



Kraft-/Drehmomentsensor

Sechssachsiges Kraft- /Drehmomentsensorsystem

Installations- und Betriebsanleitung



Dokument-Nr.: 9620-05-Abschnitt „Wandler“-de

Technische Produkte für die Produktivität in der Robotik

Pinnacle Park • 1041 Goodworth Drive • Apex, NC 27539 • Tel.: +1-919.772.0115 • Fax: +1-919.772.8259 • www.ati.novanta.com

Vorwort

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind Eigentum von ATI Industrial Automation, Inc. und dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung von ATI Industrial Automation, Inc. weder ganz noch teilweise vervielfältigt werden. Die hierin enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden und sind nicht als Verpflichtung seitens ATI Industrial Automation, Inc. zu verstehen. Dieses Handbuch wird regelmäßig überarbeitet, um Änderungen am F/T-System zu berücksichtigen und einzubeziehen.

ATI Industrial Automation, Inc. übernimmt keine Haftung für Fehler oder Auslassungen in diesem Dokument. Wir freuen uns über konstruktive Kritik der Anwender, die uns bei der Erstellung künftiger Dokumentationen helfen kann.

Copyright© 2026 by ATI Industrial Automation. Alle Rechte vorbehalten.

ATI-Kraft-/Drehmomentsensorsysteme gelten als Komponenten/Halbfertigprodukte, die für den Einsatz in einem größeren System/Gerät/Fertigprodukt vorgesehen sind.

Da die Produkte von ATI Industrial Automation, Inc. (ATI) für den Einsatz in Roboter- und/oder automatisierten Maschinen vorgesehen sind, rät ATI von der Verwendung seiner Produkte in Anwendungen ab, in denen ein Ausfall oder eine Fehlfunktion einer ATI-Komponente oder eines ATI-Systems Leben gefährden oder Verletzungen wahrscheinlich machen könnte. Jeder, der ATI-Komponenten in einem potenziell lebensbedrohlichen System verwendet oder einbaut, muss die vorherige Zustimmung von ATI einholen, nachdem er ATI versichert hat, dass eine Fehlfunktion der ATI-Komponente keine direkte oder indirekte Gefahr für Verletzungen oder Tod darstellt, und (selbst wenn eine solche Zustimmung erteilt wird) ATI von allen Ansprüchen, Verlusten, Haftungen und damit verbundenen Kosten freistellen, die sich aus Verletzungen oder Todesfällen infolge der Verwendung von ATI-Komponenten ergeben.

*Alle Markenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.
Windows ist eine eingetragene Marke der Microsoft Corporation.*

Hinweis

Bitte lesen Sie das Handbuch, bevor Sie den Kundendienst anrufen. Halten Sie vor dem Anruf folgende Informationen bereit:

1. Seriennummer (z. B. FT01234)
2. Messumformermodell (z. B. Nano17, Gamma, Theta usw.)
3. Kalibrierung (z. B. US-15-50, SI-65-6 usw.)
4. Genaue und vollständige Beschreibung der Frage oder des Problems
5. Informationen zu Computer und Software: Betriebssystem, PC-Typ, Treiber, Anwendungssoftware und andere relevante Informationen zur Konfiguration.

Halten Sie sich beim Anruf nach Möglichkeit in der Nähe des F/T-Systems auf.

Für weitere Informationen oder Unterstützung wenden Sie sich bitte an folgende Ansprechpartner:

Vertrieb, Service und Informationen zu ATI-Produkten:

ATI Industrial Automation 1041
Goodworth Drive Apex, NC 27539
USA
www.ati-ia.com
Tel.: +1.919.772.0115
Fax: +1.919.772.8259

Anwendungstechnik
Tel.: +1 919 772 0115, Durchwahl 511
Fax: +1.919.772.8259
E-Mail: ft_support@ati-ia.com

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Glossar	9
1. Sicherheit.....	11
1.1 Erläuterung der Benachrichtigungen	11
1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise	11
1.3 Sicherheitsvorkehrungen	11
2. Produktübersicht	12
3. Einbau des Wandlers.....	13
3.1 Umgebung des Wandlers	13
3.2 Montage des Wandlers.....	13
3.2.1 Ausführung der Anschlussplatte	13
3.2.2 Montage des Wandlers mit einer abnehmbaren Montageadapterplatte	15
3.2.3 Montage des Wandlers mit einer nicht abnehmbaren Adapterplatte.....	17
3.3 Verlegung des Wandlerkabels	18
4. Themen zur Bedienung	20
4.1 Genauigkeit über den Temperaturbereich	20
4.2 Auswirkungen der Werkzeugumformung.....	20
4.3 Umgebungsbedingungen	21
4.4 Frequenzgang des Mux-Transducer-Eingangsfilters	22
4.5 Sättigung des Dehnungsmessstreifens	22
5. Spezifikationen des Messwandlers	23
5.1 Hinweise zum Abschnitt „Technische Daten“	23
5.1.1 ATI-Website.....	23
5.1.2 Über die CTL-Kalibrierungsspezifikationen	23
5.1.3 Beschreibung des Komplexladungsdiagramms	23
5.2 Nano17 Titanium	24
5.2.1 Nano17 Titanium – Physikalische Eigenschaften.....	24
5.2.2 Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	25
5.2.3 CTL-Kalibrierungsspezifikationen	25
5.2.4 CTL-Analogausgang.....	26
5.2.5 CTL-Zählwert.....	26
5.2.6 Nano17 Titanium (US-Kalibrierungskomplex-Beladung).....	27
5.2.7 Nano17 Titanium (Beladung mit SI-Kalibrierungskomplex).....	28
5.3 Nano17-Spezifikationen (einschließlich IP65/IP68-Versionen)	29
5.3.1 Nano17 Physikalische Eigenschaften	29
5.3.2 Nano17 IP65/IP68 – Physikalische Eigenschaften.....	30
5.3.3 Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	31

5.3.4	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	31
5.3.5	CTL-Analogausgang	32
5.3.6	CTL-Zählwert	32
5.3.7	Nano17 (US-Kalibrierung komplexer Lasten) (einschließlich IP65/IP68) ¹	33
5.3.8	Nano17 (SI-Kalibrierungskomplex-Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹	34
5.4	Nano25-Spezifikationen (einschließlich IP65/IP68-Versionen)	35
5.4.1	Nano25 Physikalische Eigenschaften	35
5.4.2	Physikalische Eigenschaften des Nano25 IP65/IP68	36
5.4.3	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	37
5.4.4	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	37
5.4.5	CTL-Analogausgang	38
5.4.6	CTL-Zählwert	38
5.4.7	Nano25 (US-Kalibrierung komplexer Lasten) (einschließlich IP65/IP68) ¹	39
5.4.8	Nano25 (Beladung mit SI-Kalibrierungskomplex) (einschließlich IP65/IP68) ¹	40
5.5	Nano43 Technische Daten	41
5.5.1	Nano43 Physikalische Eigenschaften	41
5.5.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	42
5.5.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	42
5.5.4	CTL-Analogausgang	43
5.5.5	CTL-Zählwert	43
5.5.6	Nano43 (US-Kalibrierung komplexe Last)	44
5.5.7	Nano43 (SI-Kalibrierungskomplex-Beladung)	45
5.6	Mini27 Titanium – Technische Daten	46
5.6.1	Physikalische Eigenschaften des Mini27 Titanium	46
5.6.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	47
5.6.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	47
5.6.4	CTL-Analogausgang	48
5.6.5	CTL-Zählwert	48
5.6.6	Mini27 Titanium (US-Kalibrierungskomplex-Beladung)	49
5.6.7	Mini27 Titanium (Beladung mit SI-Kalibrierungskomplex)	50
5.7	Mini40-Spezifikationen (einschließlich IP65/IP68-Versionen)	51
5.7.1	Mini40 Physikalische Eigenschaften	51
5.7.2	Physikalische Eigenschaften des Mini40 IP65/IP68	52
5.7.3	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	53
5.7.4	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	54
5.7.5	CTL-Analogausgang	54
5.7.6	CTL-Zählwert	54
5.7.7	Mini40 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP65/IP68) ¹	55
5.7.8	Mini40 (SI-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP65/IP68) ¹	56
5.8	Mini43LP – Technische Daten	57

5.8.1	Mini43LP Physikalische Eigenschaften.....	57
5.8.2	Kalibrierungsspezifikationen.....	57
5.8.3	CTL-Analogausgang.....	58
5.8.4	CTL-Zählwert.....	58
5.8.5	Mini43LP (US-Kalibrierung komplexe Last).....	59
5.8.6	Mini43LP (SI-Kalibrierung mit komplexer Beladung)	60
5.9	Mini45 Titanium – Technische Daten	61
5.9.1	Mini45 Titanium – Physikalische Eigenschaften.....	61
5.9.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	62
5.9.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	62
5.9.4	CTL-Analogausgang.....	63
5.9.5	CTL-Zählwert.....	63
5.9.6	Mini45 Titanium (US-Kalibrierungskomplex-Beladung).....	64
5.9.7	Mini45 Titan (SI-Kalibrierungskomplex-Beladung)	65
5.10	Mini45-Spezifikationen (einschließlich IP65/IP68-Versionen).....	66
5.10.1	Physikalische Eigenschaften des Mini45	66
5.10.2	Physikalische Eigenschaften des Mini45 IP65/IP68	67
5.10.3	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	68
5.10.4	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	68
5.10.5	CTL-Analogausgang.....	69
5.10.6	CTL-Zählwert.....	69
5.10.7	Mini45 (US-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹	70
5.10.8	Mini45 (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹	71
5.11	Mini58 – Technische Daten (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen).....	72
5.11.1	Mini58 Physikalische Eigenschaften.....	72
5.11.2	Physikalische Eigenschaften des Mini58 IP60	73
5.11.3	Mini58 IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften.....	73
5.11.4	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	74
5.11.5	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	75
5.11.6	CTL-Analogausgang.....	75
5.11.7	CTL-Zählwert.....	76
5.11.8	Werkzeug-Transformationsfaktor	76
5.11.9	Mini58 (US-Kalibrierung komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	77
5.11.10	Mini58 (SI-Kalibrierung komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	78
5.12	Mini85 – Technische Daten	79
5.12.1	Mini85 Physikalische Eigenschaften.....	79
5.12.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	80
5.12.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	80
5.12.4	CTL-Analogausgang.....	81
5.12.5	CTL-Zählwert.....	82

5.12.6	Werkzeug-Transformationsfaktor	82
5.12.7	Mini85 (US-Kalibrierung der komplexen Ladung) (einschließlich IP60)	83
5.12.8	Mini85 (SI-Kalibrierung der komplexen Impedanz) (einschließlich IP60)	84
5.13	Gamma-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)	85
5.13.1	Physikalische Eigenschaften von Gamma	85
5.13.2	Physikalische Eigenschaften von Gamma IP60	86
5.13.3	Gamma IP65 – Physikalische Eigenschaften	86
5.13.4	Gamma IP68 Physikalische Eigenschaften	87
5.13.5	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	88
5.13.6	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	88
5.13.7	CTL-Analogausgang	89
5.13.8	CTL-Zählwert	90
5.13.9	Werkzeug-Transformationsfaktor	90
5.13.10	Gamma (US-Kalibrierung, komplexe Last) (Beinhaltet IP60/IP65/IP68) ¹	91
5.13.11	Gamma (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	92
5.14	Delta-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)	93
5.14.1	Physikalische Eigenschaften von Delta	93
5.14.2	Physikalische Eigenschaften von Delta IP60	94
5.14.3	Delta IP65 – Physikalische Eigenschaften	94
5.14.4	Delta IP68 Physikalische Eigenschaften	95
5.14.5	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	96
5.14.6	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	96
5.14.7	CTL-Analogausgang	97
5.14.8	CTL-Zählwert	97
5.14.9	Delta (US-Kalibrierung komplexe Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	98
5.14.10	Delta (SI-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	99
5.15	Technische Daten der Theta-Serie (einschließlich der Ausführungen IP60/IP65/IP68)	100
5.15.1	Physikalische Eigenschaften von Theta	100
5.15.2	Physikalische Eigenschaften von Theta IP60	101
5.15.3	Theta IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften	101
5.15.4	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen)	103
5.15.5	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	103
5.15.6	CTL-Analogausgang	104
5.15.7	CTL-Zählwert	104
5.15.8	Werkzeug-Transformationsfaktor	104
5.15.9	Theta (komplexe Belastung bei US-Kalibrierung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	105
5.15.10	Theta (SI-Kalibrierung komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	106
5.16	Omega85-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)	107
5.16.1	Omega85 Physikalische Eigenschaften	107

5.16.2	Omega85 – Physikalische Eigenschaften (IP65/IP68).....	108
5.16.3	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	109
5.16.4	Omega85 (US-Kalibrierung, komplexe Last)(einschließlich IP65/IP68) ¹	110
5.17	Omega160-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)	111
5.17.1	Omega160 Physikalische Eigenschaften	111
5.17.2	Omega160 IP160 Physikalische Eigenschaften (einschließlich ECAT)	112
5.17.3	Omega160 IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften.....	112
5.17.4	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	114
5.17.5	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	114
5.17.6	CTL-Analogausgang	115
5.17.7	CTL-Zählwert.....	115
5.17.8	Werkzeug-Transformationsfaktor	115
5.17.9	Omega160 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (Beinhaltet IP60/IP65/IP68) ¹	116
5.17.10	Omega160 (SI-Kalibrierung – komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	117
5.18	Omega190 – Technische Daten	118
5.18.1	Omega190 Physikalische Eigenschaften	118
5.18.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	119
5.18.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	119
5.18.4	CTL-Analogausgang	120
5.18.5	CTL-Zählwert.....	120
5.18.6	Omega190 (US-Kalibrierung, komplexe Last)	121
5.18.7	Omega190 (SI-Kalibrierung, komplexe Ladung)	122
5.19	Omega191 – Technische Daten (einschließlich der Versionen IP60/IP65/IP68).....	123
5.19.1	Omega191 Physikalische Eigenschaften	123
5.19.2	Omega191 IP60 Physikalische Eigenschaften	124
5.19.3	Omega191 IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften.....	124
5.19.4	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	126
5.19.5	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	126
5.19.6	CTL-Analogausgang	127
5.19.7	CTL-Zählwert.....	127
5.19.8	Omega191 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (Beinhaltet IP60/IP65/IP68) ¹	128
5.19.9	Omega191 (SI-Kalibrierung mit komplexer Last) (Beinhaltet IP60/IP65/IP68) ¹	129
5.20	Omega250-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68).....	130
5.20.1	Omega250 Physikalische Eigenschaften (einschließlich IP60/IP65/IP68).....	130
5.20.2	Kalibrierungsspezifikationen (ausgenommen CTL-Kalibrierungen).....	131
5.20.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	131
5.20.4	CTL-Analogausgang	132
5.20.5	CTL-Zählwert.....	132

5.20.6	Omega250 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (Beinhaltet IP60/IP65/IP68) ¹	133
5.20.7	Omega250 (SI-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹	134
5.21	Omega331 – Technische Daten (einschließlich IP65)	135
5.21.1	Omega331 Physikalische Eigenschaften (einschließlich IP65)	135
5.21.2	Kalibrierungsspezifikationen (ohne CTL-Kalibrierungen)	136
5.21.3	CTL-Kalibrierungsspezifikationen	136
5.21.4	CTL-Analogausgang	137
5.21.5	CTL-Zählwert	137
5.21.6	Omega331 (US-Kalibrierungskomplex-Beladung) (einschließlich IP65)	138
5.21.7	Omega331 (SI-Kalibrierungskomplex-Beladung) (einschließlich IP65)	139
6.	Diagnose und Wartung	140
6.1	Rauschunterdrückung	140
6.1.1	Mechanische Schwingungen	140
6.1.2	Elektrische Störungen	140
6.2	Fehlererkennung (Diagnose)	140
6.2.1	Erkennen von Empfindlichkeitsänderungen	140
6.3	Planmäßige Wartung	141
6.3.1	Regelmäßige Inspektion	141
6.3.2	Regelmäßige Kalibrierung	141
6.4	Hinweis zur Wartung der Wandlerverkabelung	141
6.4.1	Kalibrierungen	141
6.4.2	Verkabelung und Steckverbinder	141
6.5	Auflösung	141
7.	Verkaufsbedingungen	142

Glossar

Begriff	Definition
Genauigkeit	Siehe Messunsicherheit.
Kalibrierzertifikat	Eine Bescheinigung, aus der hervorgeht, dass das Gerät korrekt misst. Diese Bescheinigungen bedeuten in der Regel, dass das Gerät anhand nationaler Normen geprüft wurde. Die Bescheinigungen werden im Anschluss an eine Kalibrierung oder Neukalibrierung ausgestellt.
Kalibrierung	Der Vorgang, bei dem die Rohantwort eines Messwandlers auf Belastungen gemessen und Daten erstellt werden, die zur Umwandlung der Antwort in Kräfte und Drehmomente verwendet werden.
Zusammengesetzte Belastung	Jede Belastung, die nicht ausschließlich auf einer Achse wirkt.
Koordinatensystem	Siehe Ursprungspunkt
DAQ F/T	Ein F/T-Sensorsystem, das branchenübliche Datenerfassungsgeräte (in der Regel Computerkarten) verwendet, um die Signale des Messwandlers in digitale Daten umzuwandeln.
DAQ	Datenerfassungsgerät.
DoF	Freiheitsgrade. Siehe Sechs Freiheitsgrade.
F/T-Controller	Die Elektronik, die an die Mux-Wandler angeschlossen wird.
F/T	Kraft und Drehmoment.
Kraft	Die auf einen Gegenstand ausgeübte Druck- oder Zugkraft.
FS	Vollskala
Vollskalenfehler	Ein Maß für den Messfehler. Wenn beispielsweise der kalibrierte Messbereich eines Sensors 100 Newton beträgt und der Sensor eine Genauigkeit von 1 Newton aufweist, hat dieser Sensor einen Vollskalenfehler von 1 % (1 % = 0,01 = 1 N / 100 N).
Fxy	Der resultierende Kraftvektor, der sich aus den Komponenten Fx und Fy zusammensetzt.
Hysterese	Eine Quelle für Messfehler, die durch die Nachwirkungen zuvor aufgebrachter Lasten verursacht wird.
IP60	Schutzart „60“ bezeichnet Schutz gegen Staub
IP65	Die Schutzart „65“ bezeichnet Schutz gegen Spritzwasser
IP68	Die Schutzart „68“ bezeichnet die Tauchfähigkeit in Süßwasser, in diesem Fall bis zu einer Tiefe von 10 Metern
MAP	Montageadapterplatte. Die MAP des Wandlers wird an der festen Oberfläche oder am Roboterarm befestigt.
Max. Einachsige Überlast	Die größte Last in einer einzelnen Achse (alle anderen Achsen sind unbelastet), die der Messwandler ohne Beschädigung aushalten kann.
Messunsicherheit	Der maximal zu erwartende Messfehler, wie im Kalibrierzertifikat angegeben.
Moment	Wenn auf etwas ein Drehmoment wirkt, spricht man davon, dass ein Moment auf es ausgeübt wird.
Mux-Box	Ein Gehäuse, das die Multiplexer-Elektronik für Wandler enthält, die für eine integrierte Elektronik zu klein sind.
Mux	Abkürzung für Multiplexer. F/T-Controller-Sensorsysteme verwenden Multiplexer-Elektronik zur Anbindung an die Wandler signale.
Net F/T	Ein F/T-Sensorsystem, das über Ethernet, CAN-Bus oder DeviceNet an die Überwachungsgeräte des Kunden angeschlossen wird.
Offset-Kompensation	Korrektur von Fehlern, die den Nullpunkt der Messwerte eines Messumformers verändern.
Überlast	Der Zustand, bei dem auf den Messumformer eine größere Last wirkt, als er messen kann. Dies führt zu einer Sättigung.
Ursprungspunkt	Der Punkt am Wandler, an dem alle Kräfte und Drehmomente gemessen werden.

Begriff	Definition
Quantisierung	Die Art und Weise, wie das stufenlos variable Signal des Messwandlers in diskrete digitale Werte umgewandelt wird. Wird üblicherweise verwendet, um den Übergang von einem digitalen Wert zum nächsten zu beschreiben.
Neukalibrierung	Die regelmäßige Überprüfung von Messgeräten wie Messwandlern, Messschiebern und Voltmetern, um sicherzustellen, dass sie weiterhin korrekt messen. Die Geräte können justiert werden, wenn sie nicht korrekt messen.
Reaktionsdrehmoment	Ein ausgeübtes Drehmoment, das keine Bewegung bewirkt. Denken Sie an das Drehen, das Sie auf eine Schraube oder einen Bolzen ausüben, wenn sich diese nicht bewegen. ATI-Messwandler erfassen das Reaktionsdrehmoment.
Auflösung	Die kleinste messbare Änderung der Last. Diese ist in der Regel viel kleiner als die Genauigkeit.
Drehmoment	Drehmoment, das eine Bewegung bewirkt. Im Allgemeinen bezieht sich dies auf das Drehmoment an Bauteilen wie Antriebswellen. ATI-Sensoren können kein Drehmoment erfassen.
Sättigung	Der Zustand, in dem der Sensor oder die Datenerfassungsvorrichtung einer Last oder einem Signal ausgesetzt ist, das außerhalb seines Erfassungsbereichs liegt.
Sensorsystem	Die gesamte Baugruppe, bestehend aus Teilen vom Messwandler bis zur Datenerfassungskarte.
Sechs Freiheitsgrade	Fx, Fy, Fz, Tx, Ty und Tz.
Sechssachsiger Kraft-/Drehmomentsensor	Ein Gerät, das die ausgegebenen Kräfte und Drehmomente in allen drei kartesischen Koordinaten (x, y und z) misst. Ein sechssachsiger Kraft-/Drehmomentsensor wird auch als mehrachsiger Kraft-/Drehmomentsensor, mehrachsige Wägezelle, F/T-Sensor oder sechssachsige Wägezelle bezeichnet.
Spannweitenkompensation	Korrektur von Fehlern, die die Empfindlichkeit eines Messwandlers beeinflussen.
TAP	Werkzeugadapterplatte. Der TAP-Teil des Messwandlers wird an der zu messenden Last befestigt.
Werkzeugtransformation	Mathematische Änderung des Messkoordinatensystems durch Verschieben des Ursprungs und/oder Drehen der Achsen.
Drehmoment	Die Messung der Kraft, die auf ein Objekt ausgeübt wird und dieses zur Drehung bringt.
Messwandler	Die Komponente, die die erfasste Last in elektrische Signale umwandelt.
Txy	Der resultierende Drehmomentvektor, der sich aus den Komponenten Tx und Ty zusammensetzt.

1. Sicherheit

Der Abschnitt „Sicherheit“ enthält allgemeine Sicherheitshinweise für den Umgang mit diesem Produkt, Erläuterungen zu den in diesem Handbuch enthaltenen Hinweisen sowie Sicherheitsvorkehrungen, die für das Produkt gelten. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung der in diesem Handbuch beschriebenen Produkte besteht kein Sicherheitsrisiko für Personen. Produktspezifische Hinweise sind (sofern zutreffend) in den entsprechenden Abschnitten dieses Handbuchs enthalten.

1.1 Erläuterung der Hinweise

Diese Hinweise werden in allen ATI-Handbüchern verwendet und beziehen sich nicht speziell auf dieses Produkt. Der Benutzer sollte alle Hinweise des Roboterherstellers und/oder der Hersteller anderer in der Anlage verwendeter Komponenten.



GEFAHR: Hinweis auf Informationen oder Anweisungen, deren Nichtbeachtung zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt. Der Hinweis enthält Informationen über die Art der gefährlichen Situation, die Folgen einer Nichtbeachtung der Gefahrenhinweise und die Methode zur Vermeidung der Situation.



WARNUNG: Hinweis auf Informationen oder Anweisungen, deren Nichtbeachtung zu Tod oder schweren Verletzungen führen könnte. Der Hinweis enthält Informationen über die Art der gefährlichen Situation, die Folgen einer Nichtbeachtung sowie die Methode zur Vermeidung der Situation.



VORSICHT: Hinweis auf Informationen oder Anweisungen, deren Nichtbeachtung zu mittelschweren Verletzungen führen oder Schäden an Geräten verursachen kann. Der Hinweis enthält Informationen über die Art der gefährlichen Situation, die Folgen einer Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und die Vorgehensweise zur Vermeidung der Situation.

HINWEIS: Hinweis auf spezifische Informationen oder Anweisungen zur Wartung, zum Betrieb, zur Installation oder zur Einrichtung des Produkts, deren Nichtbeachtung zu Schäden an der Ausrüstung führen kann. Der Hinweis kann unter anderem folgende Punkte hervorheben: spezifische Schmierfetttypen, bewährte Betriebsverfahren und Wartungstipps.

1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der Kunde sollte sicherstellen, dass der ausgewählte Messwandler für die im Betrieb zu erwartenden maximalen Lasten und Momente ausgelegt ist. Informationen hierzu finden Sie in [Abschnitt 5 – Technische Daten der Messwandler](#). Alternativ können Sie sich an einen ATI-Vertreter wenden, um Unterstützung zu erhalten. Besondere Aufmerksamkeit sollte den dynamischen Belastungen gewidmet werden, die durch die Beschleunigung und Verzögerung des Roboters Beschleunigung und Verzögerung des Roboters. Diese Kräfte können in Situationen mit hoher Beschleunigung oder Verzögerung ein Vielfaches der statischen Kräfte betragen.

1.3 Sicherheitshinweise



VORSICHT: Entfernen Sie keine Befestigungselemente und zerlegen Sie keine Messwandler ohne abnehmbare Montageadapterplatte. Dazu gehören Nano-, Mini-, IP-zertifizierte und einige Omega-Messwandler. Dies führt zu irreparablen Schäden am Messwandler und zum Erlöschen der Garantie. Lassen Sie alle Befestigungselemente an Ort und Stelle und zerlegen Sie den Messwandler nicht.



VORSICHT: Führen Sie keine Sonden in Öffnungen des Wandlers ein. Dies führt zu Schäden am Gerät.



VORSICHT: Üben Sie keine übermäßige Kraft auf den Messkopf aus. Der Messkopf ist ein empfindliches Gerät und kann durch Krafteinwirkung, die die einachsigen Überlastwerte des Messkopfs überschreitet, beschädigt werden, was zu irreparablen Schäden führt. Kleine Nano- und Mini-Messköpfe können bei der Installation leicht überlastet werden. Die spezifischen Überlastwerte der Messköpfe finden Sie in [Abschnitt 5 – Messkopf-Spezifikationen](#).

2. Produktübersicht

Ein Messwandler ist ein Gerät, das die ausgeübten Kräfte und Drehmomente in allen drei kartesischen Koordinaten (x, y und z) misst. Ein sechssachsiger Kraft-/Drehmoment-Messwandler wird auch als mehrachsiger Kraft-/Drehmoment-Messwandler, mehrachsige Wägezelle, F/T-Sensor oder sechssachsige Wägezelle bezeichnet.

Kraft-/Drehmomentsensoren werden in der gesamten Industrie für Produkttests, die robotergestützte Montage, das Schleifen und Polieren eingesetzt. In der Forschung kommen ATI-Sensoren in der Roboterchirurgie, der Haptik, der Rehabilitation, der Neurologie und vielen anderen Anwendungen zum Einsatz.

Das mehrachsige Kraft-/Drehmomentsensorsystem (F/T) von ATI misst alle sechs Komponenten von Kraft und Drehmoment. Das System besteht aus:

- Wandler
- Abgeschirmtes, hochflexibles Kabel
- Intelligentes Datenerfassungssystem

Dieses Handbuch zum Aufnahmerteil beschreibt die allgemeine Installation, die technischen Daten, die Kalibrierungsdaten und die Wartung der unten aufgeführten Standardreihe von ATI-Aufnehmern. Details zur Kommunikation und zum Betrieb

Die Anleitungen sind in separaten Dokumentationen enthalten. Die entsprechende Anleitung zur Kommunikation finden Sie in der Dokumentationsbibliothek von ATI auf [der Website](#).

ATI-Standard-Schallkopf-Produktreihe:

- Nano17 Titanium
- Nano17 / Nano17 IP65 / Nano17 IP68
- Nano25 / Nano25 IP65 / Nano25 IP68
- Nano43
- Mini27
- Mini40 / Mini40 IP65 / Mini40 IP68
- Mini43LP
- Mini45 Titan
- Mini45 / Mini45 IP65 / Mini45 IP68
- Mini58 / Mini58 IP60 / Mini58 IP65 / Mini58 IP68
- Mini85
- Gamma / Gamma IP60 / Gamma IP65 / Gamma IP68
- Delta / Delta IP60 / Delta IP65 / Delta IP68
- Theta / Theta IP60 / Theta IP65 / Theta IP65
- Omega85 / Omega85 IP60 / Omega85 IP65 / Omega IP68
- Omega160 / Omega160 IP60 / Omega160 IP65 / Omega160 IP68
- Omega190
- Omega191 / Omega191 IP60 / Omega191 IP65 / Omega191 IP68

3. Installation

Die Installation eines ATI-Standard-Messumformers erfolgt auf eine von zwei Arten:

- *Installation mit abnehmbarer Montageadapterplatte*
- *Installation mit nicht abnehmbarer Adapterplatte*

Tabelle 3.1 gibt einen Überblick über die geeignete Installationsmethode für jeden Standard-Messwandler.

Tabelle 3.1 – Einbauverfahren für Messwertaufnehmer	
Messwertaufnehmer	Installationsmethode Anweisungen z
Nano17 Titanium	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Nano17 / Nano17 IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Nano25 / Nano25 IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Nano43	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini27	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini40 / Mini40 IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini43LP	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini45 Titan	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini45 / Mini45 IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini58 / Mini58 IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Mini85	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Gamma	<i>Abschnitt 3.1 – Montage der abnehmbaren Adapterplatte</i>
Gamma IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Delta	<i>Abschnitt 3.1 – Montage der abnehmbaren Adapterplatte</i>
Delta IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Installation mit nicht abnehmbarer Adapterplatte</i>
Theta	<i>Abschnitt 3.1 – Montage der abnehmbaren Adapterplatte</i>
Theta IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Omega85 / Omega85 IP50/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Omega160	<i>Abschnitt 3.1 – Montage der abnehmbaren Adapterplatte</i>
Omega160 IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Omega190	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>
Omega191 / Omega191 IP60/IP65/IP68	<i>Abschnitt 3.2 – Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte</i>

3.1 Montage der abnehmbaren Adapterplatte



VORSICHT: Berühren Sie keine internen Elektronik- oder Messkomponenten. Dies könnte den Messwandler beschädigen und zum Erlöschen der Garantie führen. Wenn die Adapterplatte entfernt wird, schützen Sie die freiliegenden Elektronikbauteile vor Staub, Schmutz, Flüssigkeiten und anderen Fremdkörpern.



VORSICHT: Die Überlastgrenzen des Messwandlers dürfen nicht überschritten werden. Werden kleinere Messwandler nicht sorgfältig eingebaut, kann es durch das Aufbringen geringer Lasten mit (der Hebelarm erhöht die aufgebrachte Last). Verwenden Sie bei der Installation die Demo-Anwendung, um auf Sättigungsfehler des Messgeräts zu achten. Wenn ein Fehler auftritt, üben Sie keine Kraft mehr auf den Messwandler aus und warten Sie, bis der Fehler behoben ist, bevor Sie mit der Installation fortfahren. Wenn der Fehler nicht behoben wird, kann dies auf einen Stromausfall oder eine Überschreitung des Überlastwerts hindeuten.



VORSICHT: Befestigungselemente dürfen nicht über die Oberfläche der Adapterplatte hinaus in den Messwandler ragen. Dies könnte zu Schäden an der internen Elektronik führen. Achten Sie bei der Bearbeitung der abnehmbaren Adapterplatte darauf, dass die Köpfe der Befestigungselemente bündig mit der Oberfläche der Adapterplatte abschließen oder darunter liegen.



VORSICHT: Verwenden Sie keine Befestigungselemente, die die für den Schallkopf angegebene Einbautiefe überschreiten. Längere Befestigungselemente dringen in das Gehäuse des Schallkopfs ein und beschädigen die Elektronik, wodurch die Garantie erlischt. Verwenden Sie Befestigungselemente, die die für den Schallkopf angegebene Einbautiefe gewährleisten. Siehe Zeichnung des Schallkopfs.

