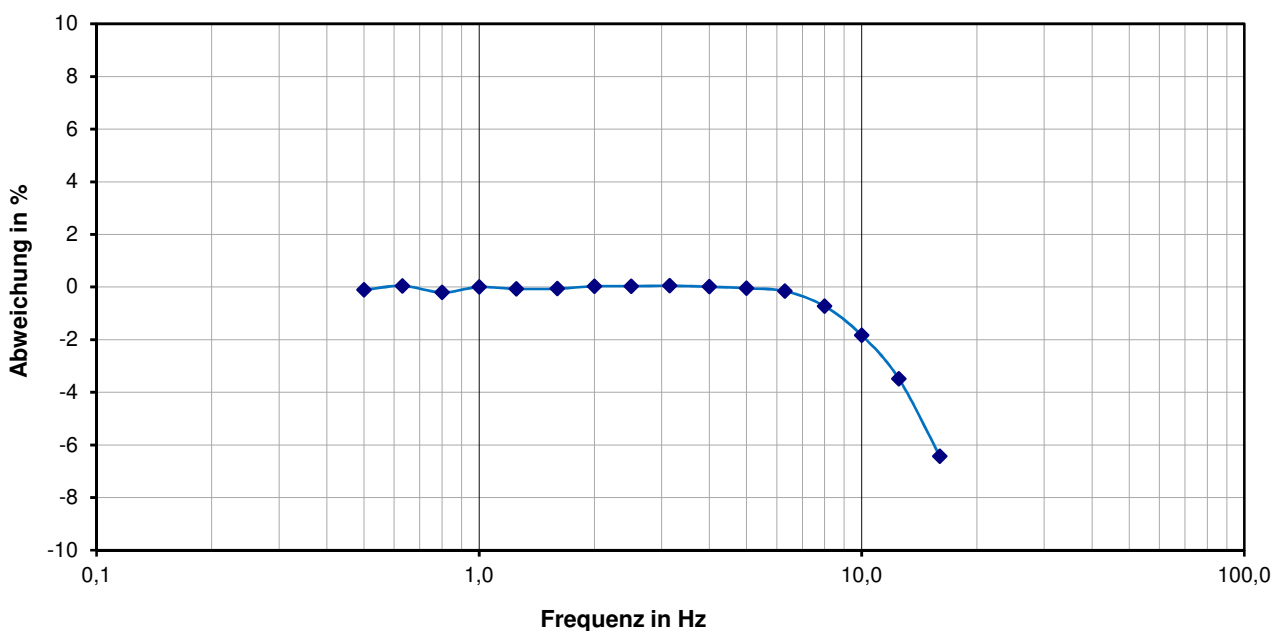
\*DK23-02710/9\*



**7.6 Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung Y-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in °/s peak	Anzeige in °/s peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in °/s	in %	
0,5	10,02	10,02	0,00	-0,03	-0,1
0,63	10,05	10,06	0,01	0,12	0,0
0,8	9,99	9,98	-0,01	-0,13	-0,2
<b>1</b>	<b>10,05</b>	<b>10,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>REF</b>
1,25	10,11	10,11	0,00	0,01	-0,1
1,6	10,10	10,10	0,00	0,01	-0,1
2	10,12	10,13	0,01	0,11	0,0
2,5	10,07	10,08	0,01	0,11	0,0
3,15	10,09	10,11	0,01	0,12	0,0
4	10,09	10,10	0,01	0,09	0,0
5	10,08	10,08	0,00	0,03	0,0
6,3	10,08	10,08	-0,01	-0,08	-0,2
8	10,05	9,98	-0,07	-0,65	-0,7
10	10,11	9,93	-0,18	-1,75	-1,8
12,5	10,00	9,66	-0,34	-3,40	-3,5
16	10,06	9,42	-0,64	-6,35	-6,4

Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung der Achse Y (bezogen auf 1 Hz):