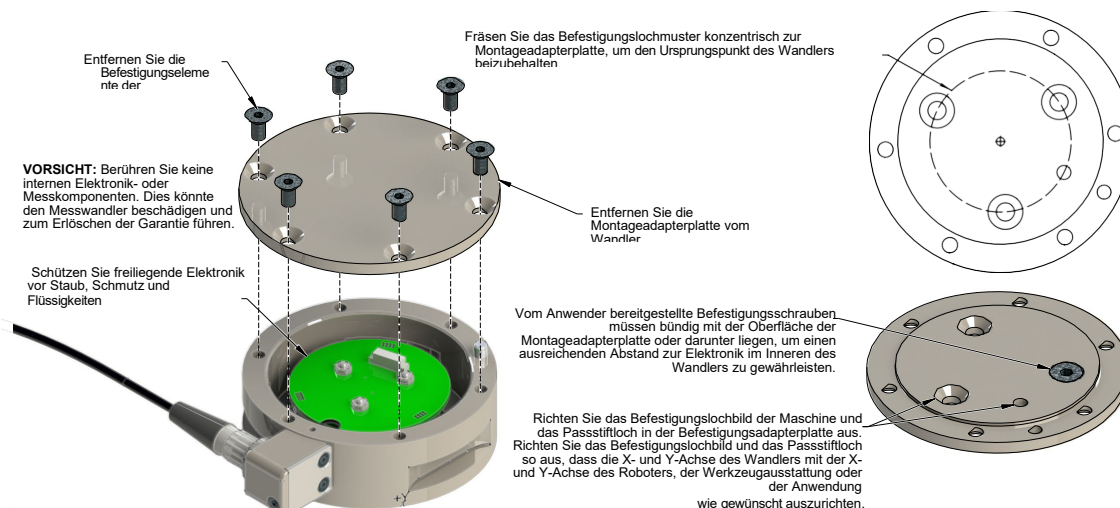
HINWEIS: Wenn eine Schnittstellenplatte für die Roboterseite und/oder die Werkzeugseite benötigt wird, lesen Sie [Abschnitt 3.3 – Entwurf der Schnittstellenplatte](#), um Einzelheiten zum Entwurf einer Schnittstellenplatte zu erfahren, bevor Sie mit dem Verfahren fortfahren.

Wandler mit einer abnehmbaren Montageadapterplatte (MAP) verfügen über ein festes Lochbild auf der Werkzeugseite des Wandlers und eine abnehmbare Adapterplatte auf der Befestigungsseite (Roboter oder anderes Gerät). Der Adapter Die Platte muss vom Wandler entfernt und entsprechend dem Befestigungsmuster des Roboters oder eines anderen Geräts bearbeitet werden.

Wenn das Gerät die Befestigungselemente verdeckt, mit denen der Wandler verbunden ist, kann die abnehmbare Adapterplatte nicht allein verwendet werden. In diesem Fall ist eine vom Anwender entworfene Schnittstellenplatte erforderlich; siehe [Abschnitt 3.3 – Entwurf der Schnittstellenplatte](#).

1. Entfernen Sie alle Befestigungselemente von der Montageadapterplatte und legen Sie sie beiseite.
 2. Entfernen Sie die Adapterplatte vom Wandler.
 3. Fräsen Sie das Befestigungslochmuster des Roboters, der Schnittstellenplatte oder eines anderen Geräts in die abnehmbare Adapterplatte ein.
- Stellen Sie sicher, dass das Lochbild und die Passbohrungen die X- und Y-Achse des Wandlers auf die X- und Y-Achse des Roboters ausrichten.

Abbildung 3.1 – Abnehmbare Adapterplatte

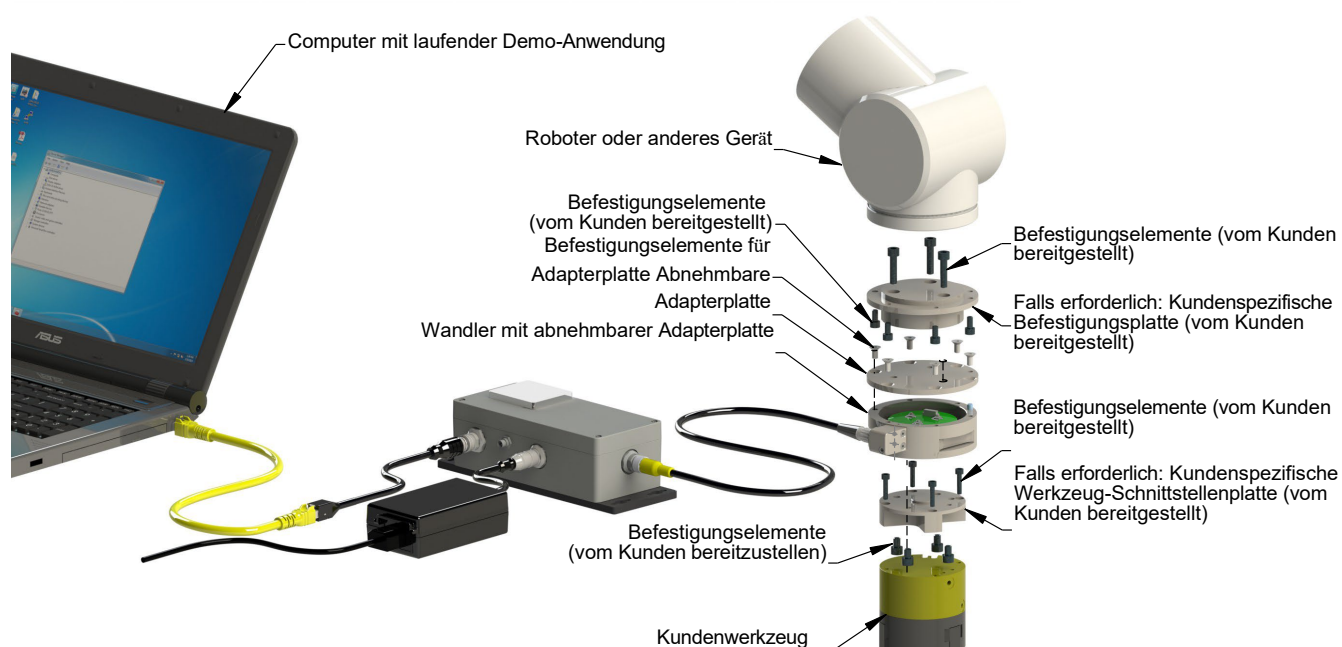


4. Befestigen Sie die abnehmbare Adapterplatte mit den vom Kunden bereitgestellten Befestigungselementen am Roboter, einem anderen Gerät oder der Schnittstellenplatte.
 - Wenn die Befestigungselemente nicht mit einem vorapplizierten Klebstoff versehen sind, tragen Sie Loctite 222® auf die Befestigungselemente auf.

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass die Adapterplatte den Wandler so ausrichtet, dass sich der Stecker an der richtigen Stelle befindet, um die Verkabelung ordnungsgemäß zu verlegen (siehe [Abschnitt 3.4 – Verlegen des Wandlerkabels](#)).

5. Befestigen Sie den Messwandler an der abnehmbaren Adapterplatte und ziehen Sie die Befestigungselemente handfest an.
6. Schließen Sie den Wandler an die Stromversorgung an und warten Sie, bis die Demo-Anwendung **Lastdaten** anzeigt, wenn Sie Kraft auf den Wandler ausüben.
7. Überwachen Sie die Demo-Anwendung auf Sättigungsfehler des Messgeräts. Wenn ein Fehler angezeigt wird, hören Sie auf, Kraft auf den Wandler auszuüben, und warten Sie, bis der Fehler behoben ist. Setzen Sie dann die Installation fort.
8. Ziehen Sie die Befestigungsschrauben des Messwandlers an der abnehmbaren Adapterplatte fest.

Abbildung 3.2 – Installation von Wandlern mit abnehmbaren Montageadapterplatten



HINWEIS: Das Werkzeug darf keinen anderen Teil des Messwandlers berühren als die Werkzeuggestaltungsfläche. Wenn das Werkzeug einen anderen Teil des Messwandlers berührt, kann es Lasten nicht ordnungsgemäß erfassen. Stellen Sie sicher, dass das Werkzeug an der Werkzeuggestaltungsfläche befestigt ist und keinen anderen Teil des Messwandlers berührt.

9. Verwenden Sie vom Kunden bereitgestellte Befestigungselemente, um das Werkzeug oder die Werkzeug-Schnittstellenplatte am Messwandler zu befestigen.
 - Der Wandler verfügt über ein Befestigungsmuster auf der Werkzeuggestaltungsfläche des Wandlers.
 - Wenn die Befestigungselemente nicht mit Klebstoff vorbeschichtet sind, tragen Sie Loctite 222 auf.

3.2 Montage der nicht abnehmbaren Adapterplatte

Wandler mit nicht abnehmbaren Adapterplatten verfügen über feste Lochkreise an der Werkzeug- und der Befestigungsseite des Wandlers. Je nach Anwendung kann eine vom Anwender entworfene Schnittstellenplatte erforderlich sein; siehe [Abschnitt 3.3](#).



VORSICHT: Entfernen Sie keine Befestigungselemente und zerlegen Sie keine Wandler ohne abnehmbare Adapterplatte. Eine Demontage führt zu irreparablen Schäden am Wandler und führt zum Erlöschen der Garantie. Lassen Sie alle Befestigungselemente an Ort und Stelle und nehmen Sie keine Demontage vor.



VORSICHT: Versuchen Sie nicht, den Wandler zu bohren, zu gewinden, zu bearbeiten oder auf andere Weise zu modifizieren oder zu zerlegen. Solche Arbeiten könnten den Wandler beschädigen und führen zum Erlöschen der Garantie. Verwenden Sie das mitgelieferte Befestigungslochbild, um den Wandler am Roboter oder einem anderen Gerät zu befestigen und das Werkzeug am Wandler zu montieren. Einzelheiten finden Sie in den Zeichnungen zum Wandler.



VORSICHT: Verwenden Sie keine Befestigungselemente, die die für den Wandler angegebene Einbautiefe überschreiten. Die Verwendung längerer Befestigungselemente durchdringt das Gehäuse des Wandlers, beschädigt die Elektronik und führt zum Erlöschen der Garantie. Verwenden Sie Befestigungselemente, die die für den Wandler angegebene Einbautiefe gewährleisten. Siehe Zeichnung des Wandlers.

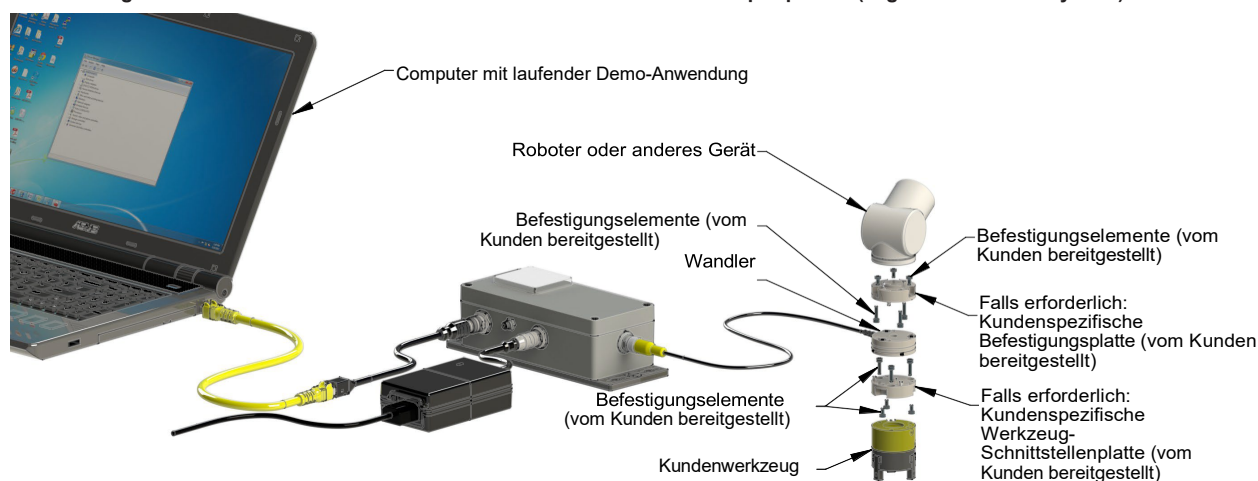


VORSICHT: Die Überlastgrenzen des Messwandlers dürfen nicht überschritten werden. Werden kleinere Messwandler nicht sorgfältig eingebaut, kann es durch das Aufbringen geringer Lasten mit (der Hebelarm erhöht die aufgebrachte Last). Verwenden Sie bei der Installation die Demo-Anwendung, um auf Sättigungsfehler des Messgeräts zu achten. Wenn ein Fehler auftritt, üben Sie keine Kraft mehr auf den Messwandler aus und warten Sie, bis der Fehler behoben ist, bevor Sie mit der Installation fortfahren. Wenn der Fehler nicht behoben wird, kann dies auf einen Stromausfall oder eine Überschreitung des Überlastwerts hindeuten.



VORSICHT: Überwachen Sie während der Installation die Demo-Anwendung auf Messsättigungsfehler. Wenn ein Fehler angezeigt wird, hören Sie auf, Kraft auf den Messwandler auszuüben, und warten Sie, bis der Fehler behoben ist, bevor Sie mit der Installation fortfahren.

Abbildung 3.3 – Installation von Messwandlern mit nicht abnehmbaren Adapterplatten (abgebildet: Net F/T-System)



1. Befestigen Sie den Wandler mit den vom Kunden bereitgestellten Befestigungselementen an der vom Anwender entworfenen Schnittstellenplatte, direkt am Roboter oder an einem anderen Gerät.
 - Falls die Befestigungselemente nicht mit einem vorbeschichteten Klebstoff versehen sind, tragen Sie Loctite 222 auf die Befestigungselemente auf.

HINWEIS: Das Werkzeug darf keinen anderen Teil des Wandlers berühren als die Werkzeugauflagefläche. Berührt das Werkzeug einen anderen Teil des Wandlers, kann es Lasten nicht ordnungsgemäß erfassen. Stellen Sie sicher, dass das Werkzeug auf der Werkzeugauflagefläche befestigt ist und keinen anderen Teil des Wandlers berührt.

2. Befestigen Sie das kundeneigene Werkzeug oder die Werkzeug-Schnittstellenplatte mit vom Kunden bereitgestellten Befestigungselementen am Messwandler.
 - Der Messwandler verfügt über ein Befestigungsmuster auf der Werkzeugeite des Messwandlers.
 - Falls die Befestigungselemente nicht mit einem vorbeschichteten Klebstoff versehen sind, tragen Sie Loctite 222 auf die Befestigungselemente auf.

3.3 Ausführung der Adapterplatte

HINWEIS: Kunden, die ihre eigenen Schnittstellenmuster bearbeiten, sollten vermeiden, alle Befestigungspunkte in der Mitte der Adapterplatte anzubringen. Ein größerer Lochkreis liefert die genauesten Messwerte, da er eine geringere Verformung der Platte bewirkt.

Zwischen dem Roboter oder einem anderen Gerät und dem Messwandler sowie zwischen dem Messwandler und dem Werkzeug sind unter Umständen Adapterplatten erforderlich. Wenn der Roboter, ein anderes Gerät oder das Werkzeug die Befestigungselemente des Messwandlers verdeckt, ist eine Adapterplatte erforderlich. Kundenspezifische Adapterplatten sind auf Anfrage bei ATI erhältlich.

Es gibt zwei Arten von Befestigungsadapterplatten (Roboterseite). Bei kleinen Wandlern wie Nano, Mini, IP-zertifizierte und einige Omega-Modelle ist die Montageadapterplatte werkseitig montiert und darf nicht entfernt oder bearbeitet werden. Die Montage-Schnittstellenplatte muss mit dem entsprechenden Schraubenmuster und den entsprechenden Dübelpositionen bearbeitet werden; siehe dazu die Wandlerzeichnungen. Links zu den Zeichnungen finden Sie in [Abschnitt 5 – Wandlerspezifikationen](#).

Größere Messwandler verfügen über abnehmbare Montageadapterplatten (siehe [Abschnitt 3.2.2 – Montage des Messwandlers mit einer abnehmbaren Montageadapterplatte](#)). Bearbeiten Sie die Montage-Schnittstellenplatte so, dass sie mit dem Lochkreis und dem Passstiftloch in der abnehmbaren Montageadapterplatte übereinstimmt.

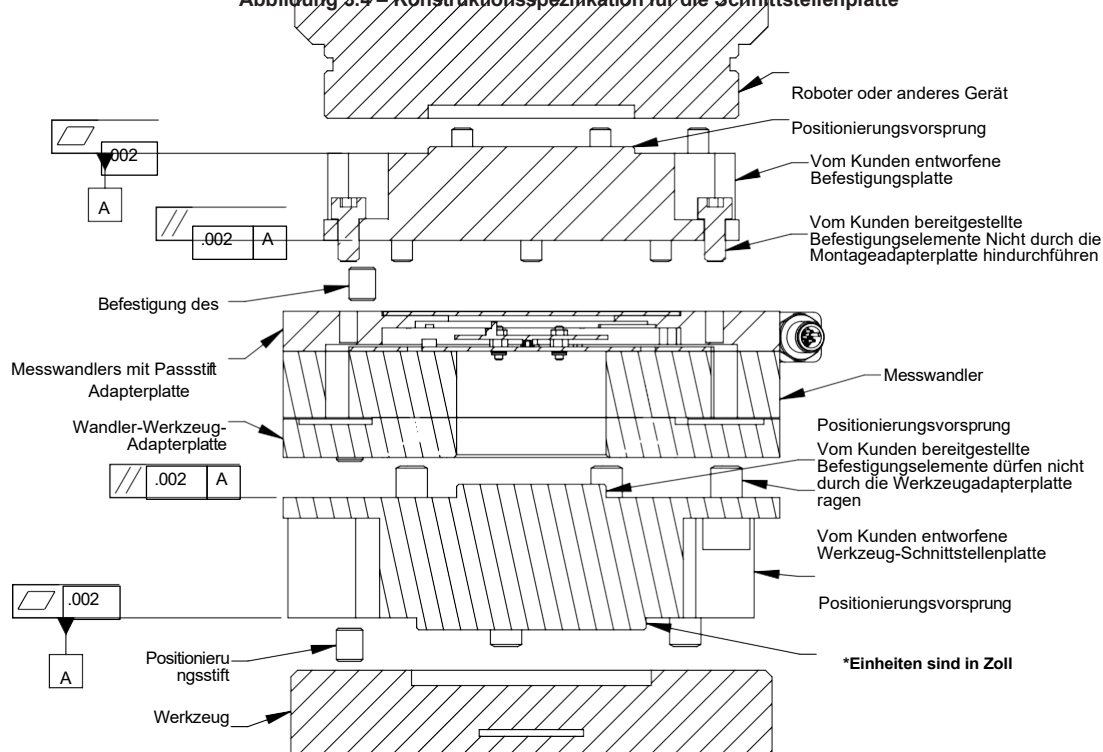
Die Werkzeugadapterplatte des Messwandlers ist werkseitig montiert, und der Lochkreis ist in den Zeichnungen zusammen mit dem Messwandler dargestellt; Links zu den Zeichnungen finden Sie in [Abschnitt 5 – Technische Daten des Messwandlers](#). Die meisten großen F/T-Werkzeugadapter entsprechen dem Befestigungsmuster nach ISO 9409-1. Bearbeiten Sie die Werkzeug-Schnittstellenplatte so, dass sie an diesem Lochkreis befestigt werden kann.

HINWEIS: Das Werkzeug darf keinen anderen Teil des Messwandlers berühren als die Werkzeugbefestigungsfläche. Wenn das Werkzeug einen anderen Teil des Messwandlers berührt, kann der Messwandler die Lasten nicht ordnungsgemäß erfassen. Stellen Sie sicher, dass das Werkzeug an der Werkzeugbefestigungsfläche montiert ist und keinen anderen Teil des Messwandlers berührt.

Wenn der Kunde eine Montage- oder Werkzeug-Schnittstellenplatte entwerfen und bauen möchte, sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden. Links zu den Produktzeichnungen finden Sie in [Abschnitt 5 – Spezifikationen des Messwandlers](#).

- Die Schnittstellenplatte sollte so konstruiert sein, dass sie Befestigungslöcher, Passstifte und einen Vorsprung für die genaue Positionierung am Roboter oder anderen Geräten sowie an der Adapterplatte enthält. Diese Positionierungsmerkmale sollten die X- und Y-Achse des Sensors auf die X- und Y-Achse des Roboters ausrichten.
- Die Dicke der Adapterplatte muss ausreichend sein, um den erforderlichen Gewindeeingriff für die Befestigungselemente zu gewährleisten.
- Die Befestigungselemente dürfen nicht zu lang sein. Sie sollten nicht durch die Adapterplatte ragen, um eine Beeinträchtigung der Elektronik im Inneren des Wandlers zu vermeiden. Informationen zu Gewindetiefe, Befestigungsmustern und weiteren Details finden Sie in den Zeichnungen.
- Die Schnittstellenplatte muss so ausgelegt sein, dass sie eine starre Befestigung des Wandlers gewährleistet. Die Schnittstellenplatte darf sich im maximalen Messbereich des Wandlers nicht verformen.
- Die Konstruktion der Adapterplatte muss eine ebene und parallele Montagefläche für den Sensor gewährleisten.

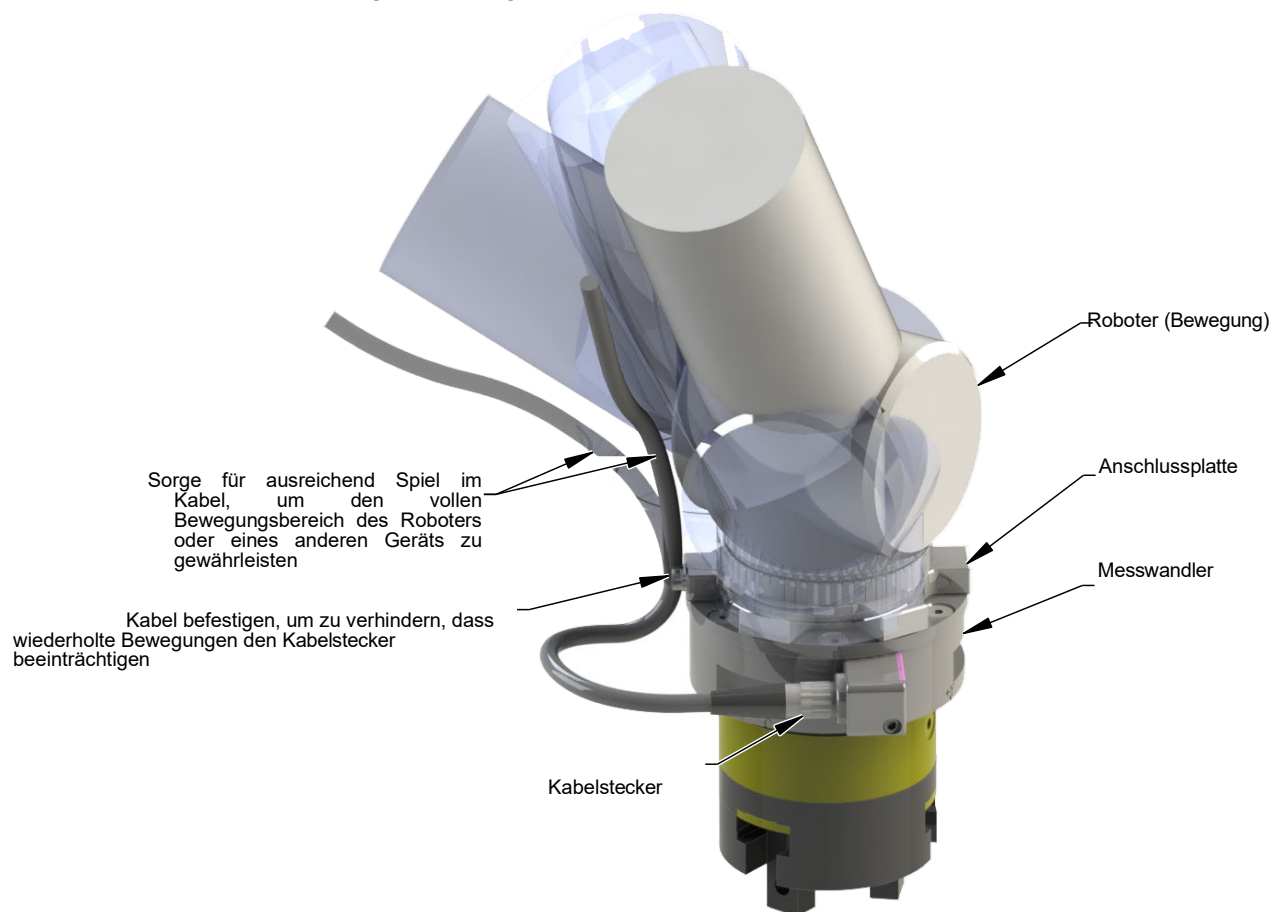
Abbildung 3.4 – Konstruktionspezifikation für die Schnittstellenplatte



3.4 Verlegung des Wandlerkabels im Rahmen des „“

Die jeweilige Anwendung des Messwandlers bestimmt die optimale Kabelführung und den richtigen Biegeradius. Bei manchen Anwendungen bleiben Messwandler und Kabel statisch. Andere Anwendungen sind dynamisch und können den Messwandler und das Kabel wiederholten Bewegungen aussetzen. Es ist wichtig, die Kabelstecker des Messwandlers diesen wiederholten Bewegungen nicht auszusetzen und das Kabel nahe am Messwandleranschluss ordnungsgemäß zu befestigen

Abbildung 3.5 – Befestigen Sie das Messwandlerkabel nahe am Kabelstecker



VORSICHT: Setzen Sie den Kabelstecker des Wandlers nicht den wiederholten Bewegungen des Roboters oder eines anderen Geräts aus. Wenn der Stecker wiederholten Bewegungen ausgesetzt wird, kann er beschädigt werden. Befestigen Sie das Kabel in der Nähe von den Stecker, damit die wiederholten Bewegungen des Roboters den Kabelstecker nicht beeinträchtigen.



VORSICHT: Biegen Sie das Kabel bei der Verlegung nicht auf einen kleineren Radius als den in [Tabelle 3.2](#) angegebenen Mindestbiegeradius. Das Kabel versagt aufgrund von Materialermüdung durch die wiederholten Bewegungen. Achten Sie bei der Verlegung des Kabels darauf, dass die Biegungen größer sind als der für den Kabeltyp angegebene minimale dynamische Biegeradius.



VORSICHT: Das Wandlerkabel darf nicht belastet oder übermäßig gebogen werden, insbesondere an der Stelle, an der es am Wandler befestigt ist. Dies ist besonders wichtig bei Wandlern der Nano- und Mini-Serie. Bei diesen Wandlern darf das Kabel nicht näher als 25 mm (1 Zoll) am Wandler gebogen werden. Scharfe Biegungen müssen vermieden werden, da sie das Kabel und den Wandler beschädigen können und zum Erlöschen der Garantie führen.

Abbildung 3.6 – Biegeradius des Wandlers

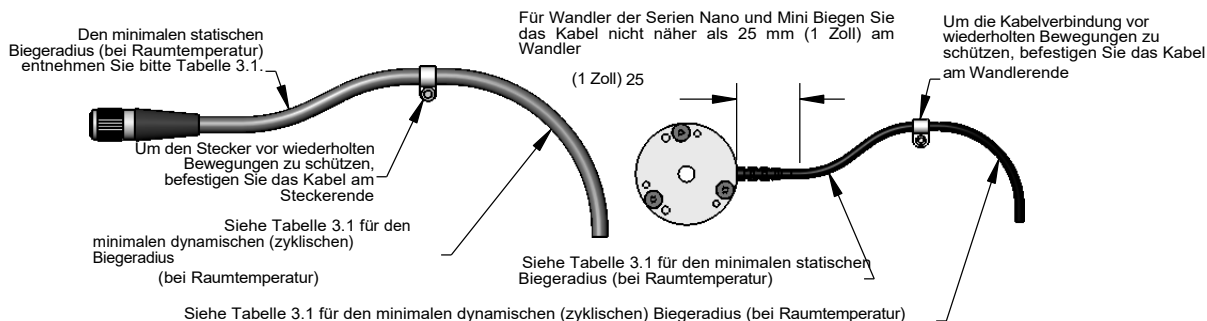


Tabelle 3.2 – Biegeradius des Wandlerkabels

Kabeltyp	Kabeldurchmesser (mm)	Statischer Biegeradius (bei Raumtemperatur)		Dynamischer Biegeradius (bei Raumtemperatur)	
		mm	Zoll	mm	Zoll
9105-TW	3,2	16	0,63	32	1,26
9105-C3	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CM	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CW	4,4	22	0,87	44	1,73
9105-CT	6,1	30,5	1,20	61	2,40
9105-C	3,2	16	0,63	32	1,26
	4,4	22	0,87	44	1,73
	6,1	30,5	1,20	61	2,40
	10,0	50	1,97	100	3,94
9105-C-MTR	8,4	42	1,65	84	3,31
9105-C-MTS	8,4	42	1,65	84	3,31
9105-CF-MTR 9105-CF-MTS	8,5	42,5	1,67	85	3,35

Hinweis: Die Temperatur beeinflusst die Flexibilität des Kabels. ATI empfiehlt, den minimalen dynamischen Biegeradius bei niedrigeren Temperaturen zu vergrößern.

Verlegen Sie das Messwandlerkabel so, dass es während des gesamten Bewegungsbereichs keiner Belastung, Zugkraft, Knickung, Beschädigung oder sonstigen Beeinträchtigung ausgesetzt ist. Informationen zur Anbindung des Messwandlerkabels finden Sie im beiliegenden Systemhandbuch. Wenn es bei der gewünschten Anwendung zu Kabelreibung kommt, verwenden Sie zum Schutz eine lockere Kunststoffspirale.



VORSICHT: Achten Sie darauf, das Kabel nicht durch zu festes Anziehen von Kabelbindern oder durch Betreten des Kabels zu quetschen, da dies das Kabel beschädigen kann.



VORSICHT: Die Kabel der Nano- und Mini-Wandler sind fest mit dem Wandler verbunden und können nicht abgezogen werden. Versuchen Sie nicht, diese Wandler zu zerlegen, da dies den Wandler beschädigt und zum Erlöschen der Garantie führt. Versuchen Sie nicht, das Kabel auszutauschen. Wenden Sie sich an den ATI-Kundendienst, um Unterstützung zu erhalten.



VORSICHT: Bei den integrierten Kabeln der Nano- und Mini-Wandler sowie bei Kabeln des Typs 9105-C-H darf die Wandleranschlussstelle keiner seitlichen oder Zugkraft von mehr als 10 lbf (45 N) ausgesetzt werden, da dies zu dauerhaften Schäden führt.



VORSICHT: Größere Messwandler verfügen über abnehmbare Kabel. Versuchen Sie nicht, diese Messwandlerkabel durch Ziehen am Kabel selbst oder an der Steckerhülse zu trennen; dies kann das System beschädigen.

4. Betrieb

Die Standard-Wandlerreihe von ATI ist mit einer Vielzahl von Kommunikationsarten kompatibel. Detaillierte Informationen zu jeder dieser Kommunikationsmethoden finden Sie in separaten Dokumentationen, die auf der [ATI-Website](#) verfügbar sind.

4.1 Umgebung der Messwandler

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten, muss die Schutzart des Messwandlers der Umgebung entsprechen oder diese übertreffen. Sofern nicht anders angegeben, verfügt ein Messwandler über keinen besonderen IP-Schutz. In diesem Fall darf der Messwandler nur in schadlosen Umgebungen ohne Staub, Schmutz, Flüssigkeiten oder Sprühnebel verwendet werden. Informationen zum Temperaturverhalten des Messwandlers finden Sie in [Abschnitt 4.2 – Genauigkeit über den Temperaturbereich](#).



VORSICHT: Eine Beschädigung der Außenummantelung des Wandlerkabels kann dazu führen, dass Feuchtigkeit oder Wasser in einen ansonsten abgedichteten Wandler eindringt. Stellen Sie sicher, dass die Kabelummantelung in gutem Zustand ist, um Schäden am Wandler zu vermeiden.

HINWEIS: Messwandler können auf außergewöhnlich starke und sich ändernde elektromagnetische Felder reagieren, wie sie beispielsweise von Magnetresonanztomographen (MRT) erzeugt werden.

HINWEIS: Messwandler ohne IP-Schutzklasse können bei starker Lichteinstrahlung eine geringfügige Abweichung der Messwerte aufweisen.

4.2 Genauigkeit über den Temperaturbereich

Typische Verstärkungsfehler, die bei F/T-Messwandlern mit Befestigungselement-Temperaturkompensation über den Temperaturbereich auftreten, sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Änderungen der Empfindlichkeit sind unabhängig von der Nenngenauigkeit des Messwandlers bei Raumtemperatur; addieren Sie die beiden Genauigkeitsangaben, um eine geschätzte Gesamtgenauigkeit bei einer bestimmten Temperatur zu ermitteln. Diese Gesamtgenauigkeit setzt voraus, dass die Messungen ohne und mit Last bei derselben Temperatur durchgeführt wurden. Der Driftfehler über den Temperaturbereich wird nicht kompensiert und variiert je nach Messwandler. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, nehmen Sie einen Referenzmesswert auf oder führen Sie die Bias-Funktion bei der aktuellen Temperatur aus, bevor Sie die gewünschte Last anlegen.

Tabelle 4.1 – Temperaturbedingter Fehler bei Nicht-Gamma-Wandlern

Abweichung von 22 °C	Typischer Verstärkungsfehler
± 5 °C	0,1 %
± 15 °C	0,5 %
± 25 °C ¹	1 %
± 50 °C ¹	5 %

Hinweis:

1. Die Abweichung wird durch die Betriebsgrenzen des Messwertgebers in [Abschnitt 4.4 – Umgebungsbedingungen](#) begrenzt.

Tabelle 4.2 – Temperaturbedingte Messabweichung bei Gamma-Messumformern

Abweichung von 22 °C	Typischer Verstärkungsfehler
± 5 °C	0,1 %
± 15 °C	0,5 %
± 25 °C ¹	1,5 %
± 50 °C ¹	7 %

Hinweis:

1. Die Abweichung wird durch die Betriebsgrenzen des Messumformers in [Abschnitt 4.4 – Umgebungsbedingungen](#) begrenzt

4.3 Umgebungsbedingungen

Das F/T-System ist für den Einsatz unter normalen Labor- oder Leichtindustriebedingungen ausgelegt. Messwandler mit der Schutzart IP60 sind für staubige Umgebungen geeignet, solche mit der Schutzart IP65 sind für staubige Umgebungen und zum Abwaschen geeignet, und solche mit der Schutzart IP68 sind für staubige Umgebungen und das Eintauchen in Süßwasser bis zu einer bestimmten Tiefe geeignet. Messwandler ohne IP65- oder IP68-Schutzklasse können in Umgebungen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 95 % (nicht kondensierend) eingesetzt werden.

Tabelle 4.3 – Temperaturbereiche der Messwandler			
Wandler-Modellreihe	Lagerung	Betrieb	Einheit
9105-TIF-Messumformer	-25 bis +80	0 bis +60	°C
9105-TW Messumformer	-25 bis +80	0 bis +80	
9105-TW-MINI/NANO Messumformer	-40 bis +100	0 bis +100	
9105-T Messumformer	-20 bis 80	0 bis +70	
9105-TWE Messumformer	-25 bis 85	0 bis +85	
9105-NET Messumformer	0 bis +85	0 bis +85	
9105-ECAT Messumformer	0 bis +70	0 bis +70	
Hinweis:			
1. Diese Temperaturbereiche geben die Lager- und Betriebsbereiche an, in denen der Messumformer ohne Beschädigung betrieben werden kann. Die Genauigkeit wird dabei nicht berücksichtigt.			

4.4 IMU-Kalibrierungsverfahren

Die Standard-Sensoren der dritten Generation (NETRS und ECAT3) von ATI verfügen über eine integrierte Trägheitsmesseinheit (IMU), die dreiaxige Beschleunigungs- und Winkelgeschwindigkeitsmessungen durchführt.

Die IMU-Hardware des Sensors erfordert, dass die Nullpunktverschiebungen für jede Achse gelegentlich aktualisiert werden. Der Beschleunigungsmesser sollte im Ruhezustand nur die Schwerkraft melden; jede Abweichung davon ist die Nullpunktverschiebung. Ebenso sollte das Gyroskop im Ruhezustand für die Winkelgeschwindigkeit auf jeder Achse nur den Wert Null melden. Diese Nullpunktverschiebungen sind zeitabhängig und berücksichtigen sowohl die Temperatureigenschaften der Sensorhardware als auch andere zeitabhängige Effekte. Die Nullpunktabweichungen können durch einen dynamischen Kalibrierungsprozess eingestellt werden, der auf dem Sensor stets aktiv ist.

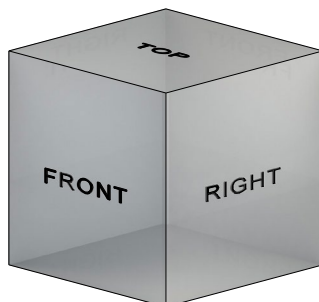
Der IMU-Kalibrierungsprozess für den Beschleunigungsmesser und das Gyroskop wird im Folgenden beschrieben.

4.4.1 Dynamische Kalibrierung des Beschleunigungssensors

Da sich der Sensor während des Betriebs in verschiedene Ausrichtungen bewegt, kalibriert sich der Beschleunigungsmesser automatisch, da die Bewegungen entlang jeder Sensorachse zumindest teilweise mit dem Schwerkraftvektor ausgerichtet sind. Wenn der Sensor während des Betriebs eher statisch ist, sollte der Benutzer die folgende Kalibrierung durchführen:

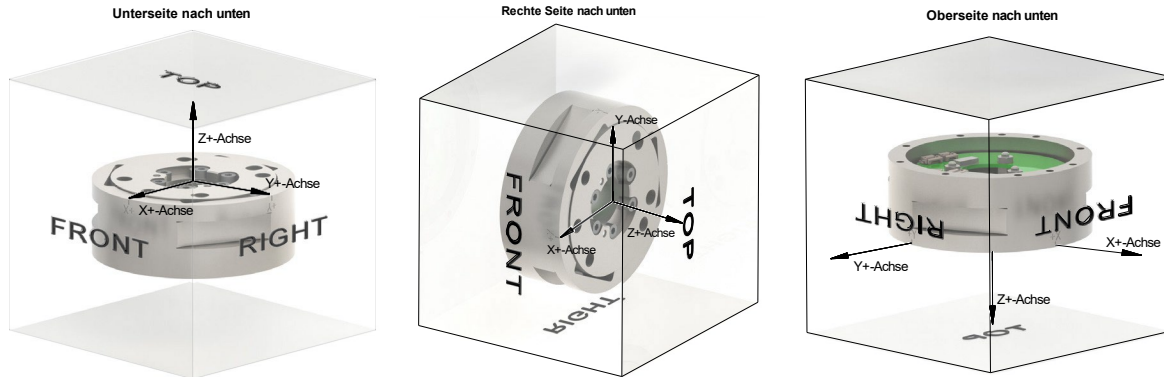
1. Stellen Sie sich den Sensor als einen Standardwürfel mit sechs Seiten vor: Vorderseite, Rückseite, linke Seite, rechte Seite, Oberseite und Unterseite.

Abbildung 4.1 – Würfelmethode



2. Richten Sie den Sensor so aus, dass er auf einer Fläche des Würfels aufliegt, zum Beispiel: Beginnen Sie mit dem Sensor so positioniert, dass die Oberseite nach oben und die Unterseite nach unten zeigt.
3. Halten Sie das Gerät mindestens eine Sekunde lang in dieser Ausrichtung stabil.
4. Fahren Sie mit den übrigen Seiten des Würfels fort, zum Beispiel: Richten Sie den Sensor als Nächstes so aus, dass die rechte Seite des Würfels nach unten zeigt.

Abbildung 4.2 – Beispiel für Kalibrierungsbewegungen



5. Überprüfen Sie den Genauigkeitsstatus:
 - a. Überwachen Sie die Genauigkeit des Beschleunigungssensors anhand des Statuscodes. Siehe [Abschnitt 8.3](#)
 - b. Wenn der Genauigkeitsstatus „hoch“ anzeigt, ist der Kalibrierungsvorgang abgeschlossen.
6. Speichern Sie die Kalibrierung mit dem Befehl „IMU Calibrate Save“ im Speicher des Sensors. Siehe [Tabelle 6.1](#)

HINWEIS: Beachten Sie bei den Kalibrierungsbewegungen folgende Punkte:

- Es müssen nicht alle sechs Seiten des Würfels verwendet werden. Wenn eine der Ausrichtungen schwer zu erreichen ist, reichen vier oder fünf Ausrichtungen aus.
- Die Ausrichtungen müssen nicht perfekt auf die Würfelseiten ausgerichtet sein. Wichtig ist, dass der Sensor in vier bis sechs eindeutigen Ausrichtungen positioniert wird.
- Die Reihenfolge der Ausrichtungen ist beliebig.

4.4.2 Dynamische Kalibrierung des Gyroskops

Der Sensor führt automatisch eine dynamische Kalibrierung des Gyroskops durch, sobald er eingeschaltet ist und zwei bis drei Sekunden lang in Ruhe bleibt.

Um die Nullpunktabweichungen zu überprüfen, vergewissern Sie sich, dass die gemeldeten Werte gleich Null sind, wenn der Sensor nicht in Bewegung ist.

4.5 Auswirkungen der Werkzeugtransformation

Alle Arbeitsspezifikationen des Messwandlers beziehen sich ausschließlich auf den werkseitigen Nullpunkt. Dies umfasst den Messbereich, die Auflösung und die Genauigkeit des Messwandlers. Die Arbeitsspezifikationen des Messwandlers an einem vom Kunden festgelegten Nullpunkt unterscheiden sich von denen am werkseitigen Nullpunkt.

4.6 Sättigung der Dehnungsmessstreifen des Messwandlers

Die Dehnungsmessstreifen des F/T-Sensors sind optimal angeordnet, um Informationen zwischen den auf den Sensor einwirkenden Kräften und Drehmomenten auszutauschen. Aufgrund dieses Austauschs ist es möglich, den Messwandler mit einer komplexen Last zu sättigen, die Komponenten unterhalb der Nennlast des Sensors aufweist. Diese Anordnung ermöglicht jedoch einen größeren Messbereich und eine höhere Auflösung.



VORSICHT: Wenn ein Dehnungsmessstreifen gesättigt oder anderweitig funktionsunfähig ist, sind alle F/T-Messwerte des Messwandlers ungültig. Es ist von entscheidender Bedeutung, auf diese Zustände zu achten.

5. Technische Daten

Alle technischen Daten der Messwandler sowie weitere Informationen finden Sie auch auf der [ATI-Website](#):

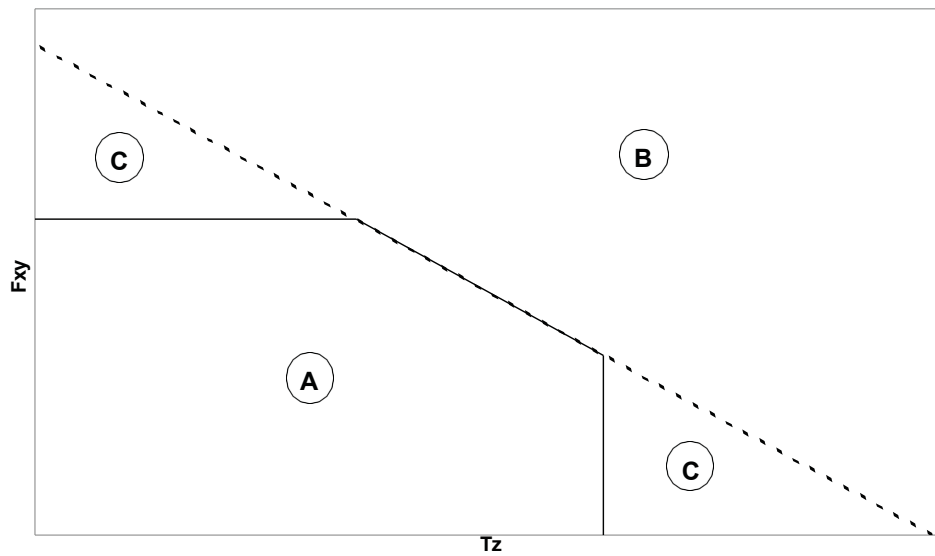
5.1 Beschreibung der Diagramme für komplexe Belastungen

Die Diagramme in den Abschnitten zu den einzelnen Sensoren können verwendet werden, um den Messbereich eines Sensors unter komplexen Belastungen abzuschätzen. Jede Seite stellt einen Sensorkörper dar, entweder in englischen oder metrischen Einheiten. Das obere Diagramm zeigt Kombinationen von Kräften in X- und/oder Y-Richtung mit Drehmomenten um die Z-Achse. Das untere Diagramm stellt Kombinationen von Kräften in der Z-Achse mit Drehmomenten in der X- und/oder Y-Achse dar. Die Diagramme enthalten mehrere verschiedene Kalibrierungen, die sich durch die Strichstärke unterscheiden.

Das in [Abbildung 5.1](#) gezeigte Beispieldiagramm veranschaulicht, wie sich die Betriebsbereiche bei komplexer Belastung verändern können. Die Bereiche sind durch folgende Bezeichnungen gekennzeichnet:

- A. Normaler Betriebsbereich. In diesem Bereich können Sie die Nenngenauigkeit erwarten.
- B. Sättigungsbereich. Jede Belastung in diesem Bereich führt zu einer Sättigungsanzeige des Messgeräts.
- C. Erweiterter Betriebsbereich. In diesem Bereich funktioniert der Sensor zwar einwandfrei, die Genauigkeit über den gesamten Messbereich ist jedoch nicht gewährleistet.

Abbildung 5.1 – Beispielgrafik für komplexe Belastung



5.2 Nano17 Titan

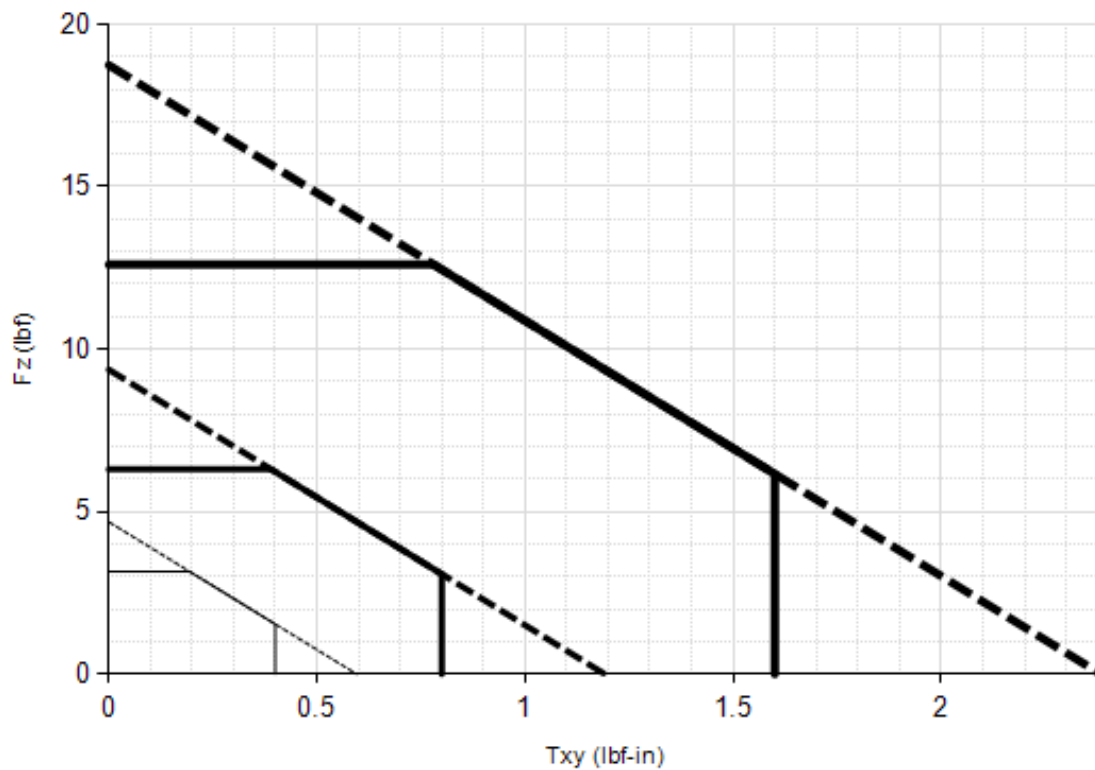
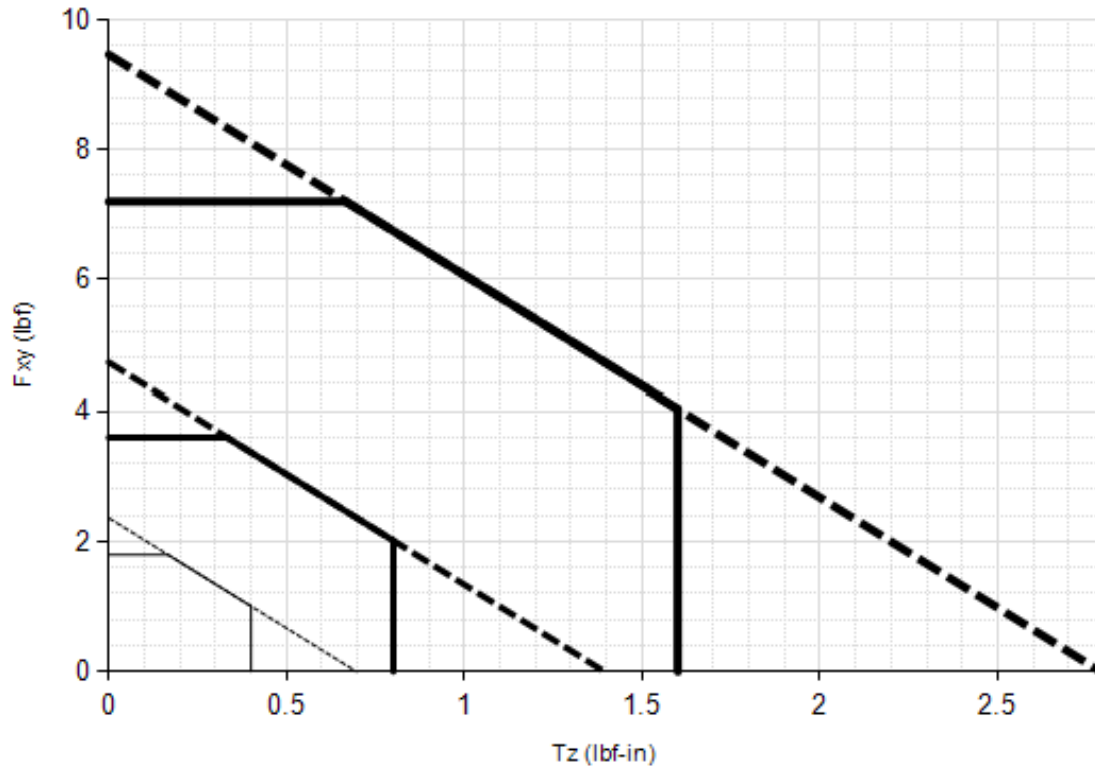
Tabelle 5.1 – Physikalische Eigenschaften von Nano17 Titanium		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±35 lbf	±160 N
F _z	±70 lbf	±310 N
T _{xy}	±8,9 inf-lb	±1 Nm
T _z	±10 inf-lb	±1,2 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	2,7 × 10 ⁻⁴ lb/in	4,8 × 10 ⁻⁶ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	3,8 × 10 ⁻⁴ lb/in	6,6 × 10 ⁻⁶ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	1,2 × 10 ⁻³ lbf-in/rad	1,4 × 10 ⁻² Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	2,0 × 10 ⁻³ lbf-in/rad	2,2 × 10 ⁻² Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	3000 Hz	3000 Hz
F _z , T _x , T _y	3000 Hz	3000 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,0223 lb	0,0101 kg
Durchmesser ¹	0,669 Zoll	17 mm
Höhe ¹	0,571 Zoll	14,5 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.2.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.2 – Kalibrierungen für Nano17 Titanium ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano17 Titan	US-1,8-0,4	1,8	3,15	0,4	0,4	1/3400	1/2720	7/92800	1/18560
Nano17 Titan	US-3,6-0,8	3,6	6,3	0,8	0,8	1/1700	1/1360	7/46400	1/9280
Nano17 Titan	US-7,2-1,6	7,2	12,6	1,6	1,6	1/850	1/680	7/23200	1/4640
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17 Titan	SI-8-0,05	8	14,1	50	50	1/682	1/682	3/364	5/728
Nano17 Titan	SI-16-0,1	16	28,2	100	100	1/341	1/341	3/182	5/364
Nano17 Titan	SI-32-0,2	32	56,4	200	200	1/171	1/171	3/92	5/184
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ³			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.									
3. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.									

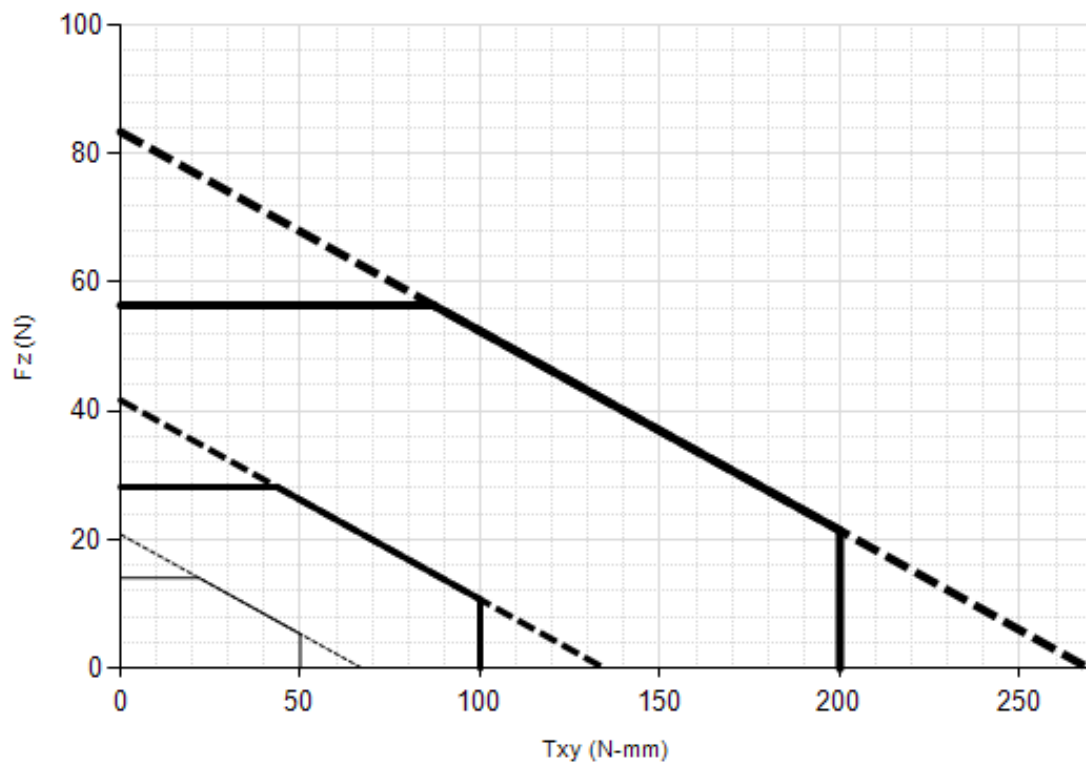
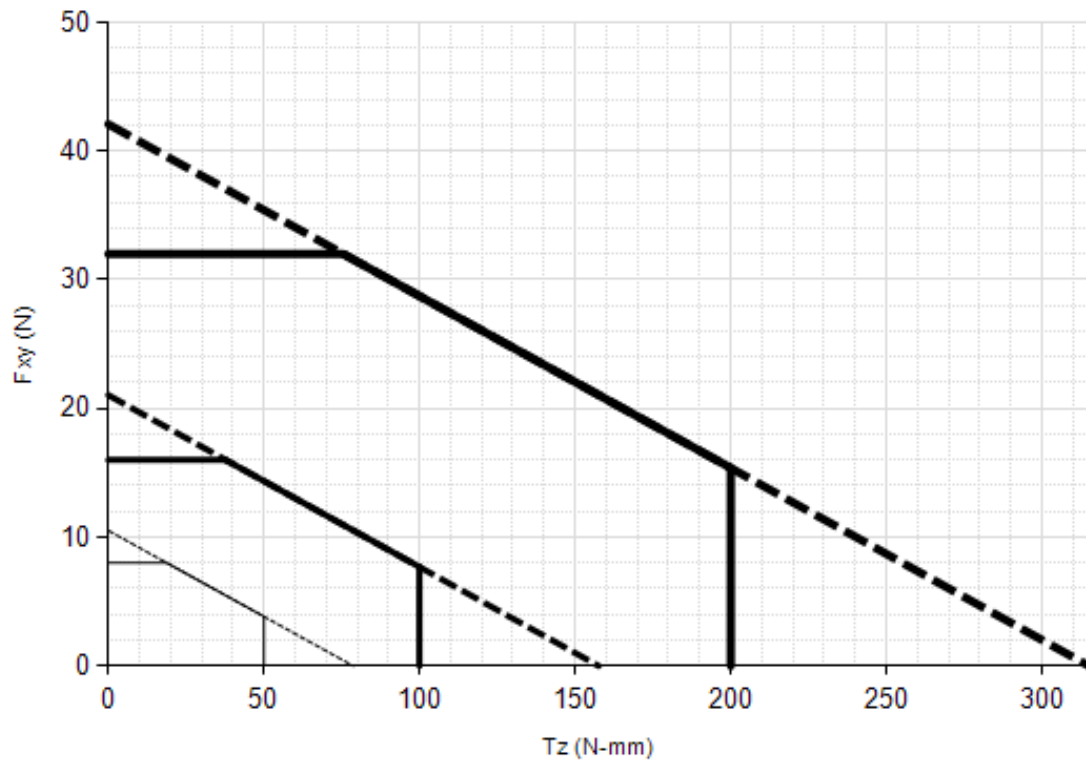
Tabelle 5.3 – Kalibrierungen für Nano17 Titanium Gen3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17 Titan	SI-8-0,05	8	14,1	50	50	3/2000	3/2000	1/100000	1/100.000
Nano17 Titan	SI-16-0,1	16	28,2	100	100	3/2000	3/2000	1/100000	1/100000
Nano17 Titan	SI-32-0,2	32	56,4	200	200	3/2000	3/2000	1/100000	1/100.000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Unterdrückung von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Messbereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									

5.2.2 Nano17 Titanium (US-Kalibrierung mit komplexer Belastung)



US-1,8-0,4
 US-3,6-0,8
 US-7,2-1,6

5.2.3 Nano17 Titanium (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung)



SI-8-0,05
 SI-16-0,1
 SI-32-0,2

5.3 Technische Daten des Nano17 (einschließlich der IP65-/IP68-Versionen)

Tabelle 5.4 – Physikalische Eigenschaften des Nano17		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±56 lbf	±250 N
Fz	±110 lbf	±480 N
Txy	±14 inf-lb	±1,6 Nm
Tz	±16 inf-lb	±1,8 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,7 \times 10^{-4}$ lb/in	$8,2 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,5 \times 10^{-4}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,1 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$2,4 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$3,4 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$3,8 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	7200 Hz	7200 Hz
Fz, Tx, Ty	7200 Hz	7200 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,02 lb	0,00907 kg
Durchmesser ¹	0,669 Zoll	17 mm
Höhe ¹	0,571 Zoll	14,5 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beziehen sich auf Standard-Anschlussplatten.		

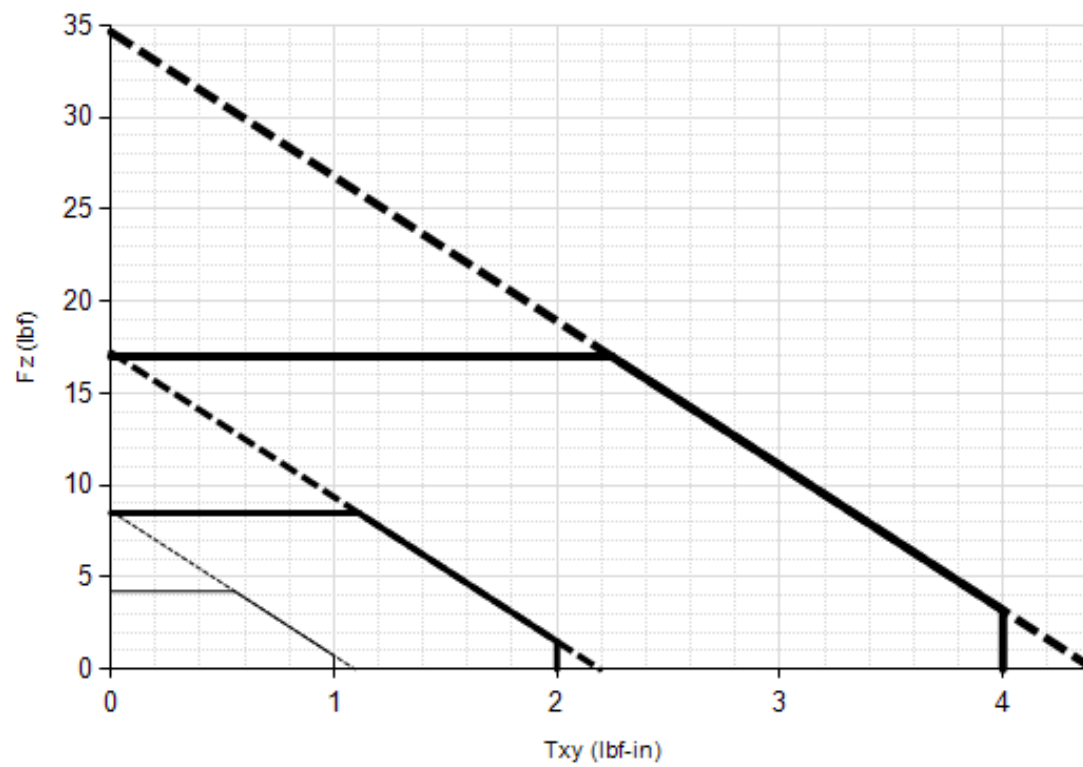
Tabelle 5.5 – Physikalische Eigenschaften des Nano17 IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±56 lbf	±250 N
Fz	±110 lbf	±480 N
Txy	±14 inf-lb	±1,6 Nm
Tz	±16 inf-lb	±1,8 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,7 \times 10^{-4}$ lb/in	$8,2 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,5 \times 10^{-4}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment in X- und Y-Richtung (Ktx, Kty)	$2,1 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$2,4 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$3,4 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$3,8 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	2200 Hz	2200 Hz
Fz, Tx, Ty	2200 Hz	2200 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,09 lb	0,0408 kg
Durchmesser ¹	0,79 Zoll	20,1 mm
Höhe ¹	0,873 Zoll	22,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

	ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorpolarisierung des Wandlers in der Tiefe vor dem Aufbringen der zu messenden Last maskiert. Die folgenden Schätzungen gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.		
		Eintauchtiefe	
IP68 Nano17	US		Metrisch
Fz-Vorspannung bei 4 m Tiefe	2,01 lb		8,93 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-0,15 lb/ft × Tiefe in Fuß		-2,23 N/m × Tiefe in Metern

5.3.1 Kalibrierungsspezifikationen

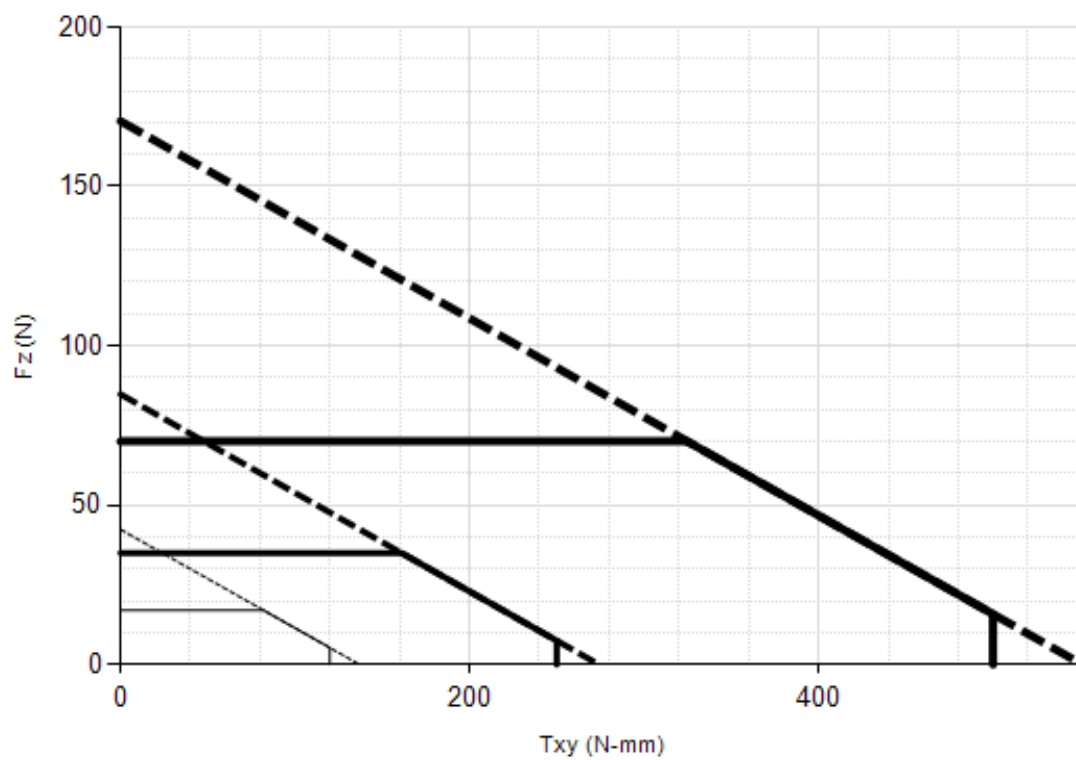
Tabelle 5.6 – Nano17-Kalibrierungen 1, 2									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano17	US-3-1	3	4,25	1	1	1/1280	1/1280	1/8000	1/8000
Nano17	US-6-2	6	8,5	2	2	1/640	1/640	1/4000	1/4000
Nano17	US-12-4	12	17	4	4	1/320	1/320	1/2000	1/2000
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17	SI-12-0,12	12	17	120	120	1/320	1/320	1/64	1/64
Nano17	SI-25-0,25	25	35	250	250	1/160	1/160	1/32	1/32
Nano17	SI-50-0,5	50	70	500	500	1/80	1/80	1/16	1/16
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen entsprechen der effektiven Auflösung nach Unterdrückung von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									
3. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite zu den physikalischen Eigenschaften.									
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.									