\*DK23-02710/9\*

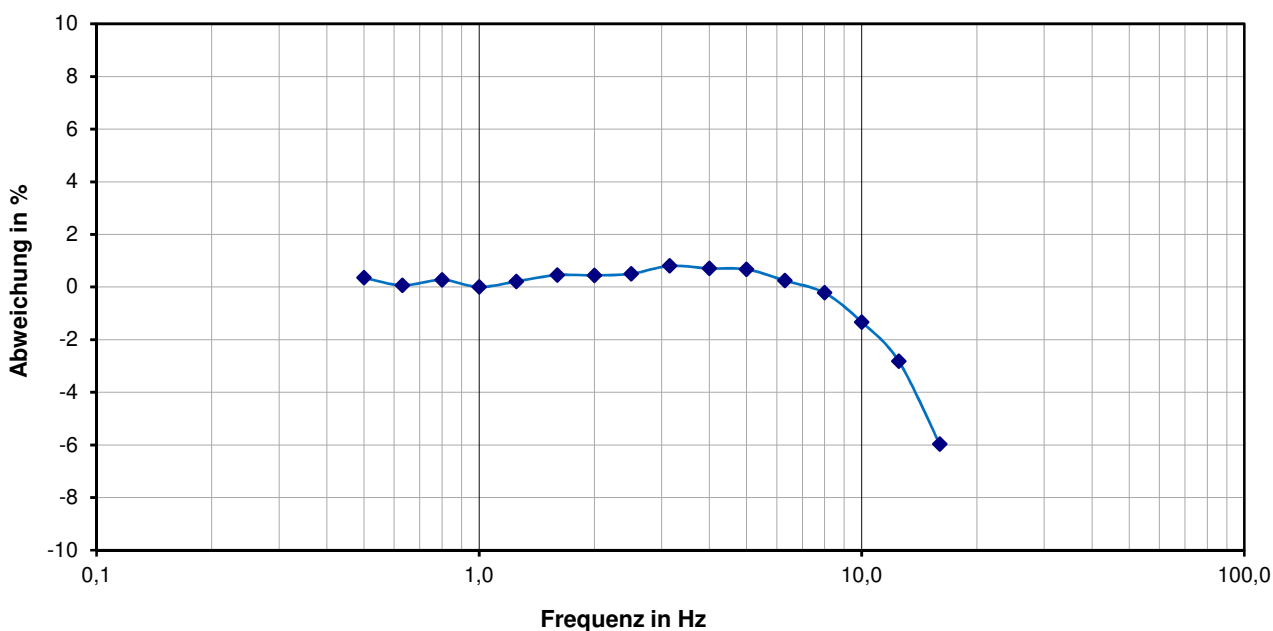




**7.7 Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung Z-Achse  
 (Absolut und Amplitudenfrequenzgang bezogen auf 1 Hz)**

Frequenz in Hz	Anregung in %/s peak	Anzeige in %/s peak	Anzeigeabweichung zur Anregung		Abweichung (bez. auf 1 Hz) in %
			in %/s	in %	
0,5	9,975	9,994	0,02	0,19	0,4
0,63	10,008	9,998	-0,01	-0,10	0,1
0,8	9,965	9,976	0,01	0,11	0,3
<b>1</b>	<b>9,971</b>	<b>9,955</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,16</b>	<b>REF</b>
1,25	10,100	10,105	0,01	0,05	0,2
1,6	10,152	10,181	0,03	0,29	0,5
2	10,015	10,043	0,03	0,28	0,4
2,5	10,078	10,113	0,03	0,34	0,5
3,15	10,164	10,229	0,06	0,64	0,8
4	10,099	10,154	0,05	0,54	0,7
5	10,170	10,222	0,05	0,51	0,7
6,3	10,048	10,056	0,01	0,08	0,2
8,0	10,138	10,100	-0,04	-0,38	-0,2
10	10,074	9,923	-0,15	-1,49	-1,3
12,5	9,975	9,677	-0,30	-2,98	-2,8
16	10,024	9,409	-0,61	-6,13	-6,0

Winkelgeschwindigkeit - Anzeigeabweichung der Achse Z (bezogen auf 1 Hz):



**Ende des Kalibrierscheins / End of the calibration certificate**