Tabelle 5.7 – Nano17 Gen 3 Kalibrierungen 1, 2									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano17	SI-12-0,12	12	17	120	120	31/10000	31/10000	1/5000	1/5000
Nano17	SI-25-0,25	25	35	250	250	31/10000	31/10000	1/5000	1/5000
Nano17	SI-50-0,5	50	70	500	500	31/10000	31/10000	1/5000	1/5000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert, müssen die aufgebrachten Lasten in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen.									
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									



5.3.2 Nano17 (US-Kalibrierung für komplexe Belastungen) (einschließlich IP65/IP68) ¹

US-3-1
 US-6-2
 US-12-4



5.3.3 Nano17 (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹

SI-12-0,12
 SI-25-0,25
 SI-50-0,5

5.4 Technische Daten Nano25 (einschließlich IP65-/IP68-Versionen)

Tabelle 5.8 – Physikalische Eigenschaften des Nano25		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±520 lbf	±2300 N
Fz	±1600 lbf	±7300 N
Txy	±380 in-lb	±43 Nm
Tz	±560 in-lb	±63 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$3,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,3 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,3 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$5,7 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$6,5 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$9,2 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	3600 Hz	3600 Hz
Fz, Tx, Ty	3800 Hz	3800 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,14 lb	0,0634 kg
Durchmesser ¹	0,984 Zoll	25 mm
Höhe ¹	0,85 Zoll	21,6 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.9 – Physikalische Eigenschaften des Nano25 IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±520 lbf	±2300 N
Fz	±1600 lbf	±7300 N
Txy	±380 in-lb	±43 Nm
Tz	±560 in-lb	±63 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$3,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,3 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,3 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$5,7 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$6,5 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$9,2 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	3400 Hz	3400 Hz
Fz, Tx, Ty	3500 Hz	3500 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,3 lb	0,136 kg
Durchmesser ¹	1,1 Zoll	28 mm
Höhe ¹	1,08 Zoll	27,5 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Abnahme des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust ist auf eine druckbedingte Vorspannung am Wandler zurückzuführen. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Nano17	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 4 m Tiefe	4,33 lb	19,3 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-0,33 lb/ft × Tiefe in Fuß	-4,81 N/m × Tiefe in Metern

HINWEIS: Das Außengehäuse der Nano25-Versionen IP65 und IP68 ist vom restlichen System elektrisch getrennt. Wenn das Wandlersignal zusätzliche Störsignale enthält, kann es erforderlich sein, das Wandlergehäuse elektrisch mit dem Gehäuse des F/T-Systems zu verbinden.

5.4.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.10 – Kalibrierungen des Nano25 ^{1,2,4}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano25	US-25-25	25	100	25	25	1/224	3/224	1/160	1/320
Nano25	US-50-50	50	200	50	30	1/112	3/112	1/80	1/160
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Nano25	SI-125-3	125	500	3	3	1/48	1:16	1/1320	1:2640
Nano25	SI-250-6	250	1000	6	3,4	1/24	1/8	1/660	1/1320
Messbereiche					Auflösung (DAQ, Net F/T) ⁵				

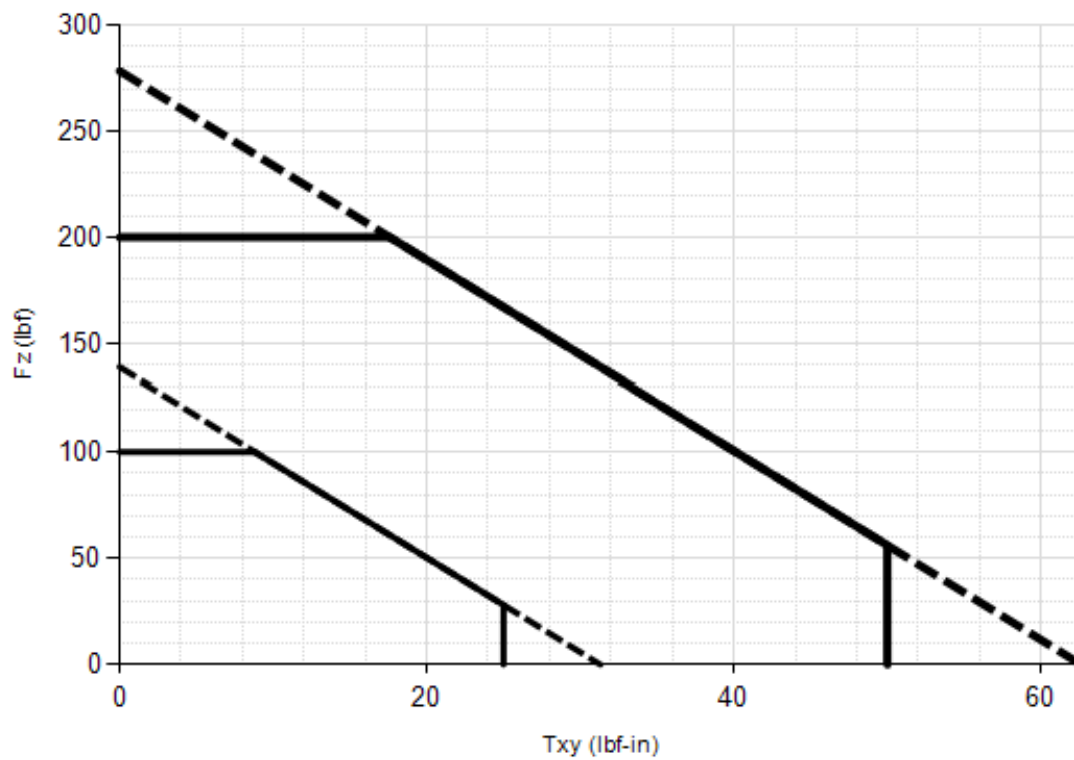
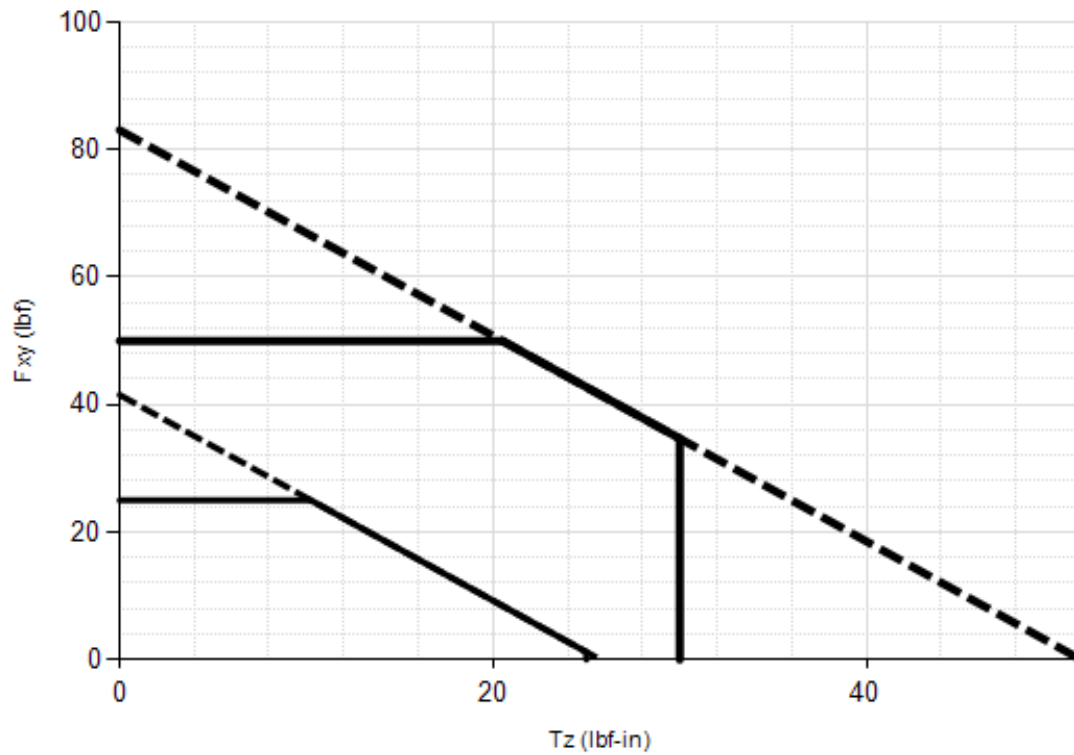
Anmerkungen:

- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.
- Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Das Aufbringen von Drehmomenten über ±30 lbf-in (±3,4 Nm) in Tz kann zu Hysterese und einer dauerhaften Nullpunktverschiebung beim Nano25 führen (gilt für alle Versionen des Nano25).
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.11 – Kalibrierungen des Nano25 Gen 3 ^{1,2,4}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Nano25	SI-62,6-1,5	62,5	250	1,5	0,85	13/1250	313/10000	1/2500	1/5000
Nano25	SI-125-3	125	500	3	1,7	13/1250	313/10000	1/2500	1/5000
Nano25	SI-250-6	250	1000	6	3,4	13/1250	313/10000	1/2500	1/5000
Erfassungsbereiche					Auflösung (NETrs F/T)				

Anmerkungen:

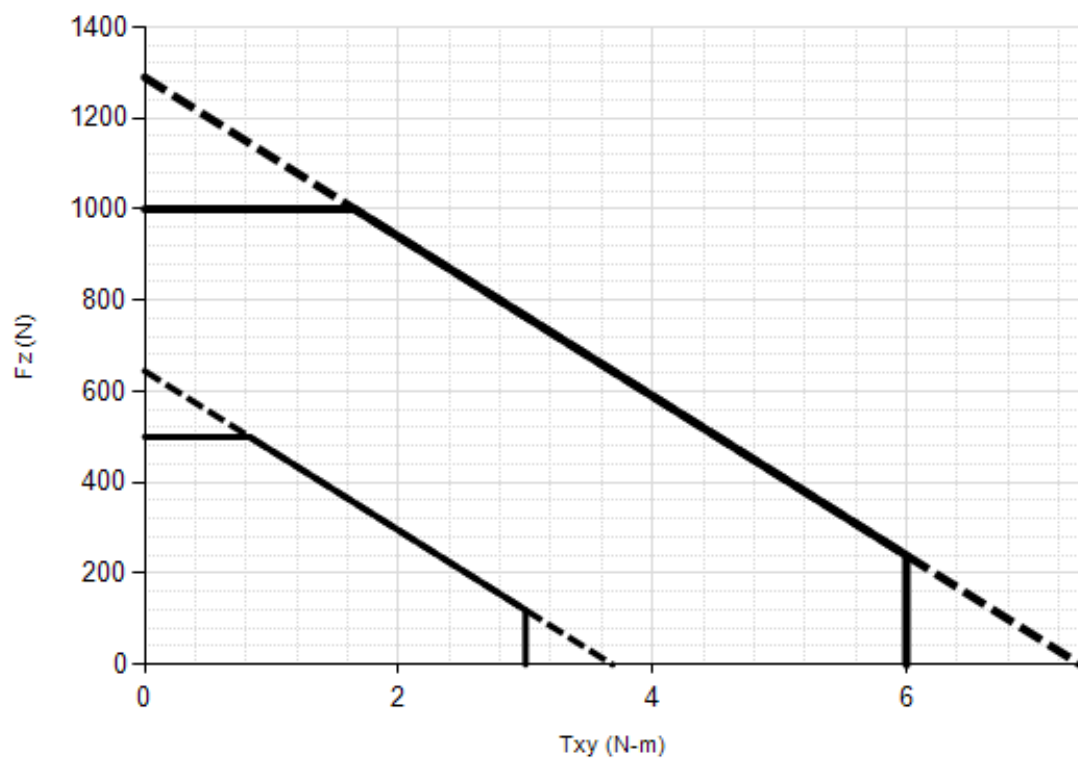
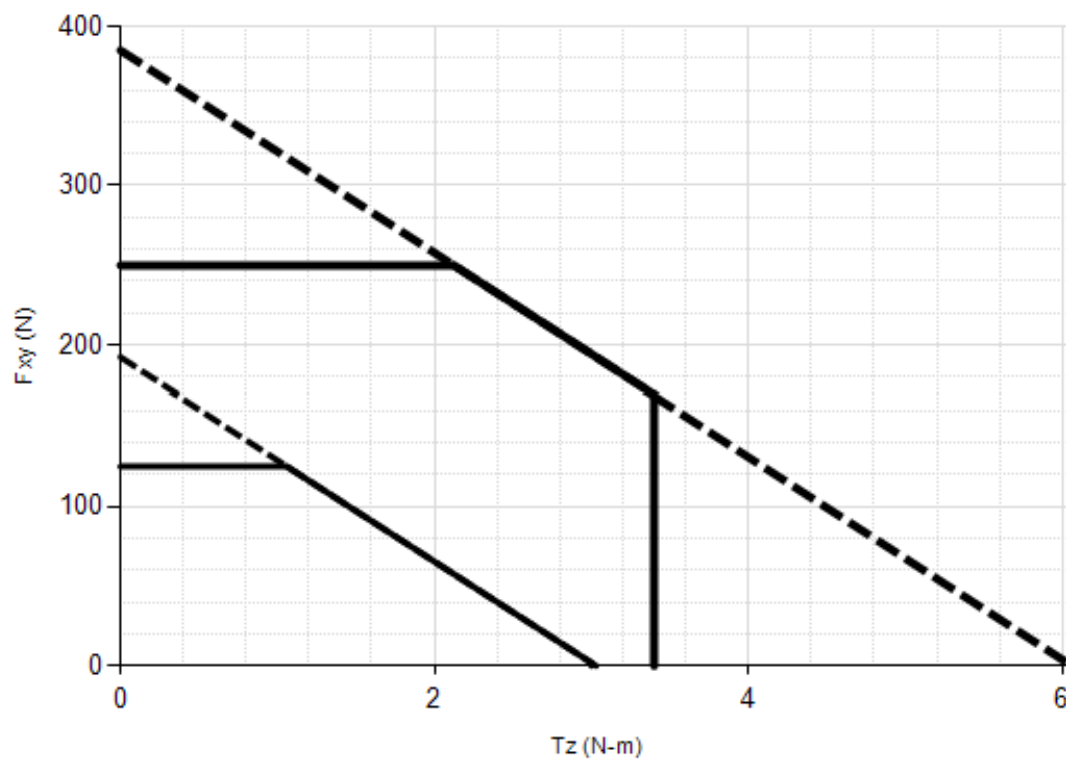
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Das Aufbringen von Drehmomenten über ±30 lbf-in (±3,4 Nm) in Tz kann zu Hysterese und einer dauerhaften Nullpunktverschiebung im Nano25 führen (gilt für alle Versionen des Nano25).
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.



5.4.2 Nano25 (US-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹

US-25-25
 US-50-50

Hinweis: 1. Für die IP68 Version siehe Warnhinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.



5.4.3 Nano25 (SI-Kalibrierung mit komplexer Last) (einschließlich IP65/IP68) '

— SI-125-3

— SI-250-6

5.5 Technische Daten Nano43

Tabelle 5.12 – Physikalische Eigenschaften des Nano43		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±68 lbf	±300 N
Fz	±86 lbf	±380 N
Txy	±29 in-lb	±3,2 Nm
Tz	±41 in-lb	±4,6 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$2,9 \times 10^{-4}$ lb/in	$5,2 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$2,9 \times 10^{-4}$ lb/in	$5,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$6,8 \times 10^{-3}$ lbf-in/rad	$7,7 \times 10^{-2}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,0 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	2800 Hz	2800 Hz
Fz, Tx, Ty	2300 Hz	2300 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,0854 lb	0,0387 kg
Durchmesser ¹	1,69 Zoll	43 mm
Höhe ¹	0,454 Zoll	11,5 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

HINWEIS: Das Außengehäuse des Nano43 ist elektrisch vom Rest des Systems getrennt. Wenn das Wandlersignal zusätzliches Rauschen aufweist, kann es erforderlich sein, das Wandlergehäuse elektrisch mit dem Gehäuse des F/T-Systems zu verbinden.

5.5.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.13 – Kalibrierungen des Nano43^{1,2}

Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Nano43	US-2-1	2	2	1	1	1/2320	1/2320	1/4640	1/4640
Nano43	US-4-2	4	4	2	2	1/1160	1/1160	1/2320	1/2320
Nano43	US-8-4	8	8	4	4	1/580	1/580	1/1160	1/1160
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano43	SI-9-0,125	9	9	125	125	1/512	1/512	1/40	1/40
Nano43	SI-18-0,25	18	18	250	250	1/256	1/256	1/20	1/20
Nano43	SI-36-0,5	36	36	500	500	1/128	1/128	1/10	1/10
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ³			

Anmerkungen:

1. Die angegebenen Systemauflösungen entsprechen der effektiven Auflösung nach Unterdrückung von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
3. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

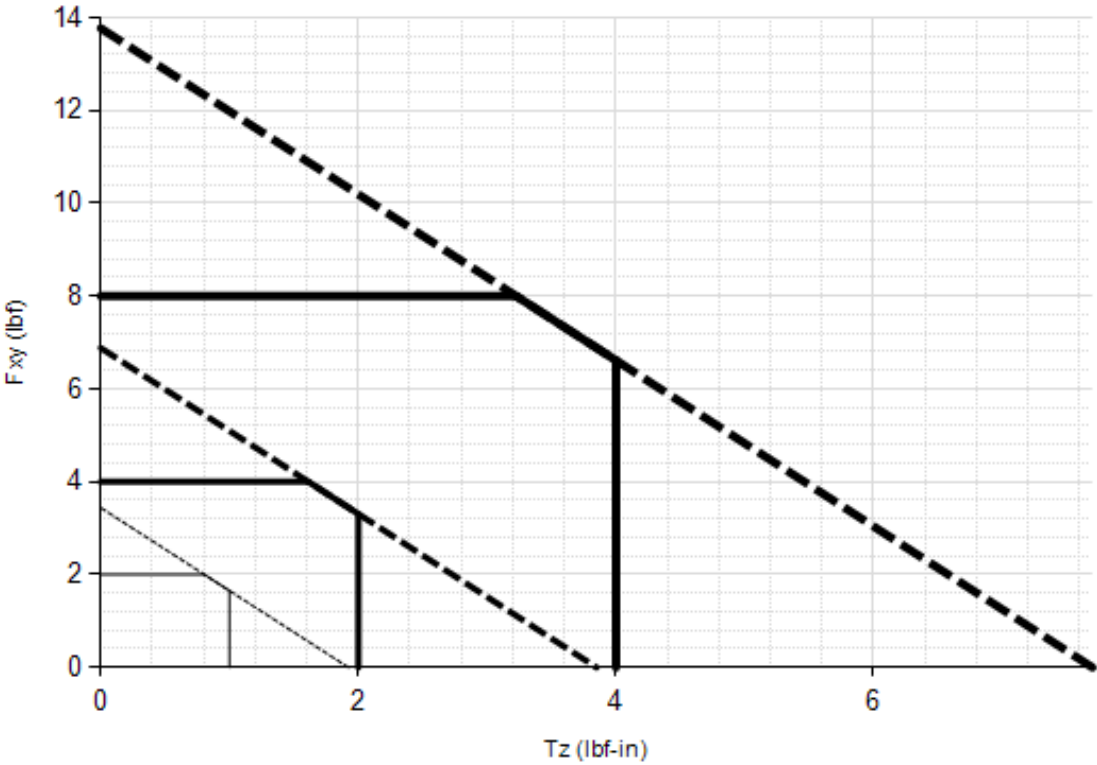
Tabelle 5.14 – Kalibrierungen des Nano43 Gen 3^{(1),2}

Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nmm)	Tz (Nmm)
Nano43	SI-9-0,125	9	9	125	125	1/512	1/512	1/40	1/40
Nano43	SI-18-0,25	18	18	250	250	1/256	1/256	1/20	1/20
Nano43	SI-36-0,5	36	36	500	500	1/128	1/128	1/10	1/10
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ³			

Anmerkungen:

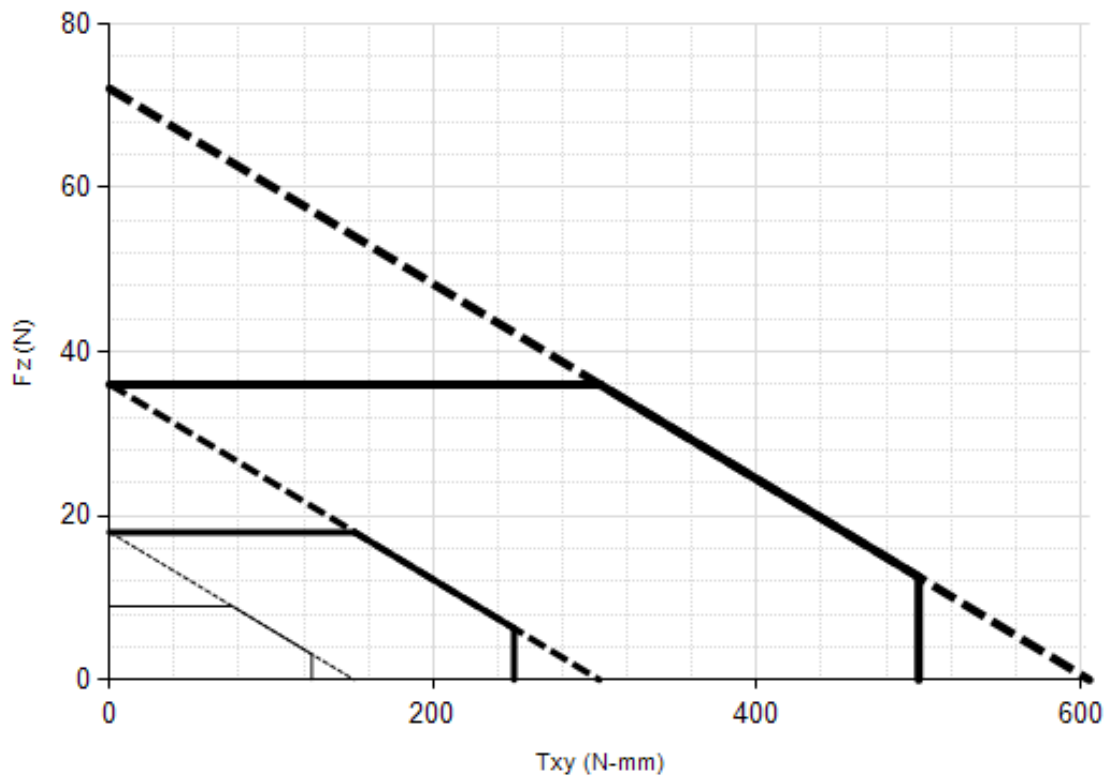
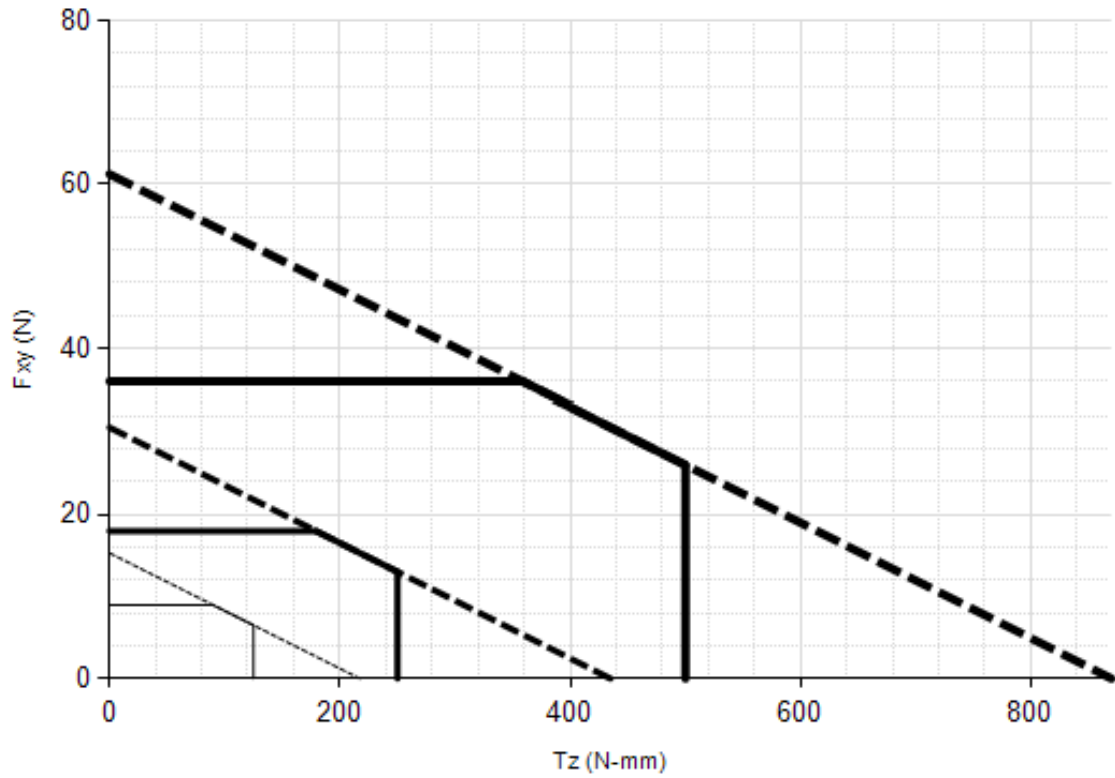
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von acht Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Messbereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
3. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

5.5.2 Nano43 (US-Kalibrierungskomplex-Beladung)



— US-2-1 — US-4-2 — US-8-4

5.5.3 Nano43 (SI-Kalibrierungskomplex-Beladung)



□ — SI-9-0,125 □ — SI-18-0,25 □ — SI-36-0,5

5.6 Mini27 Titan – Technische Daten

Tabelle 5.15 – Physikalische Eigenschaften von Mini27 Titanium		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±330 lbf	±1500 N
Fz	±1000 lbf	±4600 N
Txy	±270 in-lb	±30 Nm
Tz	±360 in-lb	±40 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$1,8 \times 10^{-5}$ lb/in	$3,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,6 \times 10^{-5}$ lb/in	$6,4 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment in X- und Y-Richtung (Ktx, Kty)	$4,0 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$4,5 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$5,8 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$6,5 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,0736 lb	0,0334 kg
Durchmesser ¹	1,06 Zoll	27 mm
Höhe ¹	0,715 Zoll	18,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.6.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.16 – Mini27-Titan-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini27 Titan	US-10-18	10	20	18	10	1/400	3/400	1/400	1/800
Mini27 Titan	US-20-36	20	40	36	20	1/200	3/200	1/200	1/400
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini27 Titan	SI-40-2	40	80	2	1	3/200	3/100	3/8000	1/4000
Mini27 Titan	SI-80-4	80	160	4	2	3/100	3/50	3/4000	1/2000
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ³			

Anmerkungen:

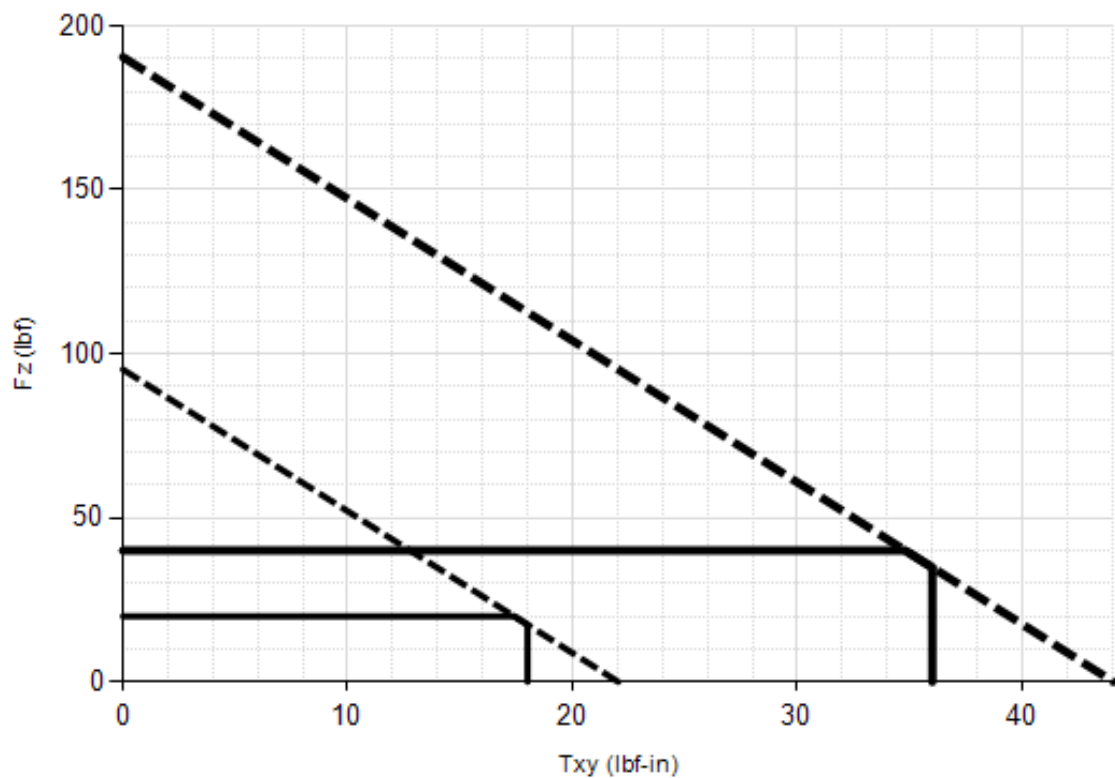
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.17 – Kalibrierungen für Mini27 Titanium Gen 3 ^{1,2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini27 Titan	SI-130-10	130	160	10	2	3/40	3/200	1/5000	1/10000
Mini27 Titan	SI-65-5	65	80	5	1	3/40	3/200	1/5000	1/10000
Mini27 Titan	SI-32,5-2,5	32,5	40	2,5	0,5	3/40	3/200	1/5000	1/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			

Anmerkungen:

- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.

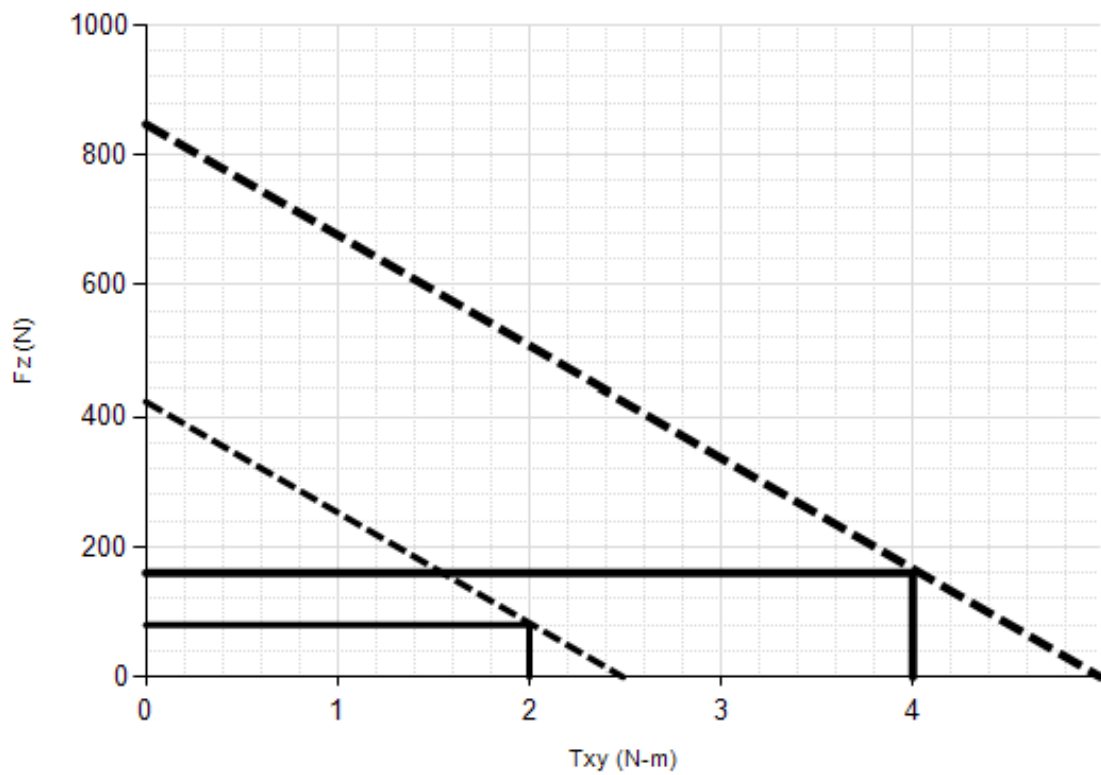
5.6.2 Mini27 Titanium (US-Kalibrierung mit komplexer Belastung)



— US-10-18

— US-20-36

5.6.3 Mini27 Titanium (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung)



— SI-40-2 — SI-80-4

5.7 Technische Daten des Mini40 (einschließlich der Versionen IP65/IP68)

Tabelle 5.18 – Physikalische Eigenschaften des Mini40		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±180 lbf	±810 N
Fz	±530 lbf	±2400 N
Txy	±170 in-lb	±19 Nm
Tz	±180 in-lb	±20 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$6,1 \times 10^{-4}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,2 \times 10^{-5}$ lb/in	$2,0 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,5 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$2,8 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$3,6 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$4,0 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	3200 Hz	3200 Hz
Fz, Tx, Ty	4900 Hz	4900 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,11 lb	0,0499 kg
Durchmesser ¹	1,57 Zoll	40 mm
Höhe ¹	0,482 Zoll	12,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.19 – Physikalische Eigenschaften des Mini40 IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±180 lbf	±810 N
Fz	±530 lbf	±2400 N
Txy	±170 in-lb	±19 Nm
Tz	±180 in-lb	±20 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$6,1 \times 10^{-4}$ lb/in	$1,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,2 \times 10^{-5}$ lb/in	$2,0 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment der X-Achse und der Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,5 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$2,8 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$3,6 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$4,0 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	1300 Hz	1300 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,6 lb	0,272 kg
Durchmesser ¹	2,1 Zoll	53,3 mm
Höhe ¹	0,83 Zoll	21,1 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorpolarisierung des Wandlers in der Tiefe vor dem Aufbringen der zu messenden Last maskiert. Die folgenden Schätzungen gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Mini40	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 4 m Tiefe	17,0 lb	75,5 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-1,29 lb/ft × Tiefe in Fuß	-18,9 N/m × Tiefe in Metern

5.7.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.20 – Mini40-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini40	US-5-10	5	15	10	10	1/800	1/400	1/800	1/800
Mini40	US-10-20	10	30	20	20	1/400	1/200	1/400	1/400
Mini40	US-20-40	20	60	40	40	1/200	1/100	1/200	1/200
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini40	SI-20-1	20	60	1	1	1/200	1/100	1/8000	1/8000
Mini40	SI-40-2	40	120	2	2	1/100	1/50	1/4000	1/4000
Mini40	SI-80-4	80	240	4	4	1/50	1/25	1/2000	1/2000
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

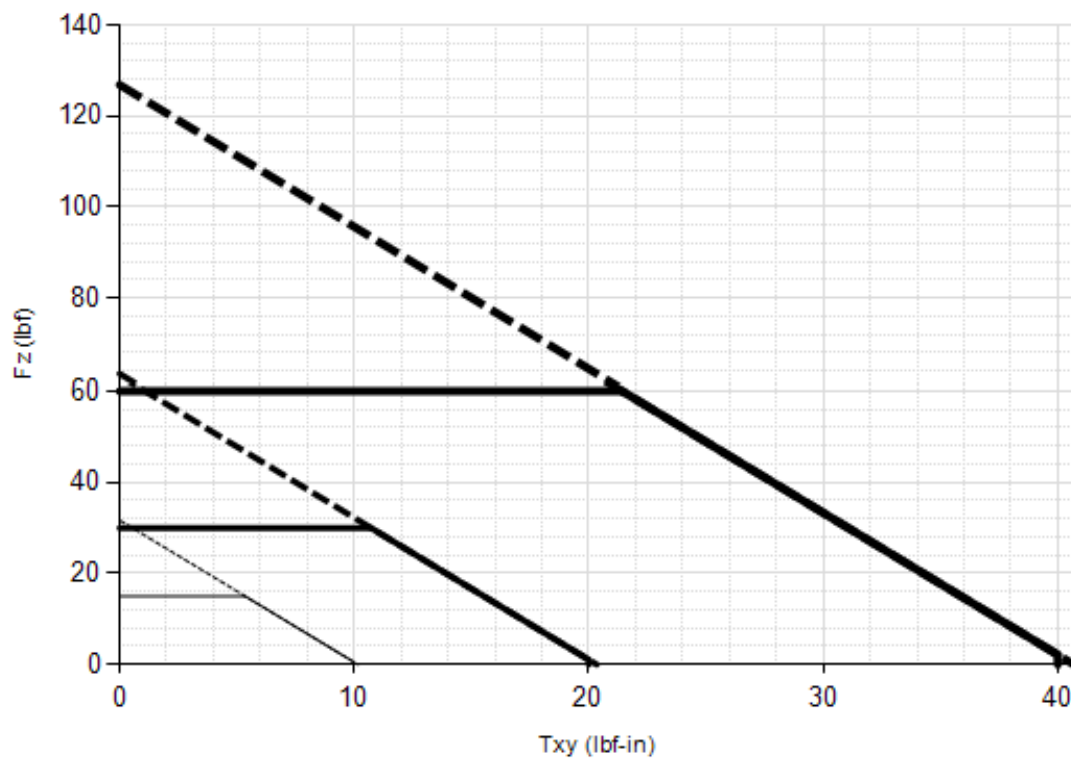
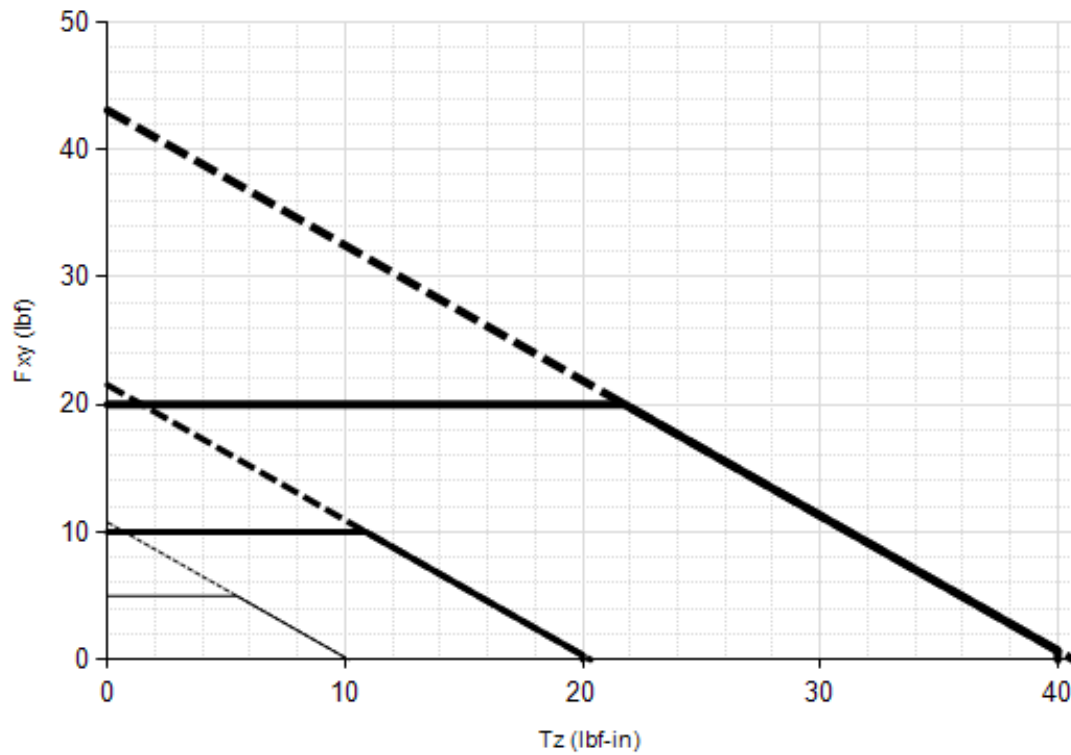
1. Die angegebenen Systemauflösungen entsprechen der effektiven Auflösung nach Unterdrückung von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.

2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.

3. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite zu den physikalischen Eigenschaften.

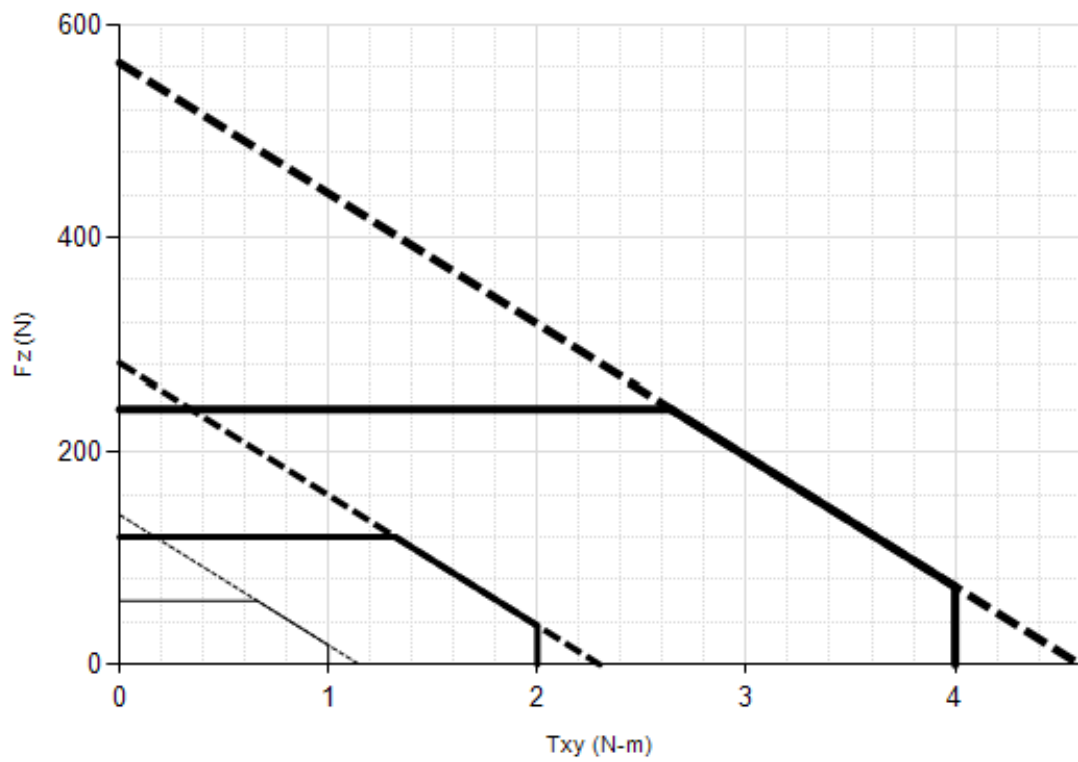
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.21 – Mini40 Gen 3-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini40	SI-20-1	20	60	1	1	1/200	1/100	1/10000	1/10000
Mini40	SI-40-2	40	120	2	2	1/200	1/100	1/10000	1/10000
Mini40	SI-80-4	80	240	4	4	1/200	1/100	1/10000	1/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									



5.7.2 Mini40 (US-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹

US-5-10
 US-10-20
 US-20-40



5.7.3 Mini40 (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹

SI-20-1
 SI-40-2
 SI-80-4

5.8 Technische Daten Mini43LP

Tabelle 5.22 – Physikalische Eigenschaften des Mini43LP		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	280 lb	1200 N
Fz	280 lb	1200 N
Txy	130 lb-in	15 Nm
Tz	220 lb-in	25 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	1,9 × 10 ⁵ lb/in	3,3 × 10 ⁷ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	1,2×10 ⁵ lb/in	2,1×10 ⁷ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	3,0 × 10 ⁴ lbf-in/rad	3,4 × 10 ³ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	1,0 × 10 ⁵ lbf-in/rad	1,1×10 ⁴ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	5200 Hz	
Fz, Tx, Ty	7300 Hz	
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,11 lb	0,05 kg
Durchmesser ¹	1,69 Zoll	43 mm
Höhe ¹	0,31 Zoll	7,9 mm

5.8.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.23 – Kalibrierungen für Mini43LP ^{(1),2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lb)	Fz (lb)	Tx, Ty (lb-in)	Tz (lb-in)	Fx,Fy (lb)	Fz (lb)	Tx, Ty (lb-in)	Tz (lb-in)
Mini43LP	US-12,5-6	12,5	12,5	6	11	1/320	1/320	1/648	1/368
Mini43LP	US-25-12,5	25	25	12,5	22	1/160	1/160	1/324	1/184
Mini43LP	US-50-25	50	50	25	44	1/80	1/80	1/162	1/92
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini43LP	SI-62-0,75	62	62	0,75	1,25	1/64	1/64	1/5120	1/3280
Mini43LP	SI-125-1,5	125	125	1,5	2,5	1/32	1/32	1/2560	1/1640
Mini43LP	SI-250-3	250	250	3	5	1/16	1/16	1/1360	1/820
		Erfassungsbereiche				Auflösung ³			

Anmerkungen:

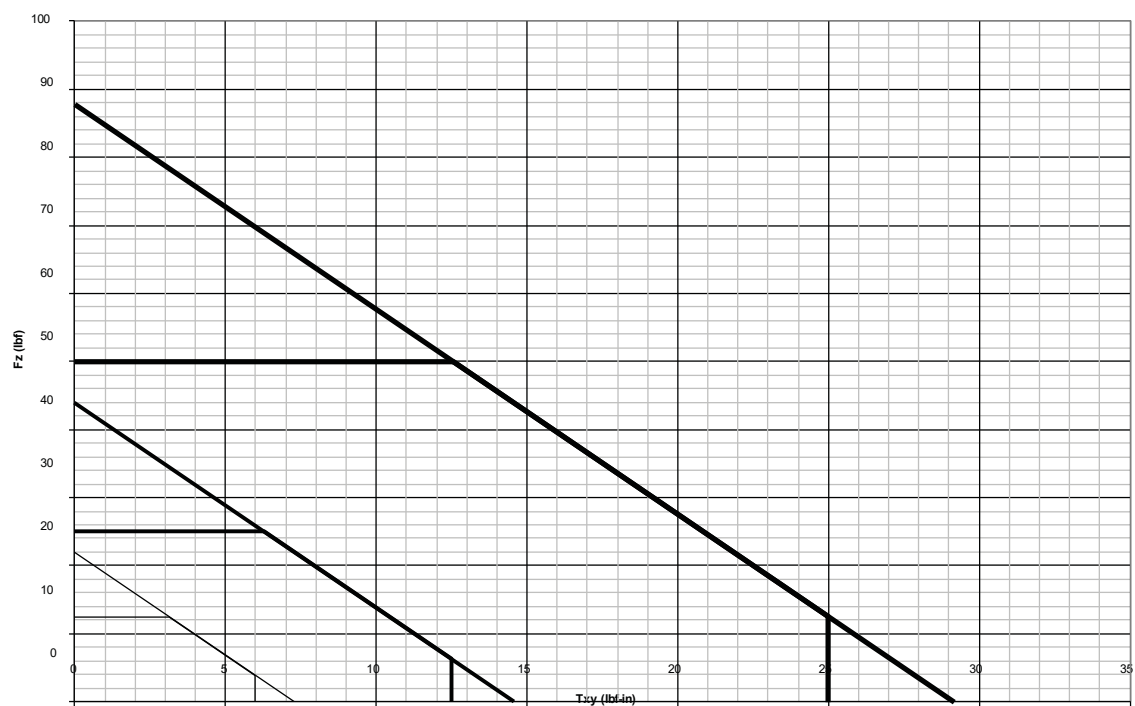
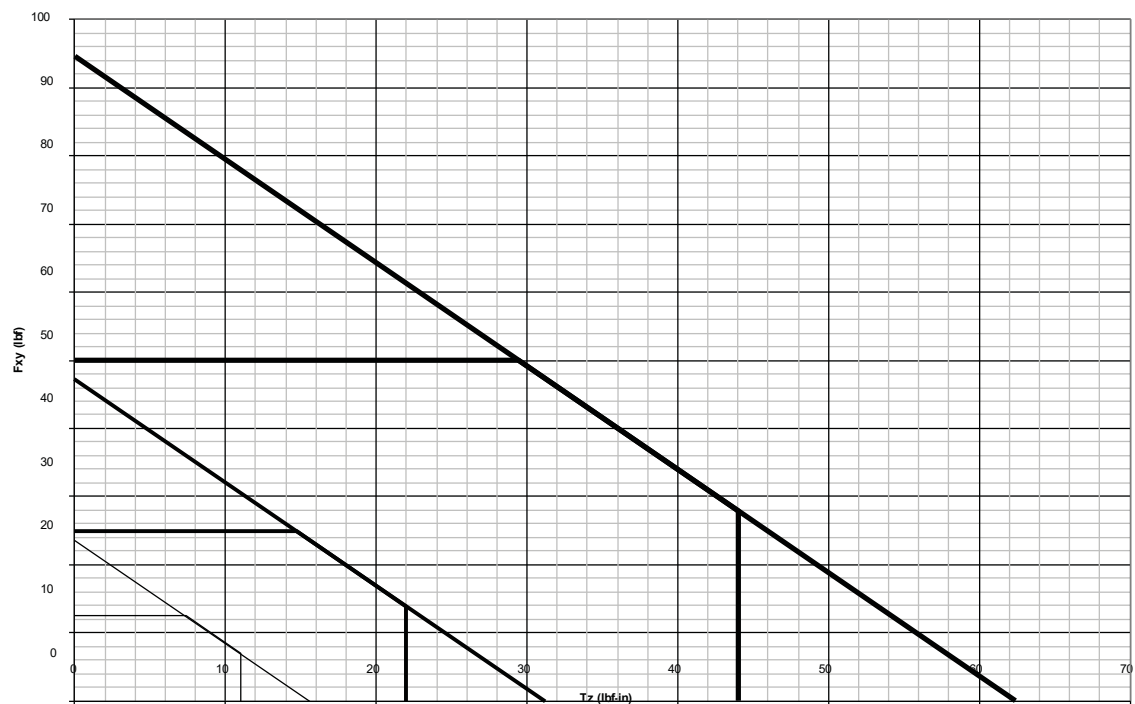
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Die Auflösungen sind typisch für 16-Bit-Daten.

Tabelle 5.24 – Kalibrierungen für Mini43LP Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini43LP	SI-62-0,75	62	62	0,75	1,25	1/64	1/64	1/5120	1/3280
Mini43LP	SI-125-1,5	125	125	1,5	2,5	1/32	1/32	1/2560	1/1640
Mini43LP	SI-250-3	250	250	3	5	1/16	1/16	1/1360	1/820
		Erfassungsbereiche				Auflösung ³			

Anmerkungen:

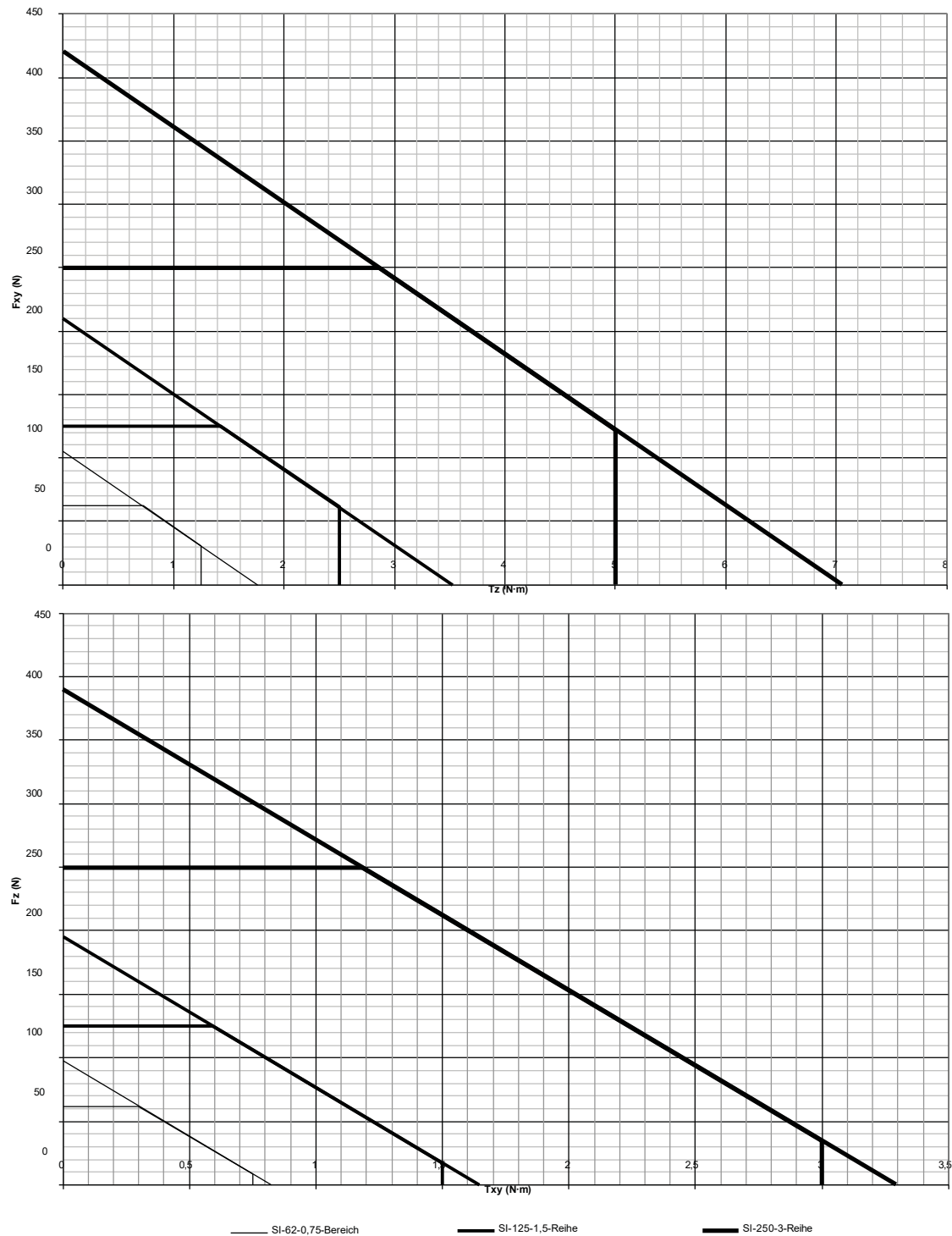
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Die Auflösungen sind typisch für 16-Bit-Daten.

5.8.2 Mini43LP (US-Kalibrierung mit komplexer Last)



— US-12,5-6-Reihe — US-50-25-Bereich — US-25-12,5-Bereich

5.8.3 Mini43LP (SI-Kalibrierung komplexe Belastung)



5.9 Mini45 Titan – Technische Daten

Tabelle 5.25 – Physikalische Eigenschaften von Mini45 Titanium		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±670 lbf	±3000 N
Fz	±1400 lbf	±6400 N
Txy	±590 in-lb	±67 Nm
Tz	±720 in-lb	±81 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte in X- und Y-Richtung (Kx, Ky)	$2,5 \times 10^{-5}$ lb/in	$4,3 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,3 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,7 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$8,6 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$9,7 \times 10^{-3}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,8 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$2,0 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	5800 Hz	5800 Hz
Fz, Tx, Ty	4600 Hz	4600 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,22 lb	0,0998 kg
Durchmesser ¹	1,77 Zoll	45 mm
Höhe ¹	0,69 Zoll	17,5 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.9.1 Kalibrierungsspezifikationen

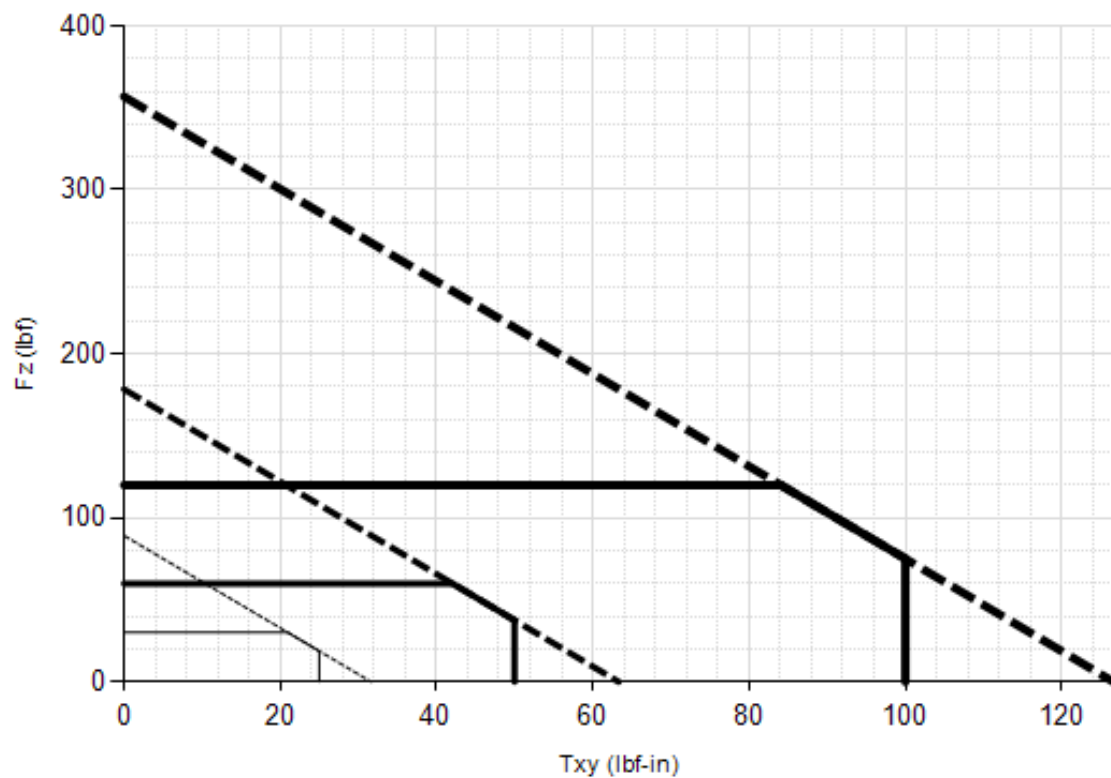
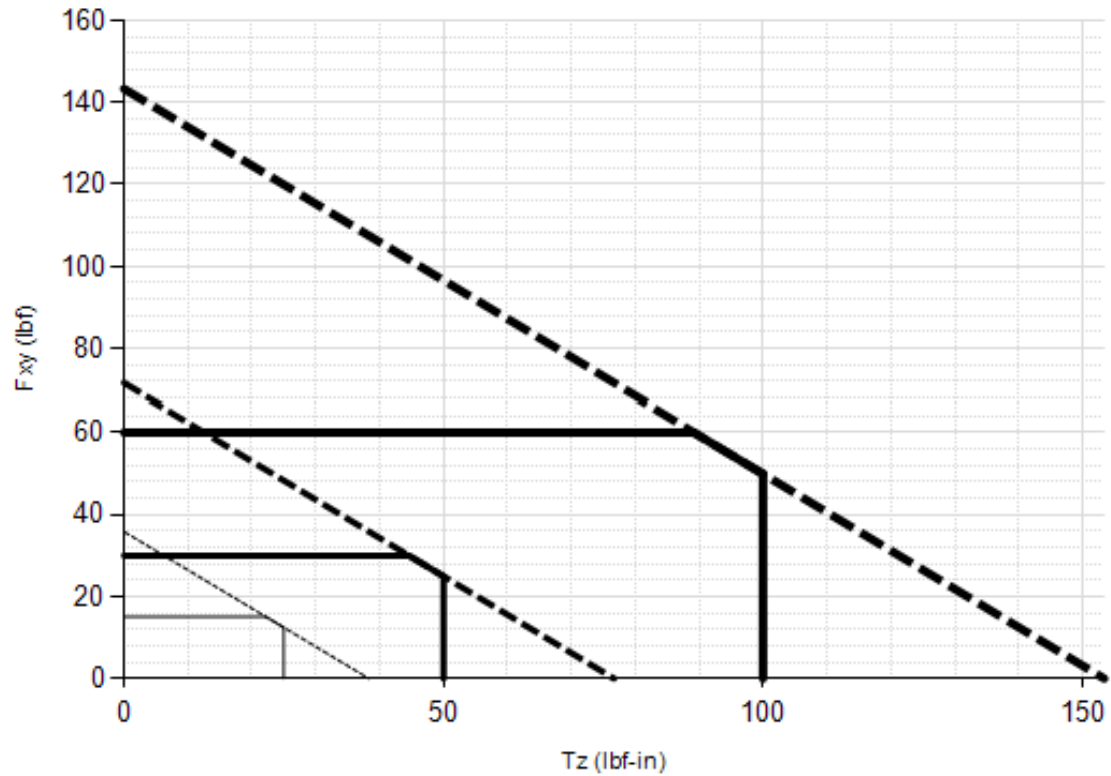
Tabelle 5.26 – Kalibrierungen für Mini45 Titanium ^{(1),2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini45 Titan	US-15-25	15	30	25	25	3/800	1/160	1/300	1/400
Mini45 Titan	US-30-50	30	60	50	50	3/400	1/80	1/150	1/200
Mini45 Titan	US-60-100	60	120	100	100	3/200	1/40	1/75	1/100
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45 Titan	SI-60-3	60	120	3	3	1/60	7/240	3/8000	1/3200
Mini45 Titan	SI-120-6	120	240	6	6	1/30	7/120	3/4000	1/1600
Mini45 Titan	SI-240-12	240	480	12	12	1/15	7/60	3/2000	1/800
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ³			

Anmerkungen:

- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Messbereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

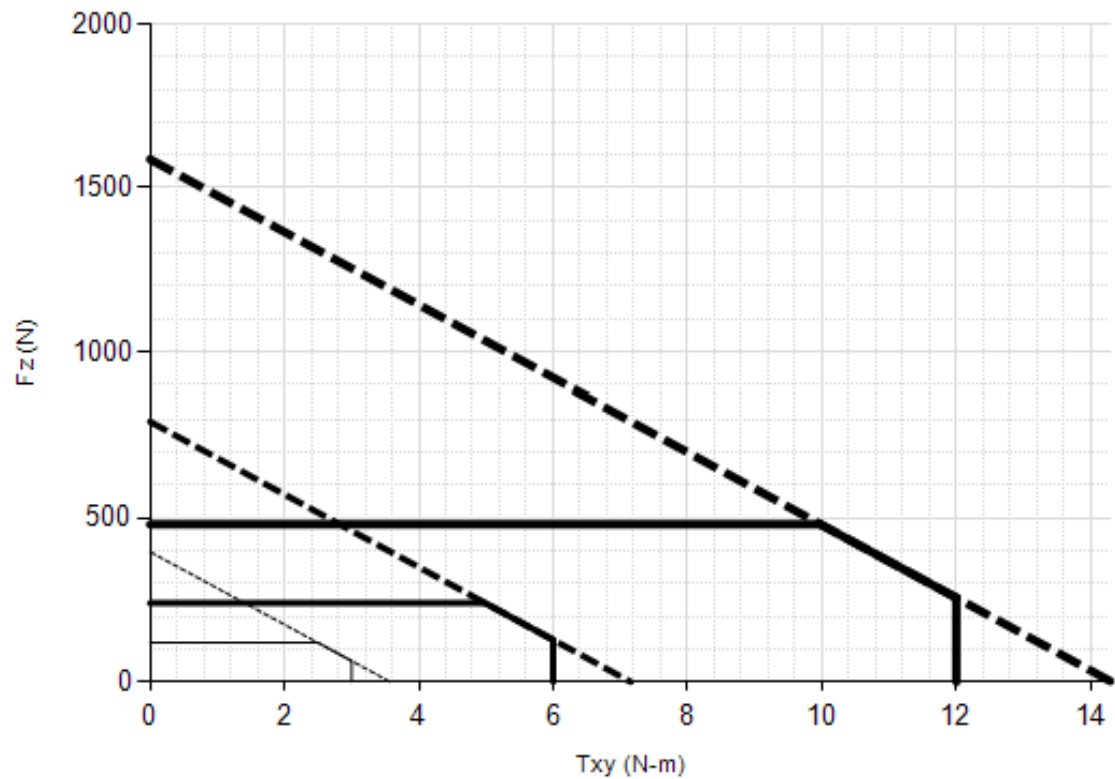
Tabelle 5.27 – Kalibrierungen für Mini45 Titanium Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45 Titan	SI-60-3	60	120	3	3	17/1000	3/100	1/2500	3/10000
Mini45 Titan	SI-120-6	120	240	6	6	17/1000	3/100	1/2500	3/10000
Mini45 Titan	SI-240-12	240	480	12	12	17/1000	3/100	1/2500	3/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.									

5.9.2 Mini45 Titanium (US-Kalibrierung für komplexe Belastungen)



US-15-25
 US-30-50
 US-60-100

5.9.3 Mini45 Titanium (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung)



□ — SI-60-3 □ — SI-120-6 □ — SI-240-12

5.10 Mini45-Spezifikationen (einschließlich IP65/IP68-Versionen)

Tabelle 5.28 – Physikalische Eigenschaften des Mini45		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±1100 lbf	±5100 N
F _z	±2300 lbf	±10000 N
T _{xy}	±1000 in-lb	±110 Nm
T _z	±1200 in-lb	±140 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	4,2 × 10 ⁻⁵ lb/in	7,4 × 10 ⁻⁷ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	5,6 × 10 ⁻⁵ lb/in	9,8 × 10 ⁻⁷ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	1,5 × 10 ⁻⁵ lbf-in/rad	1,7 × 10 ⁻⁴ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	3,1 × 10 ⁻⁵ lbf-in/rad	3,5 × 10 ⁻⁴ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	5600 Hz	5600 Hz
F _z , T _x , T _y	5400 Hz	5400 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,202 lb	0,0917 kg
Durchmesser ¹	1,77 Zoll	45 mm
Höhe ¹	0,618 Zoll	15,7 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten umfassen Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.29 – Physikalische Eigenschaften des Mini45 IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±1100 lbf	±5100 N
F _z	±2300 lbf	±10000 N
T _{xy}	±1000 in-lb	±110 Nm
T _z	±1200 in-lb	±140 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	4,2 × 10 ⁻⁵ lb/in	7,4 × 10 ⁻⁷ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	5,6 × 10 ⁻⁵ lb/in	9,8 × 10 ⁻⁷ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	1,5 × 10 ⁻⁵ lbf-in/rad	1,7 × 10 ⁻⁴ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	3,1 × 10 ⁻⁵ lbf-in/rad	3,5 × 10 ⁻⁴ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	5200 Hz	5200 Hz
F _z , T _x , T _y	4200 Hz	4200 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,861 lb	0,391 kg
Durchmesser ¹	2,28 Zoll	57,9 mm
Höhe ¹	0,988 Zoll	25,1 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



VORSICHT: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Mini45	US	Metrisch
Fz-Vorspannung in 4 m Tiefe	17,0 lb	75,5 N
Fz-Vorspannung in anderen Tiefen	-1,29 lb/ft × Tiefe in Fuß	-18,9 N/m × Tiefe in Metern

5.10.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.30 – Mini45-Kalibrierungen (ohne CTL-Kalibrierungen)^{1,2}

Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini45	US-30-40	30	60	40	40	1/80	1/80	1/88	1/176
Mini45	US-60-80	60	120	80	80	1/40	1/40	1/44	1/88
Mini45	US-120-160	120	240	160	160	1/20	1/20	1/22	1/44
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45	SI-145-5	145	290	5	5	1/16	1/16	1/752	1/1504
Mini45	SI-290-10	290	580	10	10	1/8	1/8	1/376	1/752
Mini45	SI-580-20	580	1160	20	20	1/4	1/4	1/188	1/376
Messbereiche						Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

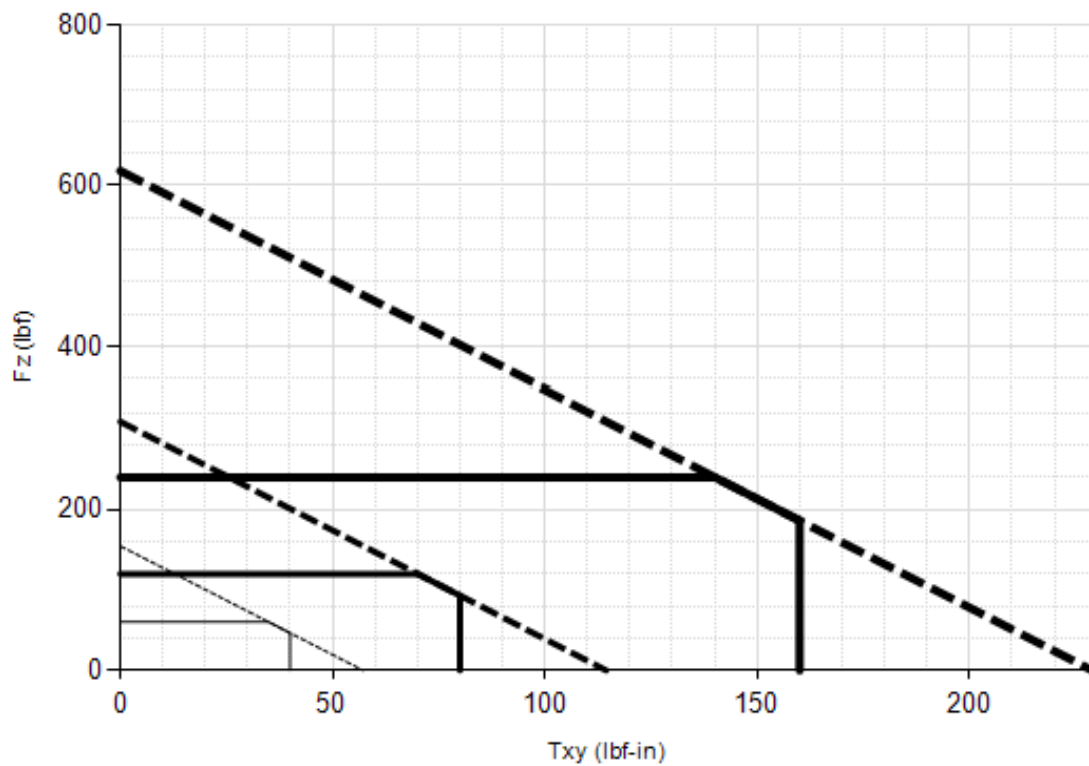
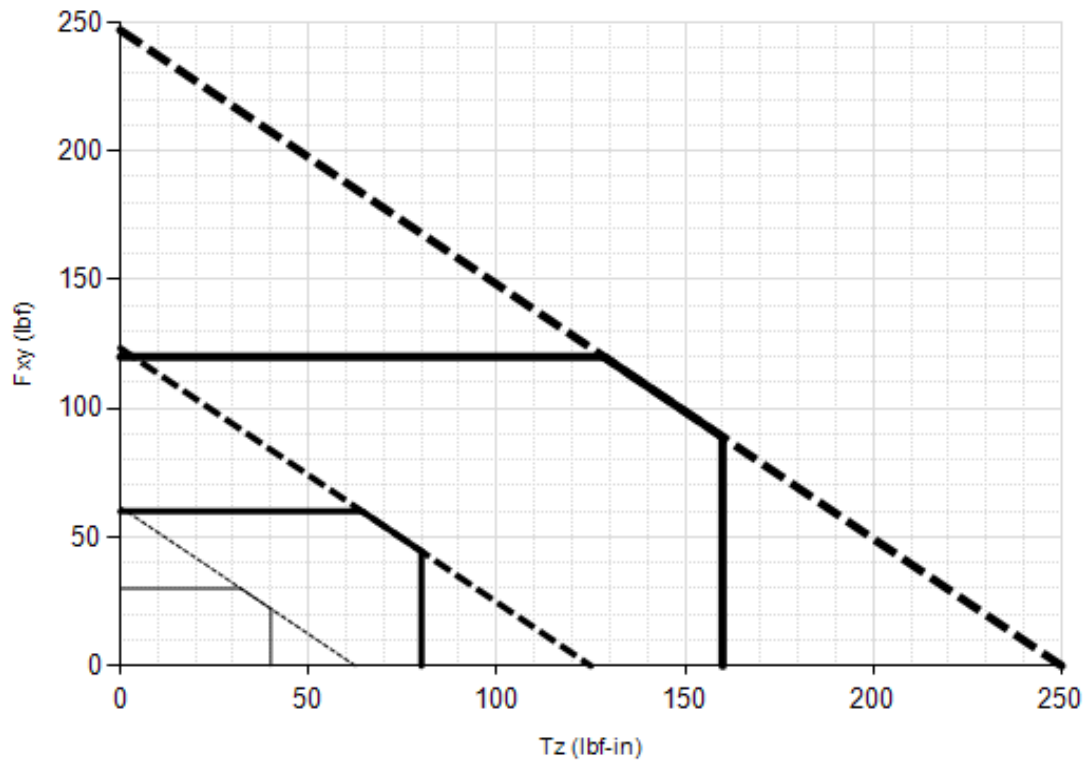
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert, müssen die aufgebrachten Lasten in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen.
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.31 – Kalibrierungen für Mini45 Gen 3^{(1),2}

Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini45	SI-145-5	145	290	5	5	1/16	1/16	13/10000	7/10000
Mini45	SI-290-10	290	580	10	10	1/16	1/16	13/10000	7/10000
Mini45	SI-580-20	580	1160	20	20	1/16	1/16	13/10000	7/10000
Erfassungsbereiche						Auflösung (NETrs F/T)			

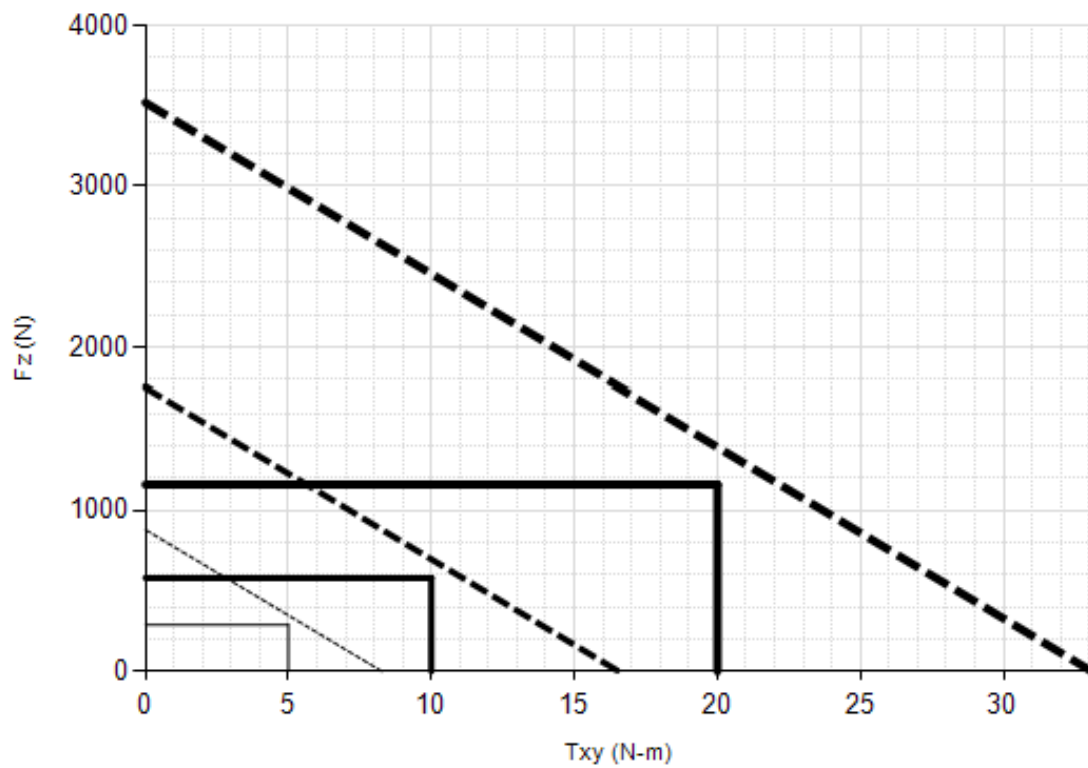
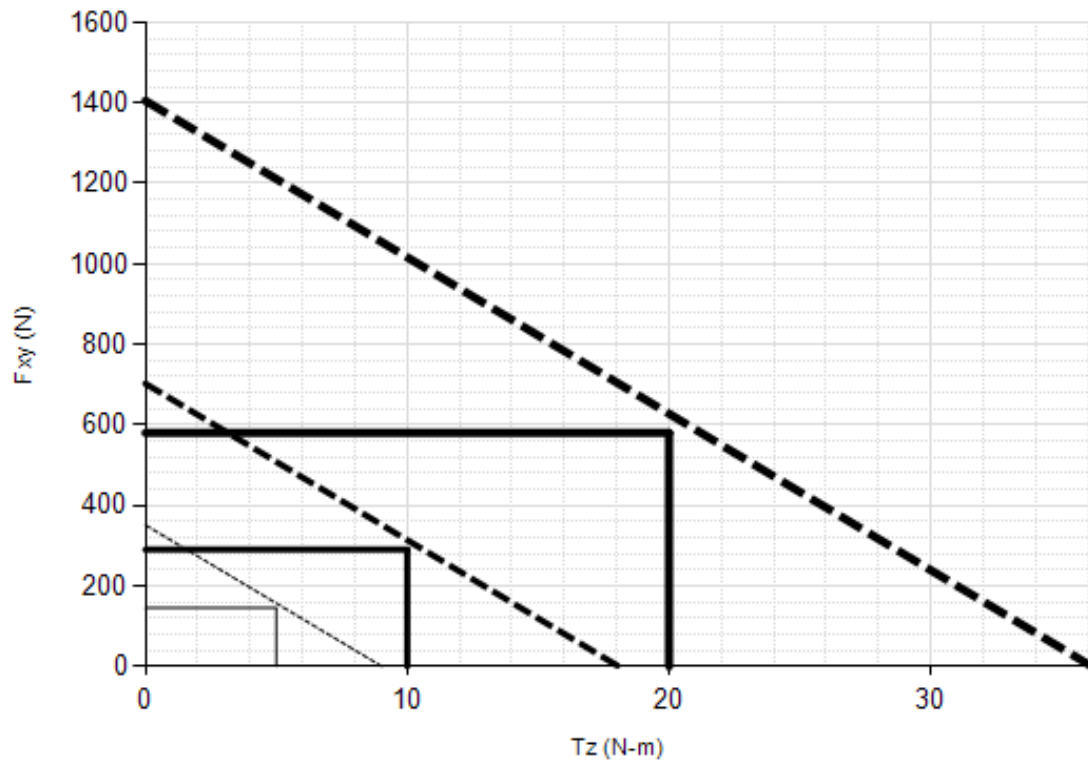
Anmerkungen:

1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.



5.10.2 Mini45 (US-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65/IP68) ¹

US-30-40
 US-60-80
 US-120-160



5.10.3 Mini45 (SI-Kalibrierung komplexe Ladung) (einschließlich IP65/IP68)¹

□ — SI-145-5 □ — SI-290-10 □ SI-580-20

5.11 Mini58-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)

Tabelle 5.32 – Physikalische Eigenschaften des Mini58		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±4800 lbf	±21000 N
F _z	±11000 lbf	±48000 N
T _{xy}	±5300 in-lb	±590 Nm
T _z	±7100 in-lb	±800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	1,4 × 10 ⁶ lb/in	2,5 × 10 ⁶ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	2,1 × 10 ⁶ lb/in	3,7 × 10 ⁶ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	9,3 × 10 ⁵ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁵ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	1,8 × 10 ⁶ lbf-in/rad	2,0 × 10 ⁵ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	3000 Hz	3000 Hz
F _z , T _x , T _y	5700 Hz	5700 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,76 lb	0,345 kg
Durchmesser ¹	2,28 Zoll	58 mm
Höhe ¹	1,18 Zoll	30 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.33 – Physikalische Eigenschaften des Mini58 IP60		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±4800 lbf	±21000 N
F _z	±11000 lbf	±48000 N
T _{xy}	±5300 in-lb	±590 Nm
T _z	±7100 in-lb	±800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	1,4 × 10 ⁶ lb/in	2,5 × 10 ⁶ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	2,1 × 10 ⁶ lb/in	3,7 × 10 ⁶ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	9,3 × 10 ⁵ lbf-in/rad	1,1 × 10 ⁵ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	1,8 × 10 ⁶ lbf-in/rad	2,0 × 10 ⁵ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	k. A.	k. A.
F _z , T _x , T _y	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	1,15 lb	0,522 kg
Durchmesser ¹	3,23 Zoll	82 mm
Höhe ¹	1,42 Zoll	36,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.34 – Physikalische Eigenschaften des Mini58 IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±4800 lbf	±21000 N
Fz	±11000 lbf	±48000 N
Txy	±5300 in-lb	±590 Nm
Tz	±7100 in-lb	±800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/in	$2,5 \times 10^6$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/in	$3,7 \times 10^6$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$9,3 \times 10^5$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^5$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,8 \times 10^6$ lbf-in/rad	$2,0 \times 10^5$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	1,77 lb	0,804 kg
Durchmesser ¹	2,58 Zoll	65,4 mm
Höhe ¹	1,48 Zoll	37,6 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



VORSICHT: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Mini58	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 4 m Tiefe	24,3 lb	108 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-1,86 lb/ft × Tiefe in Fuß	-27,1 N/m × Tiefe in Metern

5.11.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.35 – Mini58-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini58	US-150-250	150	375	250	250	5/112	1/16	1/20	7/240
Mini58	US-300-500	300	750	500	500	5/56	1/8	1/10	7/120
Mini58	US-600-1000	600	1500	1000	1000	28.05.	1/4	1/5	7/60
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini58	SI-700-30	700	1700	30	30	1/6	7/24	9/1600	1/320
Mini58	SI-1400-60	1400	3400	60	60	1/3	7/12	9/800	1/160
Mini58	SI-2800-120	2800	6800	120	120	3/4	1 1/4	9/400	1/80
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ⁴			

Anmerkungen:

1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.

2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.

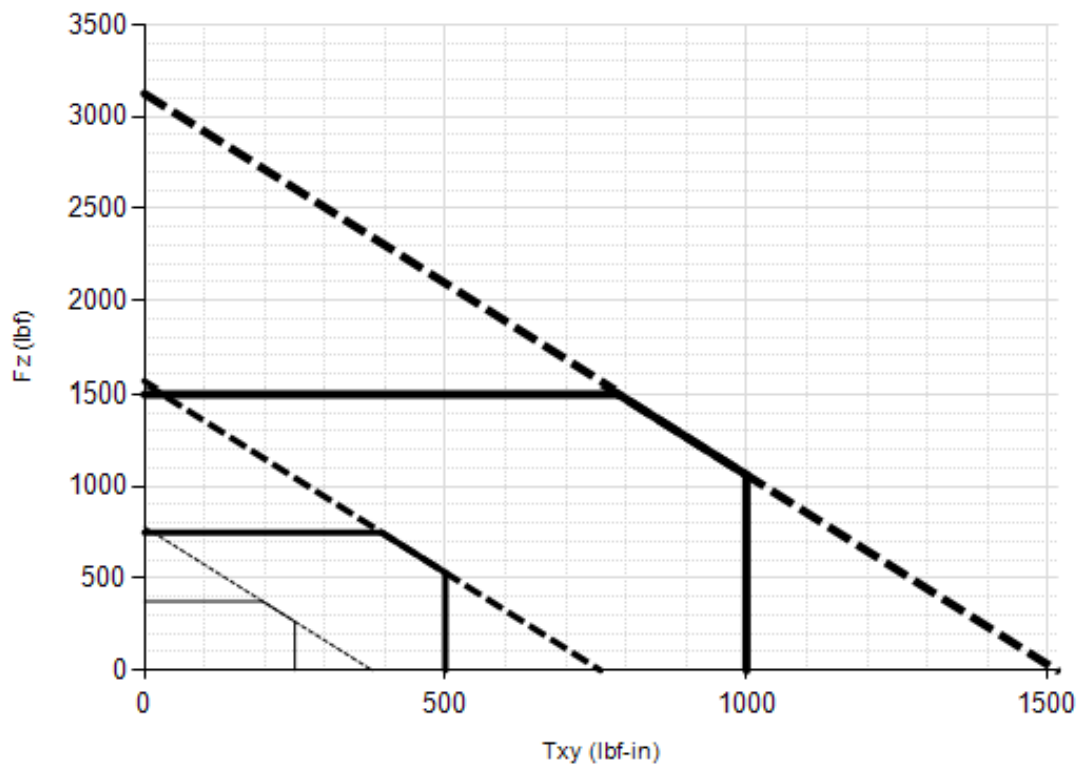
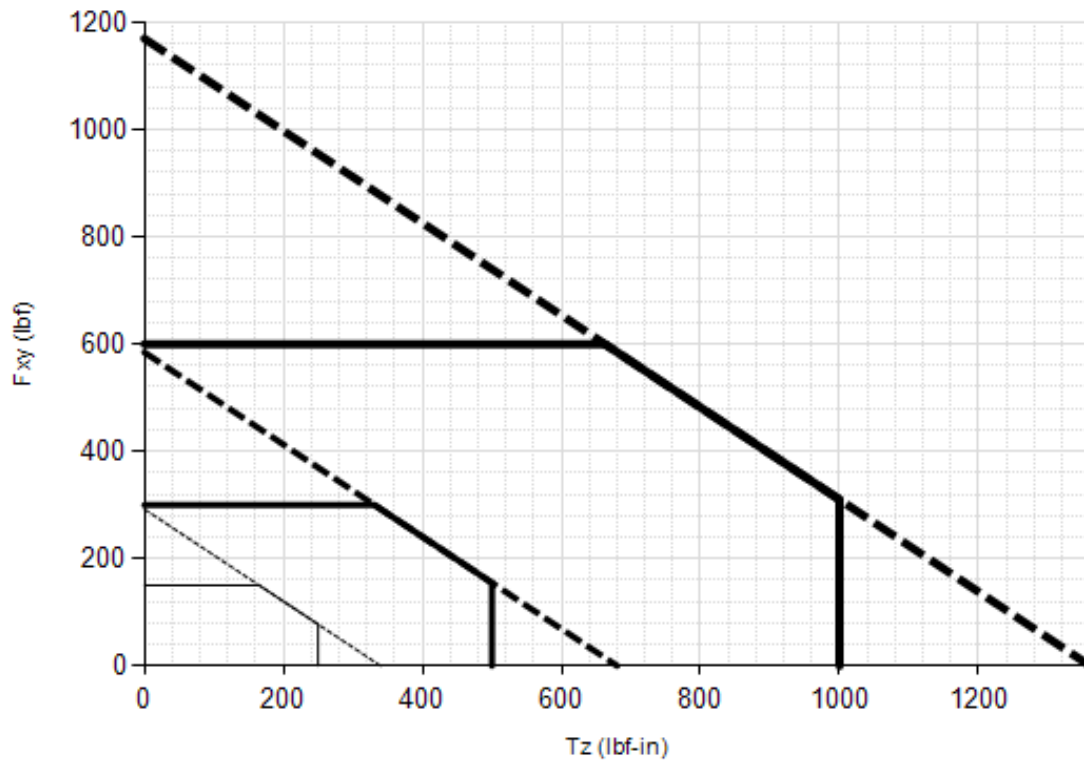
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.36 – Kalibrierungen für Mini58 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini58	SI-700-30	700	1700	30	30	3/16	5/16	7/1250	31/10000
Mini58	SI-1400-60	1400	3400	60	60	3/16	5/16	7/1250	31/10000
Mini58	SI-2800-120	2800	6800	120	120	3/16	5/16	7/1250	31/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung lässt sich durch Filterung verbessern. 2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt misst. 3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									

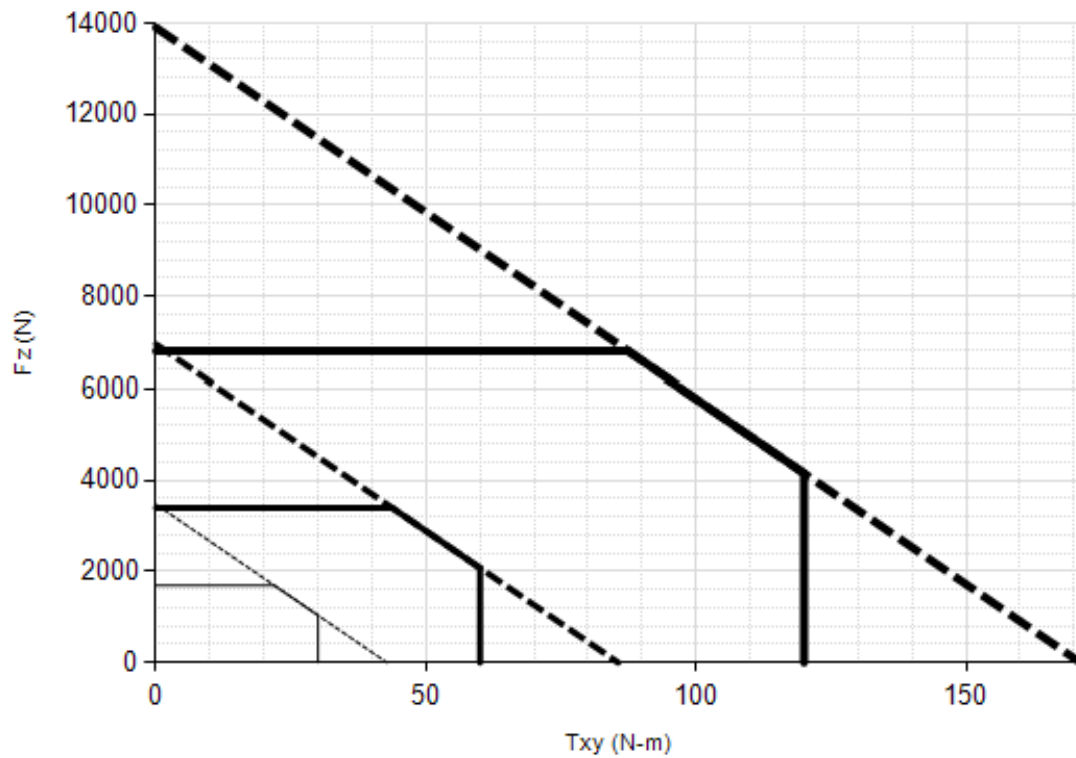
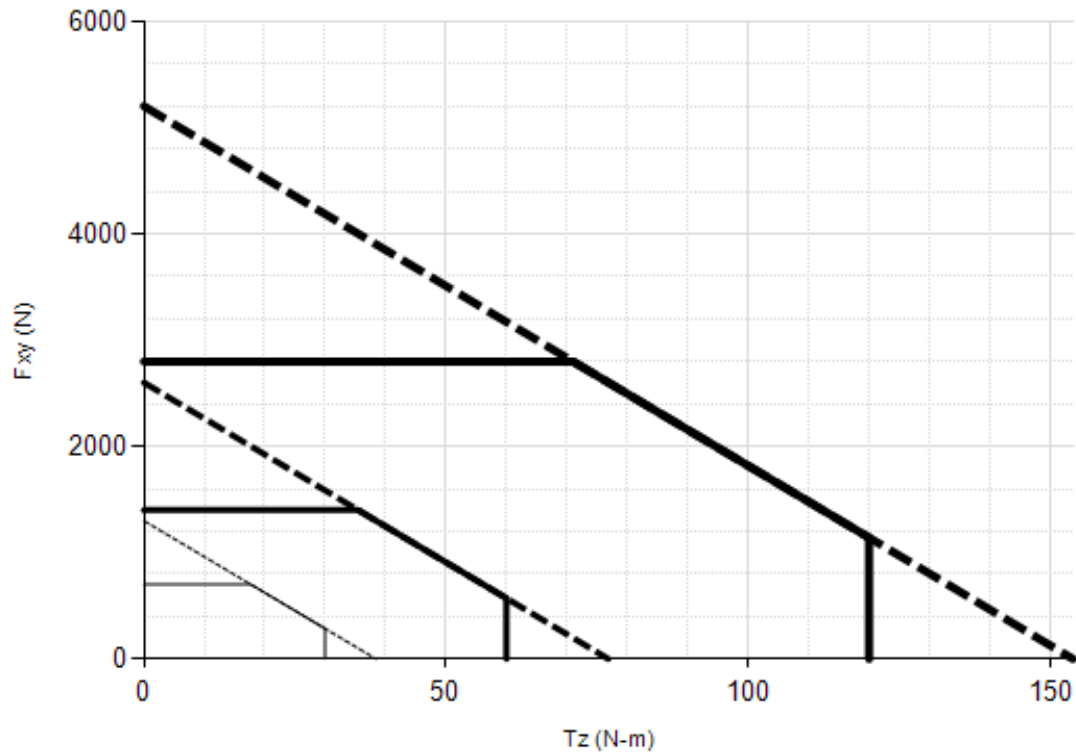
5.11.2 Werkzeug-Transformationsfaktor

Tabelle 5.37 – Werkzeugtransformationsfaktor			
Sensor	Kalibrierung	US (englisch)	SI (metrisch)
Mini58	US-150-250 / SI-700-30	0,00467 in/lbf	0,150 mm/N
Mini58	US-300-500 / SI-1400-60	0,00467 in/lbf	0,150 mm/N
Mini58	US-600-1000 / SI-2800-120	0,00467 in/lbf	0,150 mm/N



5.11.3 Mini58 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68) ¹

US-150-250
 US-300-500
 US-600-1000



5.11.4 Mini58 (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)*

SI-700-30
 SI-1400-60
 SI-2800-120

5.12 Technische Daten Mini85

Tabelle 5.38 – Physikalische Eigenschaften des Mini85		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±2800 lbf	±13000 N
F _z	±6100 lbf	±27000 N
T _{xy}	±4400 in-lb	±500 Nm
T _z	±5400 in-lb	±610 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	$4,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,7 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	$6,8 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	$7,2 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$8,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	$1,2 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$1,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	2400 Hz	2400 Hz
F _z , T _x , T _y	3100 Hz	3100 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	1,4 lb	0,635 kg
Durchmesser ¹	3,35 Zoll	85,1 mm
Höhe ¹	1,17 Zoll	29,8 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.12.1 Kalibrierungsspezifikationen

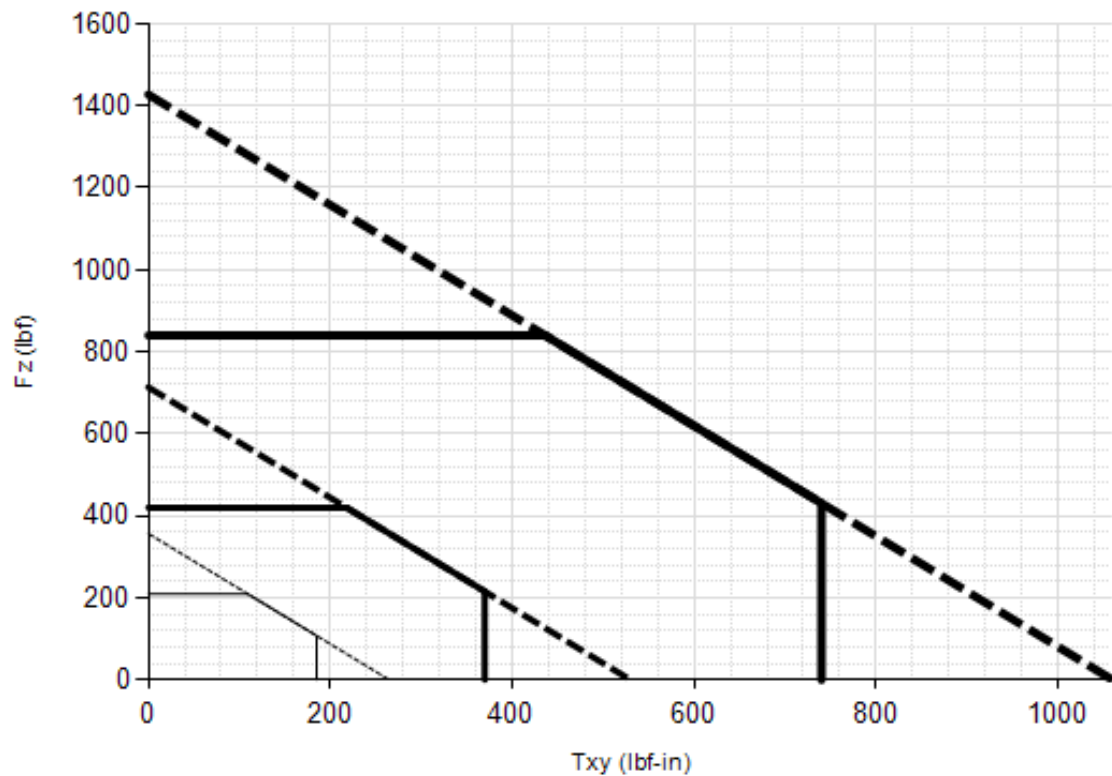
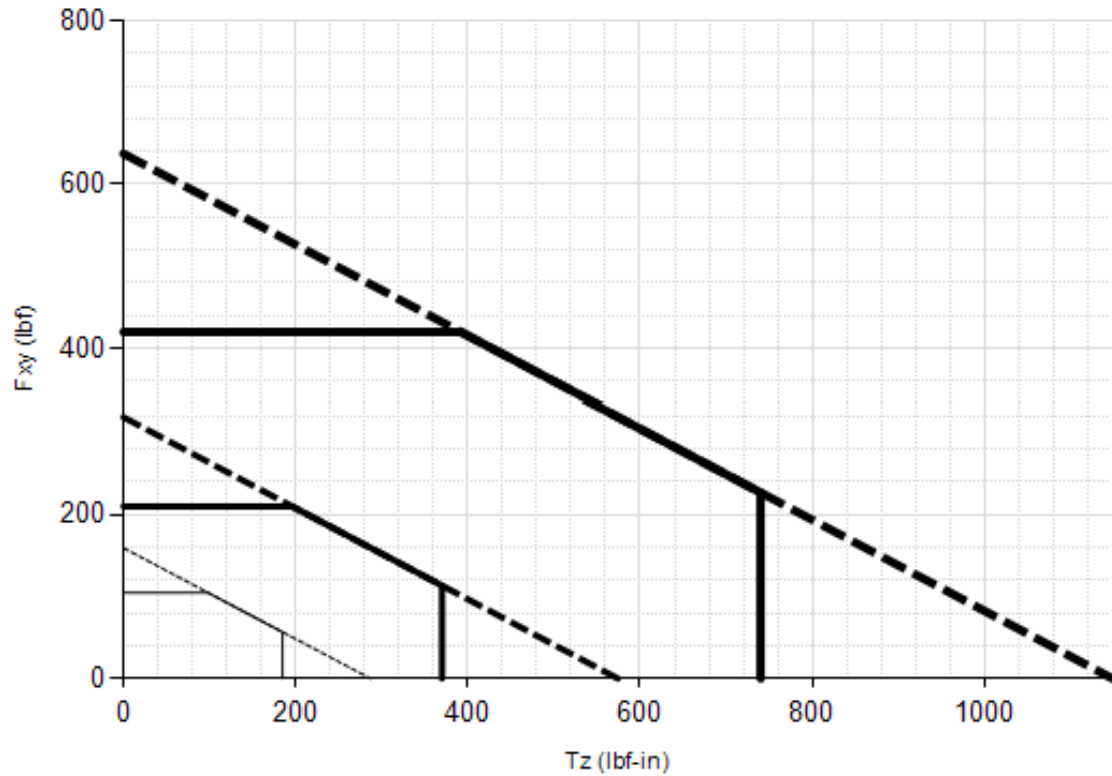
Tabelle 5.39 – Mini85-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Mini85	US-105-185	105	210	185	185	1/52	7/260	5/168	1/48
Mini85	US-210-370	210	420	370	370	5/128	3/64	5/84	1/24
Mini85	US-420-740	420	840	740	740	5/64	3/32	5/42	1/12
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini85	SI-475-20	475	950	20	20	9/112	28.03.	14.05.1996	29.7.1992
Mini85	SI-950-40	950	1900	40	40	9/56	3/14	5/748	7/1496
Mini85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	28.09.	7.3.	374	7/748
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ³			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Messbereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									
3. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.									

Tabelle 5.40 – Kalibrierungen für Mini85 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx, Fy (N)	Fz (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Mini85	SI-475-20	475	950	20	20	9/112	28.03.	14.05.1996	29.7.1992
Mini85	SI-950-40	950	1900	40	40	9/56	3/14	5/748	7/1496
Mini85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	28.09.	7.3.	374	7/748
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									

5.12.2 Werkzeug-Transformationsfaktor

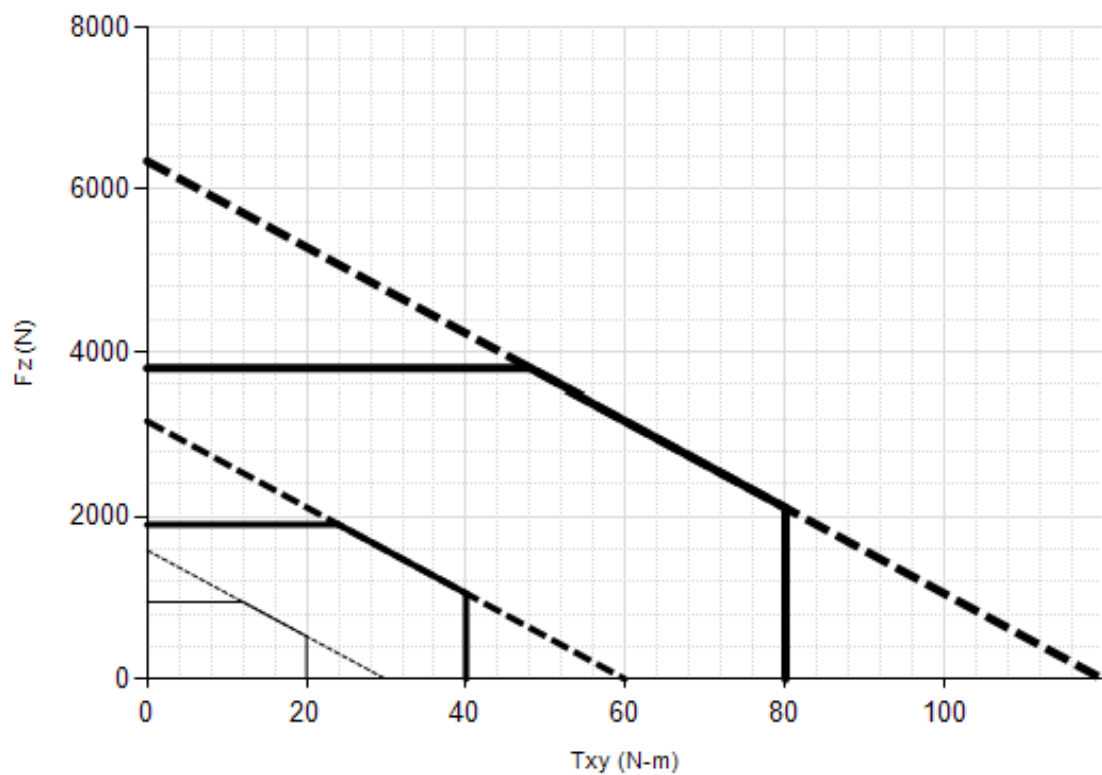
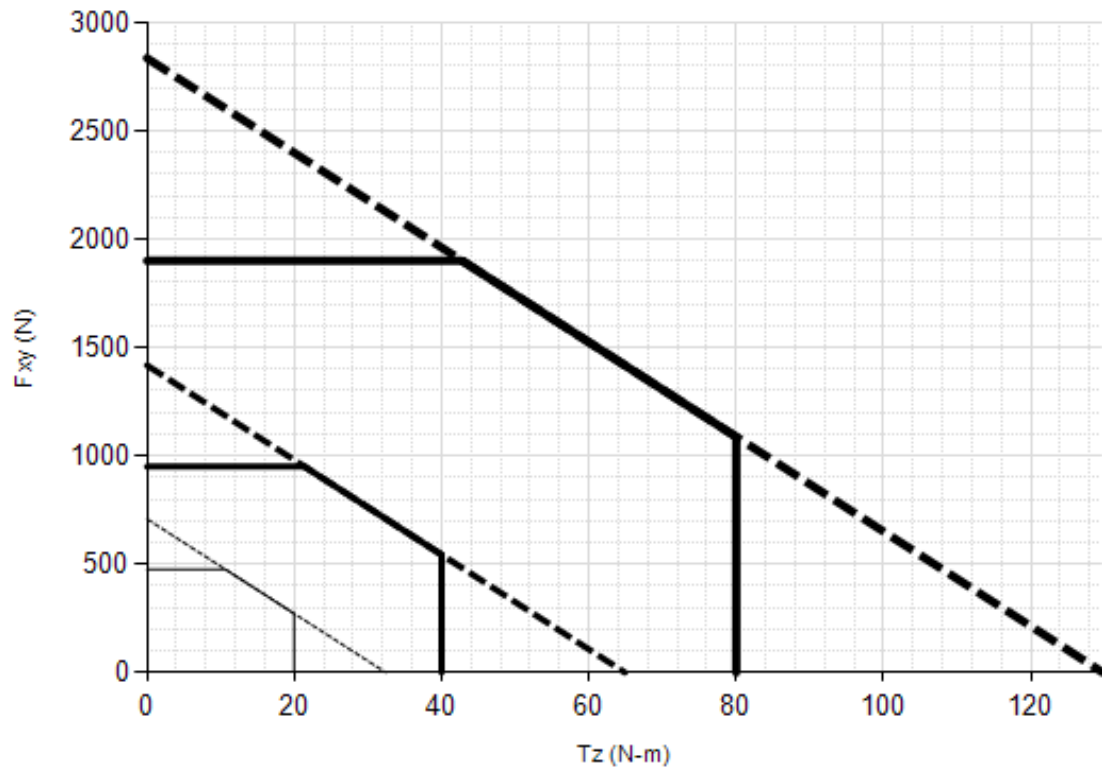
Tabelle 5.41 – Werkzeug-Transformationsfaktor			
Sensor	Kalibrierung	US (englisch)	SI (metrisch)
Mini85	US-105-185 / SI-475-20	0,00774 in/lbf	0,374 mm/N
Mini85	US-210-370 / SI-950-40	0,00762 in/lbf	0,374 mm/N
Mini85	US-420-740 / SI-1900-80	0,00762 in/lbf	0,374 mm/N

5.12.3 Mini85 (US-Kalibrierung komplexe Belastung) (einschließlich IP60)



US-105-185
 US-210-370
 US-420-740

5.12.4 Mini85 (SI-Kalibrierung mit komplexer Belastung) (einschließlich IP60)



— SI-475-20

— SI-950-40

— SI-1900-80

5.13 Gamma-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)

Tabelle 5.42 – Physikalische Eigenschaften von Gamma		
Einachsige Überlast	(US) Standardeinheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 in-lb	±79 Nm
Tz	±730 in-lb	±82 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$5,2 \times 10^{-4}$ lb/in	$9,1 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,8 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$9,3 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,4 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$1,6 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	2000 Hz	2000 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	0,562 lb	0,255 kg
Durchmesser ¹	2,97 Zoll	75,4 mm
Höhe ¹	1,31 Zoll	33,3 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.43 – Physikalische Eigenschaften des Gamma IP60		
Einachsige Überlast	(US) Standardeinheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 in-lb	±79 Nm
Tz	±730 in-lb	±82 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$5,2 \times 10^{-4}$ lb/in	$9,1 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,8 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment der X- und Y-Achse (Ktx, Kty)	$9,3 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,4 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$1,6 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	1200 Hz	1200 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	1,03 lb	0,467 kg
Durchmesser ¹	3,9 Zoll	99,1 mm
Höhe ¹	1,56 Zoll	39,6 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.44 – Physikalische Eigenschaften des Gamma IP65		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 in-lb	±79 Nm
Tz	±730 in-lb	±82 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$5,2 \times 10^{-4}$ lb/in	$9,1 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,8 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment der X- und Y-Achse (Ktx, Kty)	$9,3 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,4 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$1,6 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1000 Hz	1000 Hz
Fz, Tx, Ty	970 Hz	970 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	2,4 lb	1,09 kg
Durchmesser ¹	4,37 Zoll	111 mm
Höhe ¹	2,06 Zoll	52,3 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.45 – Physikalische Eigenschaften des Gamma IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±280 lbf	±1200 N
Fz	±930 lbf	±4100 N
Txy	±700 in-lb	±79 Nm
Tz	±730 in-lb	±82 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$5,2 \times 10^{-4}$ lb/in	$9,1 \times 10^{-6}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$1,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,8 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$9,3 \times 10^{-4}$ lbf-in/rad	$1,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,4 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$1,6 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1250 Hz	1250 Hz
Fz, Tx, Ty	940 Hz	940 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	4,37 lb	1,98 kg
Durchmesser ¹	4,37 Zoll	111 mm
Höhe ¹	2,06 Zoll	52,3 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



VORSICHT: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Gamma	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 4 m Tiefe	-42,9 lb	-191 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-3,27 lb/ft × Tiefe in Fuß	-47,4 N/m × Tiefe in Metern

5.13.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.46 – Gamma-Kalibrierungen ^{(1),2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Gamma	US-7,5-25	7,5	25	25	25	1/640	1/320	1/320	1/320
Gamma	US-15-50	15	50	50	50	1/320	1/160	1/160	1/160
Gamma	US-30-100	30	100	100	100	1/160	1/80	1/80	1/80
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Gamma	SI-32-2,5	32	100	2,5	2,5	1/160	1/80	1/2000	1/2000
Gamma	SI-65-5	65	200	5	5	1/80	1/40	10/13333	10/13333
Gamma	SI-130-10	130	400	10	10	1/40	1/20	1/800	1/800
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ⁴			

Anmerkungen:

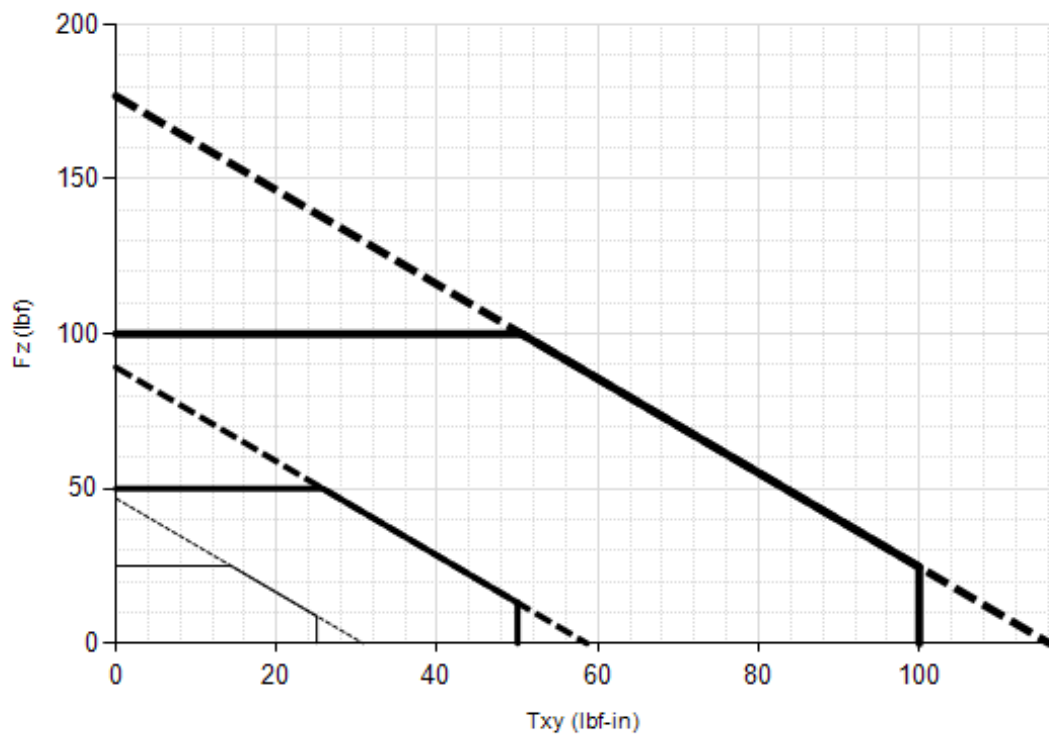
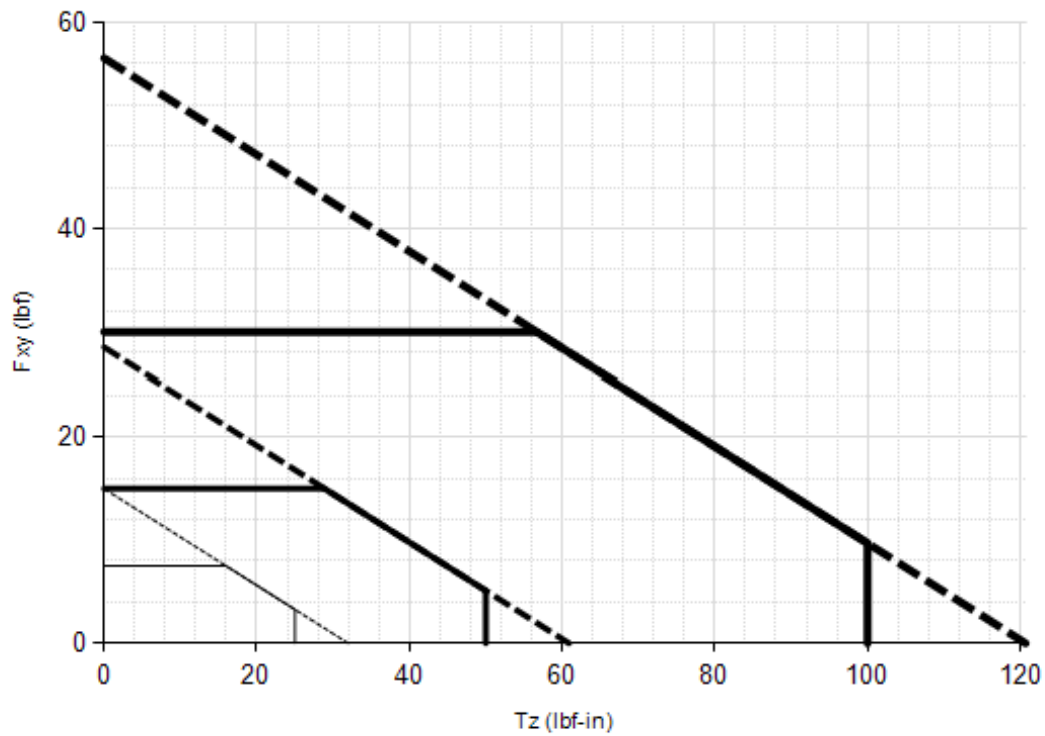
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.47 – Kalibrierungen für Gamma Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Gamma	SI-32-2,5	32	100	2,5	2,5	63/10000	1/80	3/10000	3/10000
Gamma	SI-65-5	65	200	5	5	63/10000	1/80	3/10000	3/10000
Gamma	SI-130-10	130	400	10	10	63/10000	1/80	3/10000	3/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert, müssen die aufgebrachten Lasten in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen.									
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									

5.13.2 Werkzeugtransformationsfaktor

Tabelle 5.48 – Werkzeugtransformationsfaktor			
Sensor	Kalibrierung	US (englisch)	SI (metrisch)
Gamma	US-7,5–25 / SI-32–2,5	0,01 in/lbf	0,8 mm/N
Gamma	US-15–50 / SI-65–5	0,01 in/lbf	0,6 mm/N
Gamma	US-30–100 / SI-130–10	0,01 in/lbf	0,5 mm/N

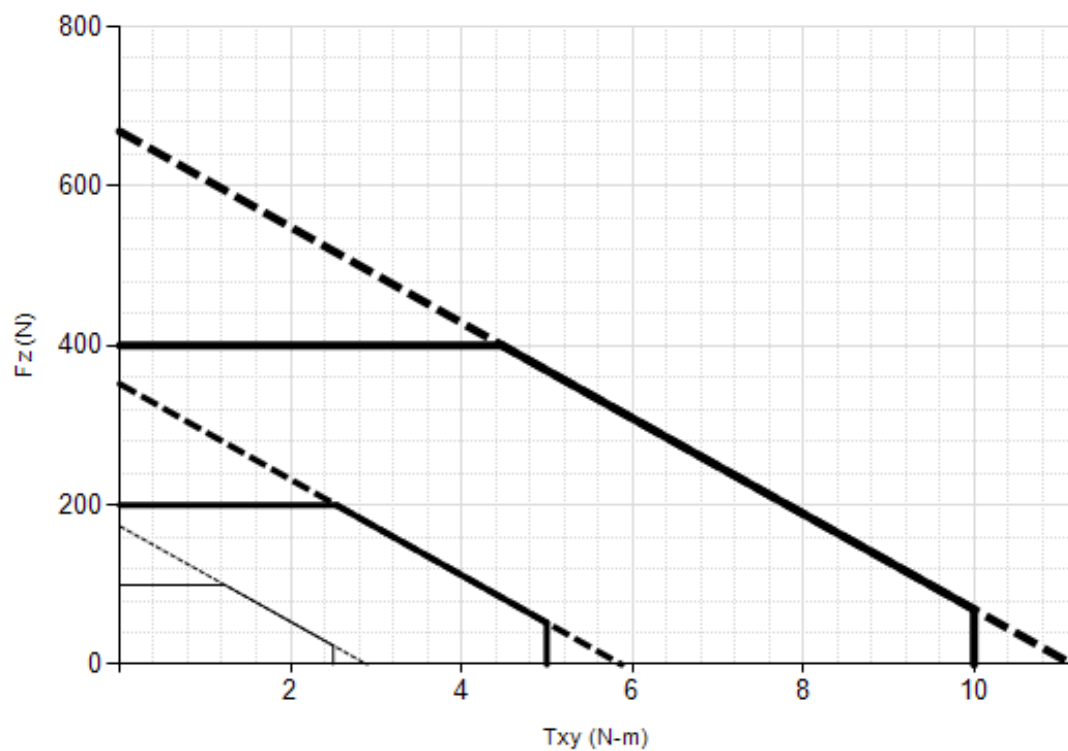
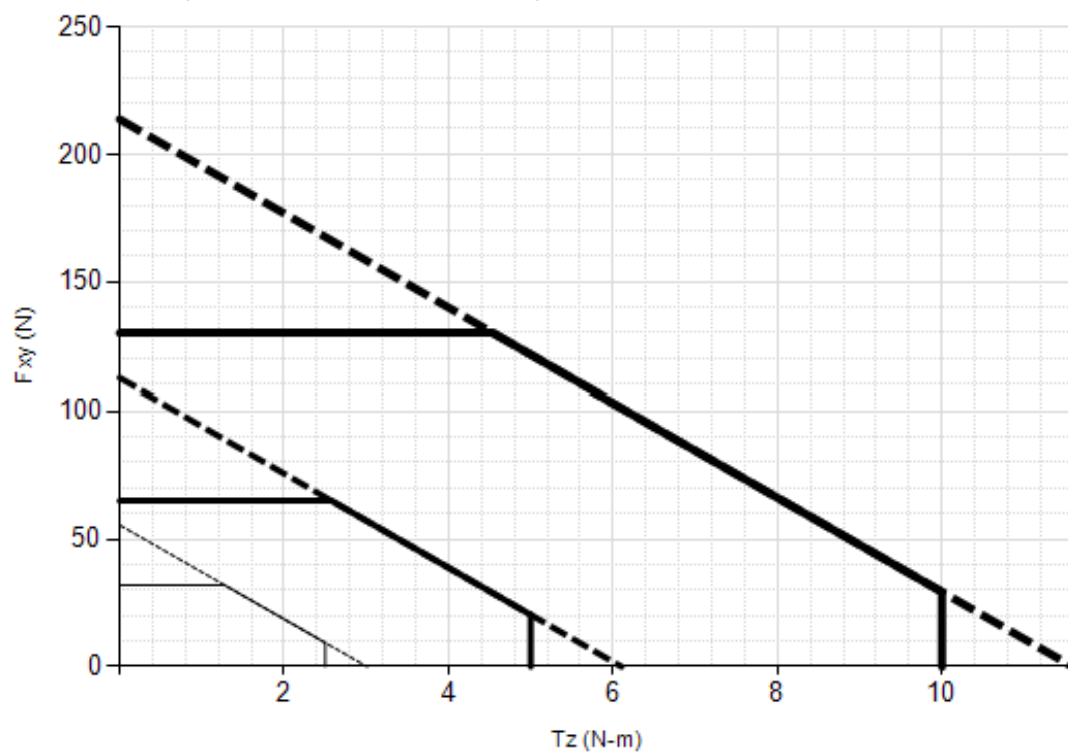
5.13.3 Gamma (US-Kalibrierung mit komplexer Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



US-7,5-25
 US-15-50
 US-30-100

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Warnhinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.13.4 Gamma (SI-Kalibrierungskomplexbelegung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)'



SI-32-2,5
 SI-65-5
 SI-130-10

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.14 Delta-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)

Tabelle 5.49 – Physikalische Eigenschaften von Delta		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10000 N
Txy	±2500 in-lb	±280 Nm
Tz	±3600 in-lb	±400 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$3,6 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,9 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1500 Hz	1500 Hz
Fz, Tx, Ty	1700 Hz	1700 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	2,01 lb	0,913 kg
Durchmesser ¹	3,72 Zoll	94,5 mm
Höhe ¹	1,31 Zoll	33,3 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.50 – Physikalische Eigenschaften des Delta IP60		
Einachsige Überlast	(US) Standardmaßeinheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10000 N
Txy	±2500 in-lb	±280 Nm
Tz	±3600 in-lb	±400 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$3,6 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,9 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1100 Hz	1100 Hz
Fz, Tx, Ty	1100 Hz	1100 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	4 lb	1,81 kg
Durchmesser ¹	4,6 Zoll	117 mm
Höhe ¹	1,85 Zoll	47,1 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.51 – Physikalische Eigenschaften des Delta IP65		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10000 N
Txy	±2500 in-lb	±280 Nm
Tz	±3600 in-lb	±400 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$3,6 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,9 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment der X- und Y-Achse (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	880 Hz	880 Hz
Fz, Tx, Ty	920 Hz	920 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	3,91 lb	1,77 kg
Durchmesser ¹	4,96 Zoll	126 mm
Höhe ¹	2,06 Zoll	52,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.52 – Physikalische Eigenschaften des Delta IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±840 lbf	±3700 N
Fz	±2300 lbf	±10000 N
Txy	±2500 in-lb	±280 Nm
Tz	±3600 in-lb	±400 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$2,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$3,6 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$5,9 \times 10^{-7}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$4,6 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$8,1 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$9,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	950 Hz	950 Hz
Fz, Tx, Ty	960 Hz	960 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	5,8 lb	2,63 kg
Durchmesser ¹	4 Zoll	102 mm
Höhe ¹	2,06 Zoll	52,2 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust ist auf eine druckbedingte Vorspannung am Wandler zurückzuführen. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68-Delta	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 10 m Tiefe	161 lb	716 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-4,9 lb/ft × Tiefe in Fuß	-72 N/m × Tiefe in Metern

5.14.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.53 – Delta-Kalibrierungen ^{(1),2}									
Sensor	(US-)Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Delta	US-50-150	50	150	150	150	1/128	1/64	3/128	1/64
Delta	US-75-300	75	225	300	300	1/64	1/32	3/64	1/32
Delta	US-150-600	150	450	600	600	1/32	1/16	3/32	1/16
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Delta	SI-165-15	165	495	15	15	1/32	1/16	1/528	1/528
Delta	SI-330-30	330	990	30	30	1/16	1/8	5/1333	5/1333
Delta	SI-660-60	660	1980	60	60	1/8	1/4	10/1333	10/1333
		Erfassungsbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

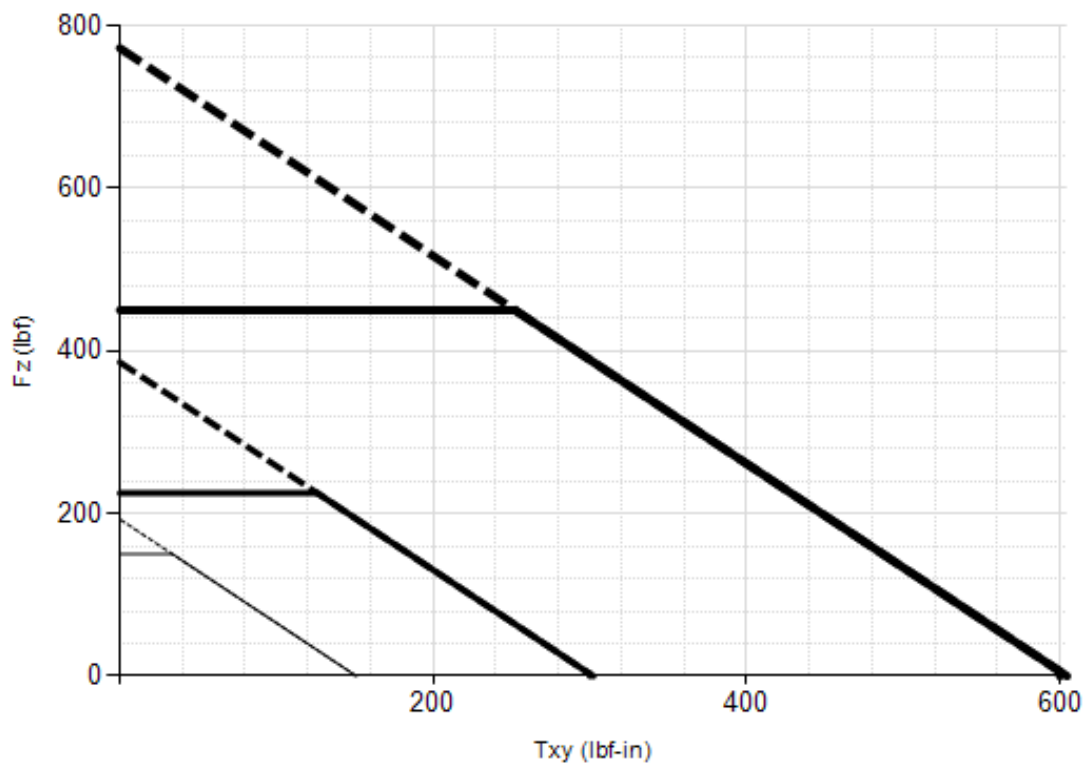
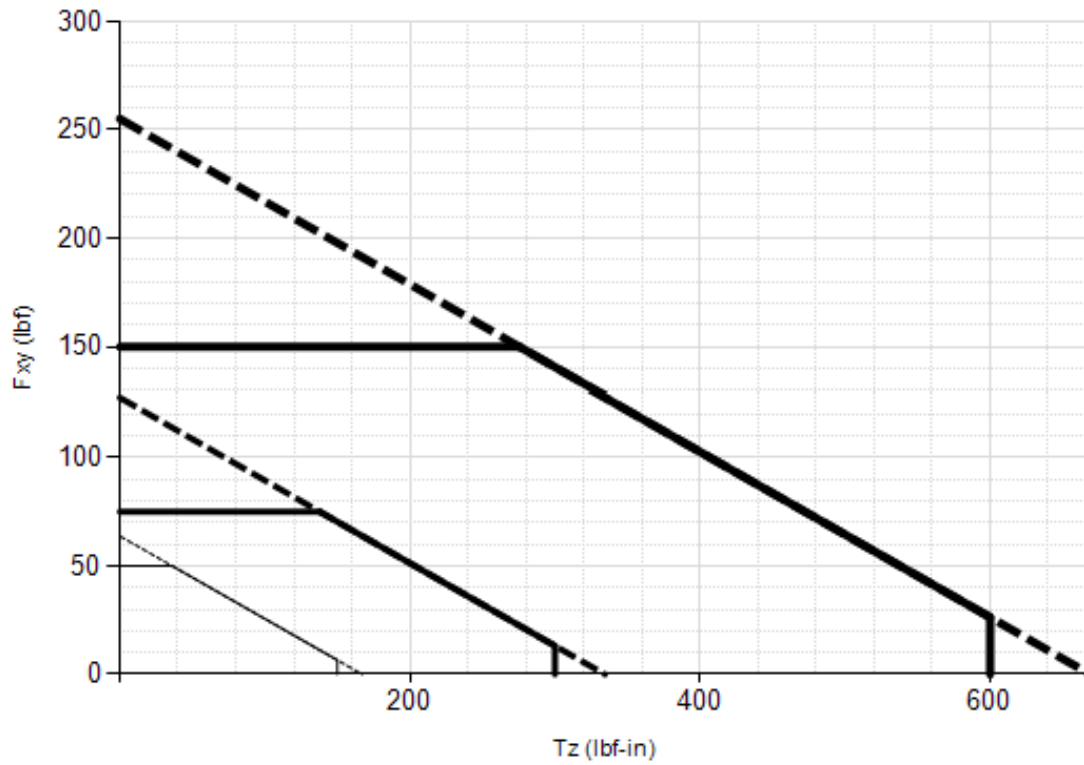
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.

2. Die aufgetragenen Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.

3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

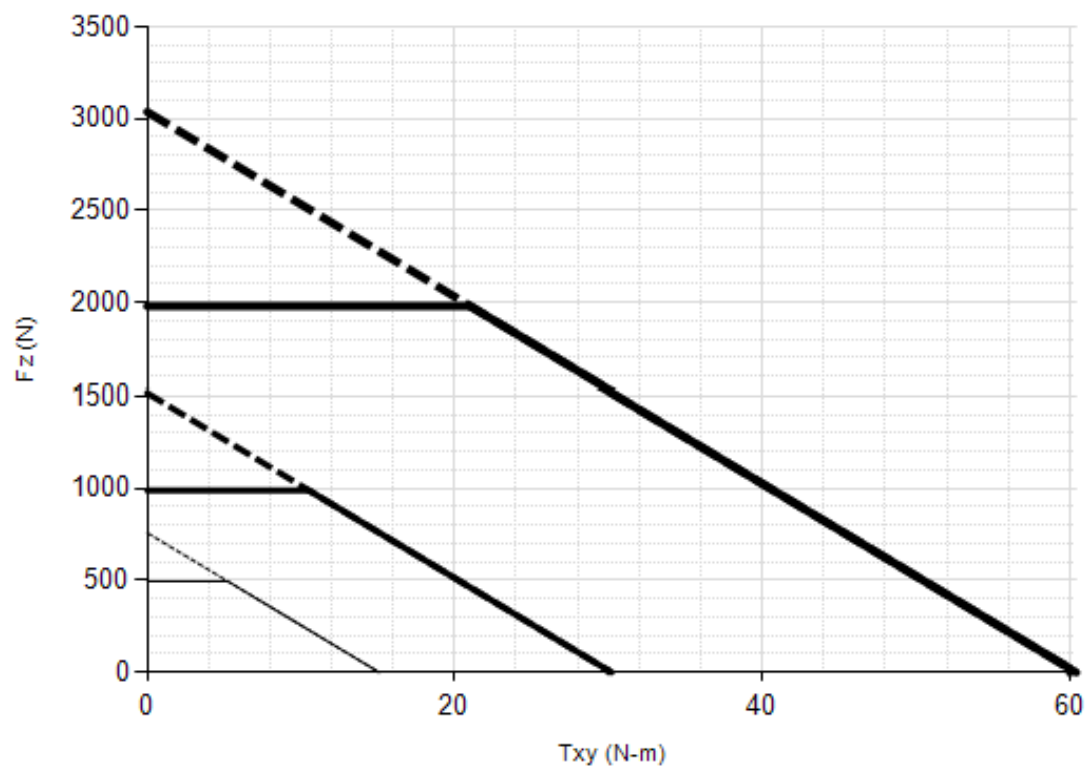
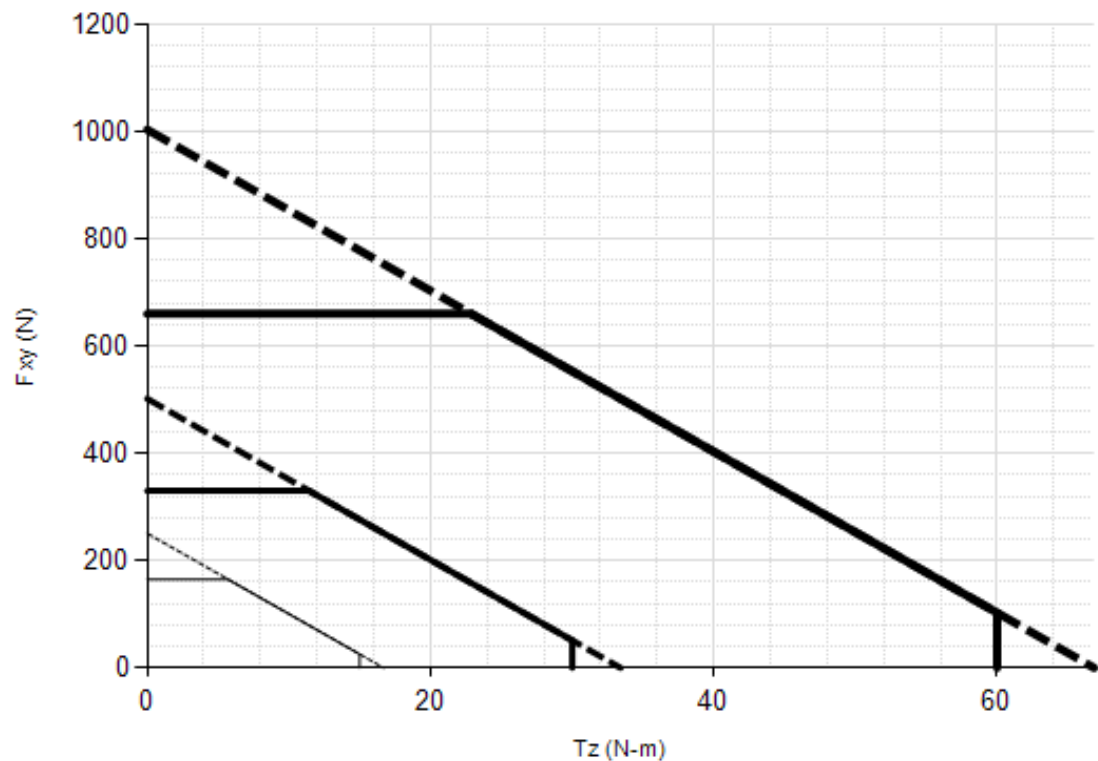
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.54 – Delta Gen 3-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Delta	SI-165-15	165	495	15	15	313/10000	1/16	19/10000	19/10000
Delta	SI-330-30	330	990	30	30	313/10000	1/16	19/10000	19/10000
Delta	SI-660-60	660	1980	60	60	313/10000	1/16	19/10000	19/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden. 2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert. 3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									



5.14.2 Delta (US-Kalibrierung komplexe Belastung) (umfasst IP60/IP65/IP68) '

US-50-150
 US-75-300
 US-150-600



5.14.3 Delta (SI-Kalibrierung, komplexe Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68)'

— SI-165-15

— SI-330-30

— SI-660-60

5.15 Technische Daten zu Theta (einschließlich der Versionen IP60/IP65/IP68)

Tabelle 5.55 – Physikalische Eigenschaften von Theta		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±4500 lbf	±20000 N
Fz	±11000 lbf	±51000 N
Txy	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,9 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$3,0 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$3,4 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,7 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$5,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	680 Hz	680 Hz
Fz, Tx, Ty	820 Hz	820 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	11 lb	4,99 kg
Durchmesser ¹	6,1 Zoll	155 mm
Höhe ¹	2,41 Zoll	61,1 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.56 – Physikalische Eigenschaften von Theta IP60		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±4500 lbf	±20000 N
Fz	±11000 lbf	±51000 N
Txy	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,9 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$3,0 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$3,4 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,7 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$5,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	19 lb	8,62 kg
Durchmesser ¹	7,63 Zoll	194 mm
Höhe ¹	2,91 Zoll	74 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.57 – Physikalische Eigenschaften von Theta IP65/IP68		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±4500 lbf	±20000 N
Fz	±11000 lbf	±51000 N
Txy	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Tz	±18000 inf-lb	±2000 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,1 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,9 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$3,0 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$3,4 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,7 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$5,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	19,8 lb	9 kg
Durchmesser ¹	6,41 Zoll	163 mm
Höhe ¹	2,95 Zoll	74,8 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



VORSICHT: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Theta	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 10 m Tiefe	429 lb	1907 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-13 lb/ft × Tiefe in Fuß	-191 N/m × Tiefe in Metern

5.15.1 Kalibrierungsspezifikationen

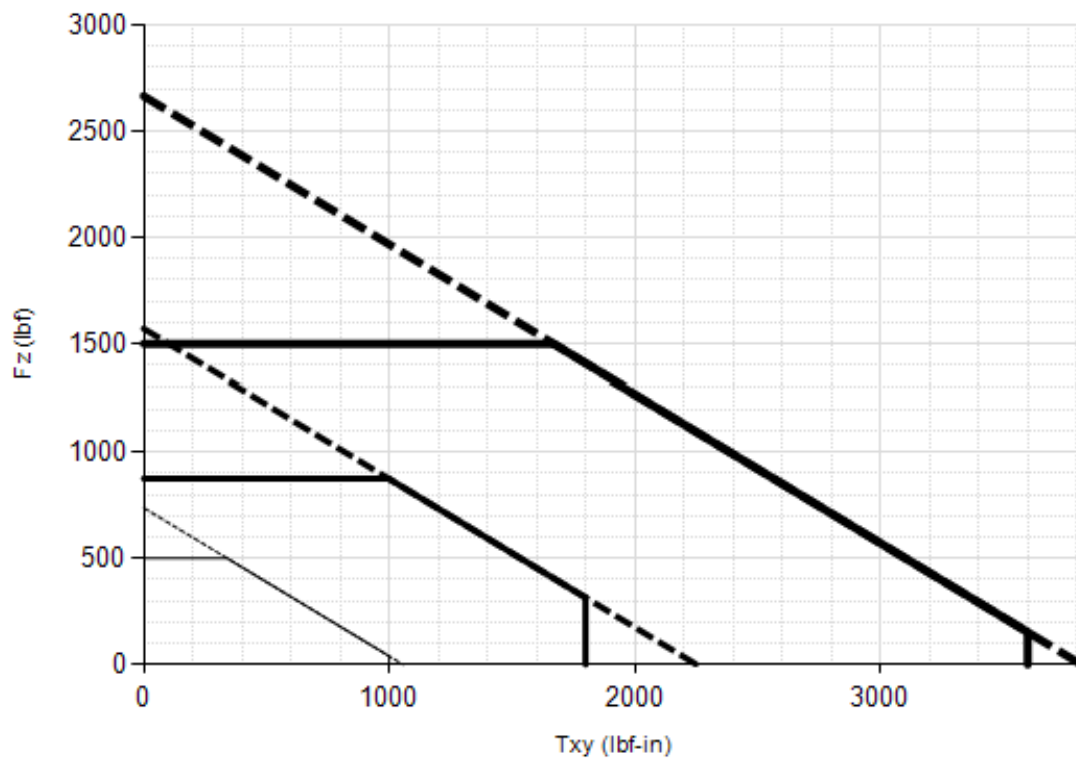
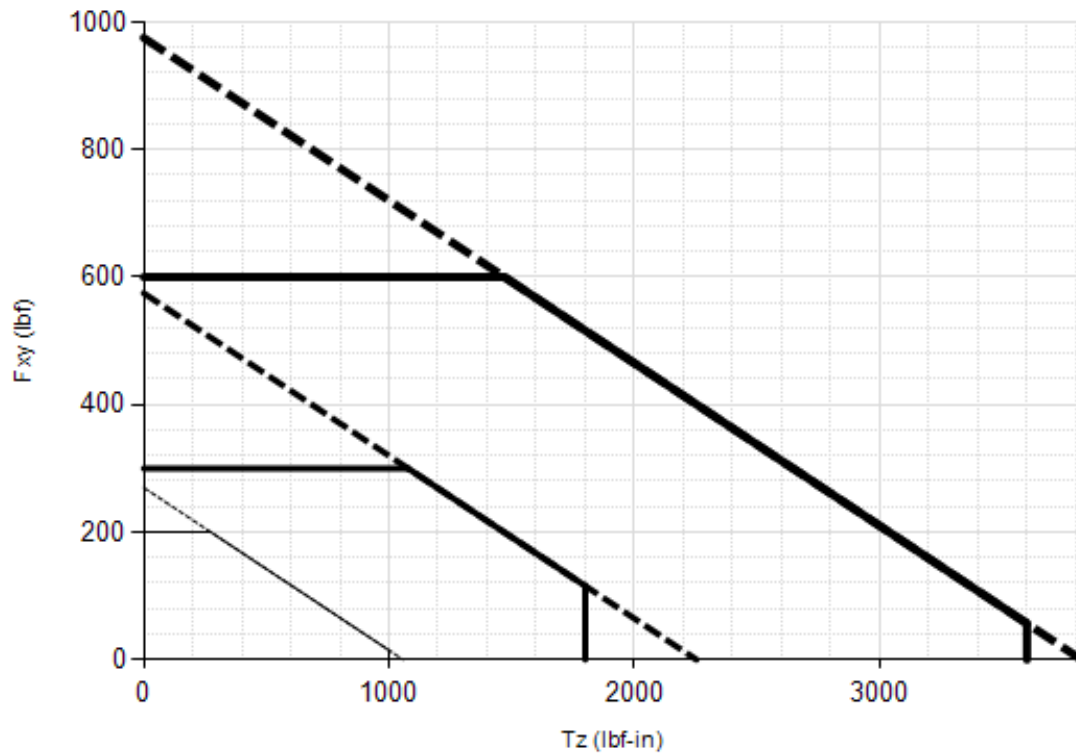
Tabelle 5.58 – Theta-Kalibrierung ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Theta	US-200-1000	200	500	1000	1000	1/32	1/16	1/8	1/8
Theta	US-300-1800	300	875	1800	1800	5/68	5/34	5/16	5/16
Theta	US-600-3600	600	1500	3600	3600	1/8	1/4	1/2	1/2
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Theta	SI-1000-120	1000	2500	120	120	1/4	1/4	1/40	1/80
Theta	SI-1500-240	1500	3750	240	240	1/2	1/2	1/20	1/40
Theta	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/2	1	1/20	1/20
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ⁴			

Anmerkungen:

- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgetragenen Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

5.15.2 Werkzeug-Transformationsfaktor

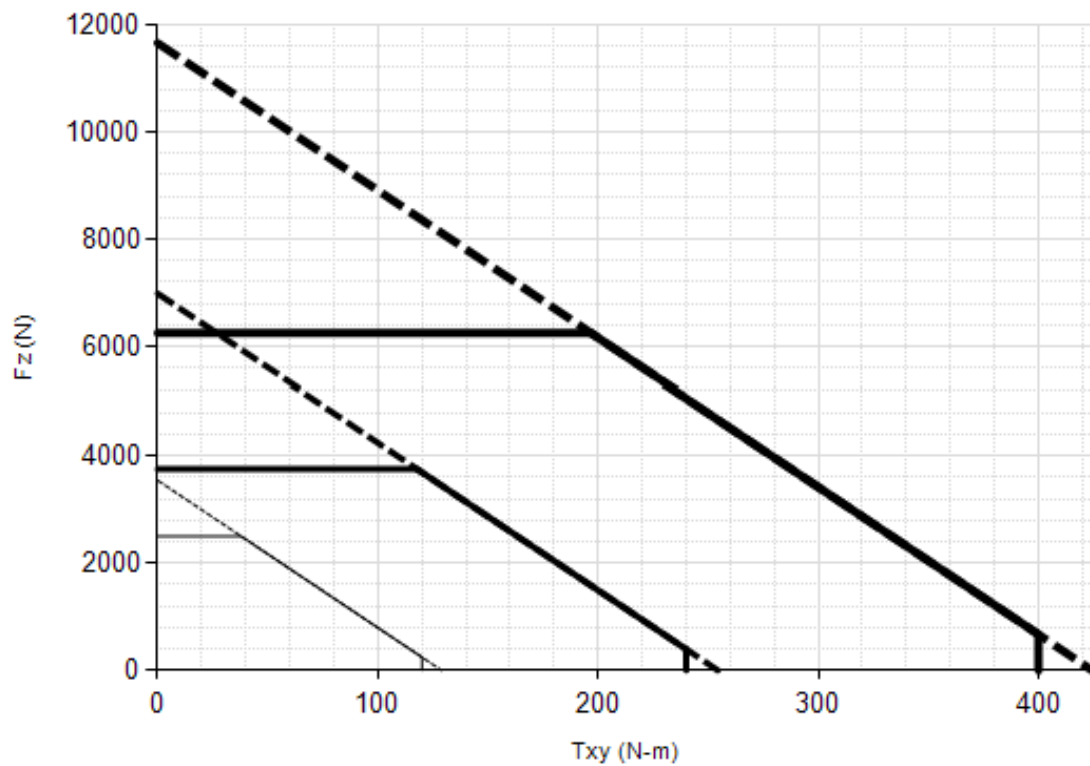
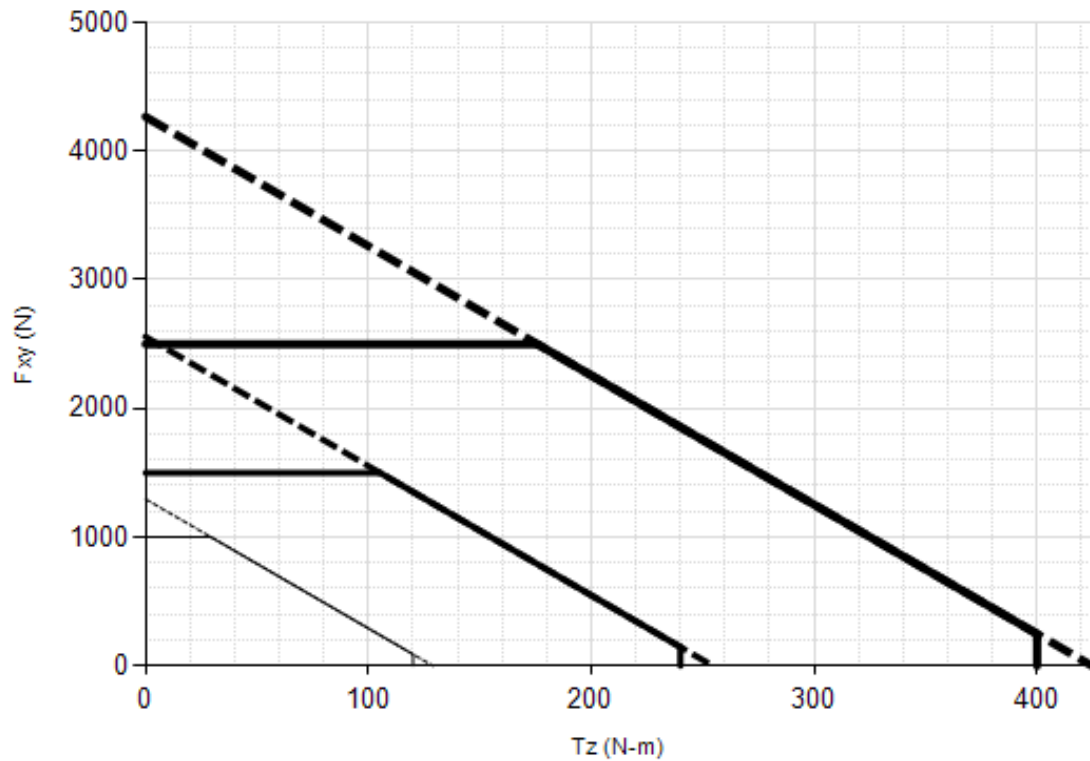
Tabelle 5.59 – Werkzeug-Transformationsfaktor			
Sensor	Kalibrierung	US (englisch)	SI (metrisch)
Theta	US-200–1000 / SI-1000–120	0,02 in/lbf	1 mm/N
Theta	US-300–1800 / SI-1500–240	0,0425 in/lbf	1 mm/N
Theta	US-600–3600 / SI-2500–400	0,02 in/lbf	2 mm/N



5.15.3 Theta (US-Kalibrierung komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)'

US-200-1000
 US-300-1800
 US-600-3600

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Warnhinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.



5.15.4 Theta (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)

□ — SI-1000-120 □ — SI-1500-240 □ — SI-2500-400

5.16 Omega85-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68-Versionen)

Tabelle 5.60 – Physikalische Eigenschaften von Omega85		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±2800 lbf	±13000 N
Fz	±6100 lbf	±27000 N
Txy	±4400 in-lb	±500 Nm
Tz	±5400 in-lb	±610 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,7 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,8 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$7,2 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$8,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,2 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$1,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	2100 Hz	2100 Hz
Fz, Tx, Ty	3000 Hz	3000 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	1,45 lb	0,658 kg
Durchmesser ¹	3,35 Zoll	85,1 mm
Höhe ¹	1,32 Zoll	33,4 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

Tabelle 5.61 – Omega85 IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±2800 lbf	±13000 N
Fz	±6100 lbf	±27000 N
Txy	±4400 in-lb	±500 Nm
Tz	±5400 in-lb	±610 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,4 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,7 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,8 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$7,2 \times 10^{-5}$ lbf-in/rad	$8,1 \times 10^{-4}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$1,2 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$1,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	4,2 lb	1,91 kg
Durchmesser ¹	3,65 Zoll	92,7 mm
Höhe ¹	1,52 Zoll	38,7 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



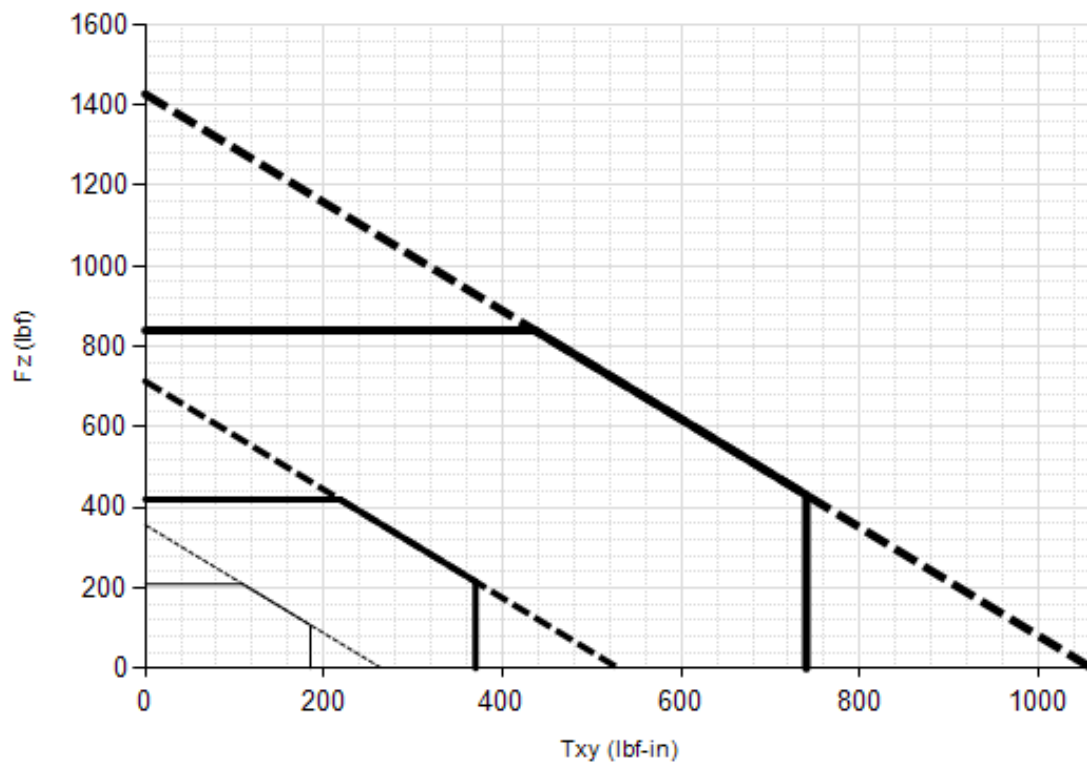
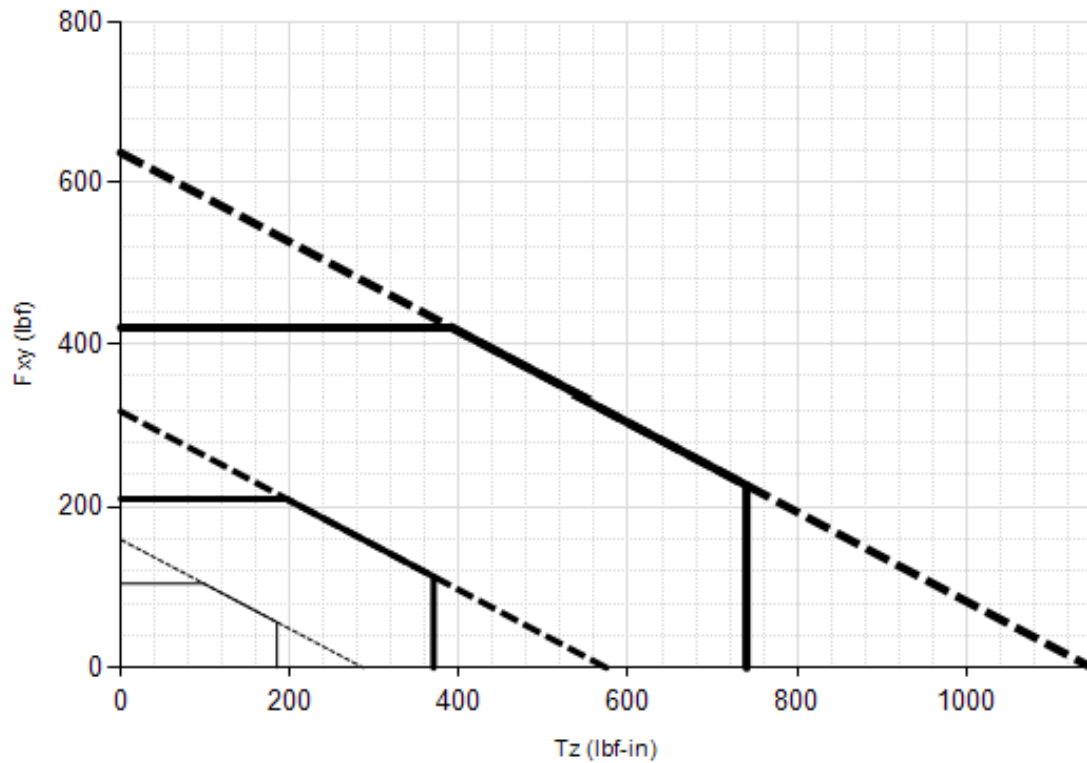
ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust ist das Ergebnis einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorpolarisierung des Wandlers in der Tiefe vor dem Aufbringen der zu messenden Last maskiert. Die folgenden Schätzungen gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Omega85	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 10 m Tiefe	128 lb	570 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-3,9 lb/ft × Tiefe in Fuß	-57 N/m × Tiefe in Metern

5.16.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.62 – Omega85-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega85	US-105-185	105	210	185	185	1/52	3/130	3/112	1/48
Omega85	US-210-370	210	420	370	370	5/128	3/64	3/56	1/24
Omega85	US-420-740	420	840	740	740	5/64	3/32	3/28	1/12
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega85	SI-475-20	475	950	20	20	14.01.	28.03.	14.05.1996	29.7.1992
Omega85	SI-950-40	950	1900	40	40	1/7	3/14	5/748	7/1496
Omega85	SI-1900-80	1900	3800	80	80	2/7	3/7	5/374	7/748
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung lässt sich durch Filterung verbessern.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt misst.									
3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite zu den physikalischen Eigenschaften.									
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.									

HINWEIS: Der Omega85 unterstützt keine integrierte Multiplexer-Karte und kann daher nicht mit dem F/T-Controller verwendet werden. Für F/T-Controller-Systeme empfehlen wir den Mini85.



5.16.2 Omega85 (US-Kalibrierung, komplexe Last) (inklusive IP65/IP68) ¹

US-105-185
 US-210-370
 US-420-740

5.17 Omega160-Spezifikationen (einschließlich IP60/IP65/IP68- Versionen)

HINWEIS: Bei Wandlerversionen ohne Durchgangsbohrung und ohne IP-Schutzart ist eine metallische Adapterplatte zu verwenden, die die zentrale Bohrung abdeckt.

Tabelle 5.63 – Physikalische Eigenschaften des Omega160

Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±3900 lbf	±18000 N
Fz	±11000 lbf	±48000 N
Txy	±15000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17000 inf-lb	±1900 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/in	$7,0 \times 10^7$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/in	$1,2 \times 10^8$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^5$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,6 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^5$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1300 Hz	1300 Hz
Fz, Tx, Ty	1000 Hz	1000 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	6 lb	2,72 kg
Durchmesser ¹	6,16 Zoll	157 mm
Höhe ¹	2,2 Zoll	55,9 mm

Hinweis:

1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.

Tabelle 5.64 – Omega160 IP160 Physikalische Eigenschaften

Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±3900 lbf	±18000 N
Fz	±11000 lbf	±48000 N
Txy	±15000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17000 inf-lb	±1900 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^5$ lb/in	$7,0 \times 10^7$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,8 \times 10^5$ lb/in	$1,2 \times 10^8$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^6$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^5$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,6 \times 10^6$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^5$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1100 Hz	1100 Hz
Fz, Tx, Ty	1000 Hz	1000 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	16,9 lb	7,67 kg
Durchmesser ¹	7,63 Zoll	194 mm
Höhe ¹	2,27 Zoll	57,7 mm

Hinweis:

1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.

Tabelle 5.65 – Omega160 IP65/IP68 Physikalische Eigenschaften		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±3900 lbf	±18000 N
Fz	±11000 lbf	±48000 N
Txy	±15000 inf-lb	±1700 Nm
Tz	±17000 inf-lb	±1900 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$4,0 \times 10^{-5}$ lb/in	$7,0 \times 10^{-7}$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$6,8 \times 10^{-5}$ lb/in	$1,2 \times 10^{-6}$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,9 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$3,3 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$4,6 \times 10^{-6}$ lbf-in/rad	$5,2 \times 10^{-5}$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	900 Hz	900 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	16 lb	7,26 kg
Durchmesser ¹	6,5 Zoll	165 mm
Höhe ¹	2,59 Zoll	65,9 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust ist auf eine druckbedingte Vorspannung am Wandler zurückzuführen. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Omega160	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 10 m Tiefe	429 lb	1907 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-13 lb/ft × Tiefe in Fuß	-191 N/m × Tiefe in Metern

5.17.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.66 – Omega160-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US-)Standard Kalibrierung	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega160	US-200-1000	200	500	1000	1000	1/32	1/16	1/8	1/8
Omega160	US-300-1800	300	875	1800	1800	5/68	5/34	5/16	5/16
Omega160	US-600-3600	600	1500	3600	3600	1/8	1/4	1/2	1/4
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega160	SI-1000-120	1000	2500	120	120	1/4	1/4	1/40	1/80
Omega160	SI-1500-240	1500	3750	240	240	1/4	1/2	1/20	1/40
Omega160	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/2	3/4	1/20	1/20
		Erfassungsbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

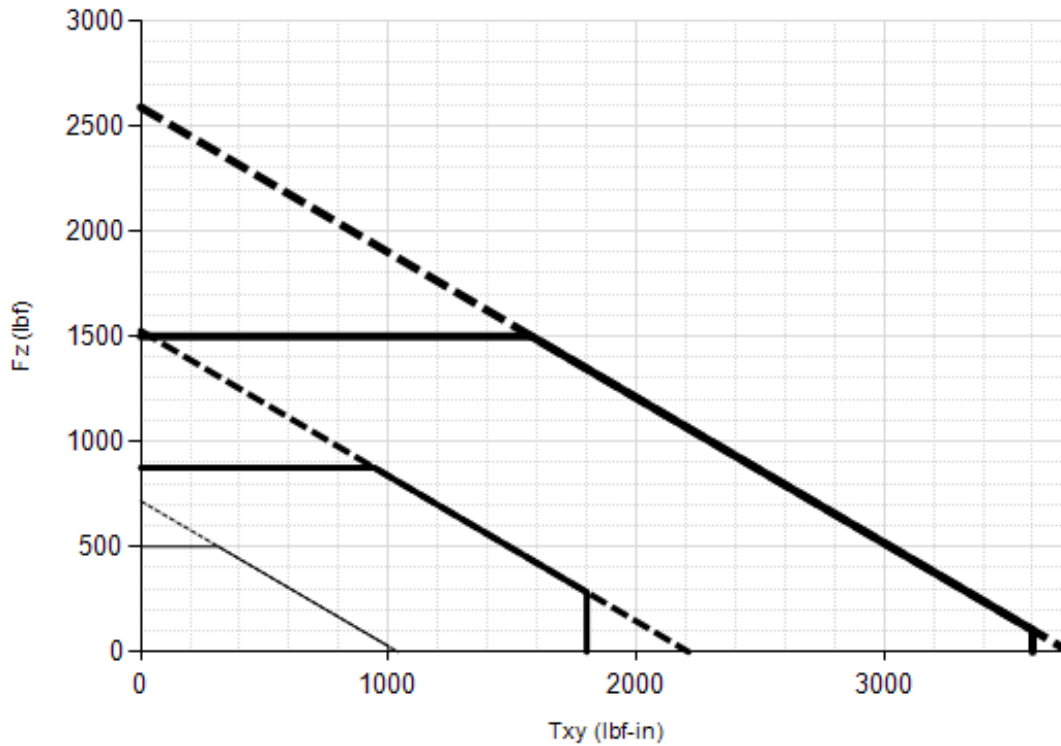
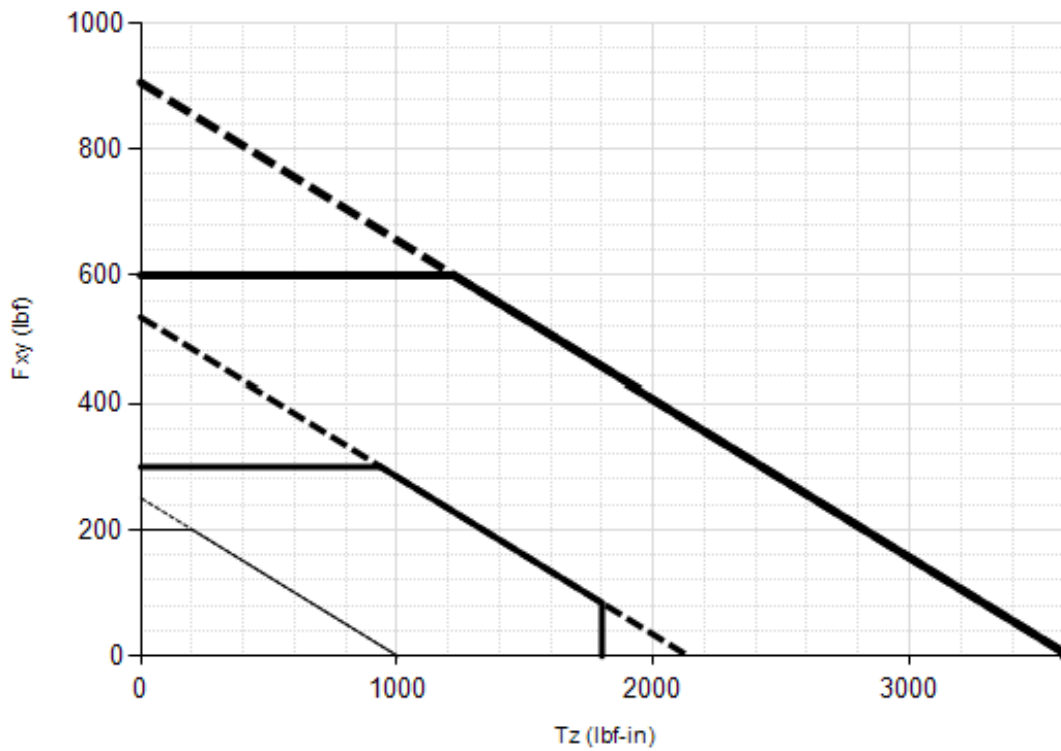
- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgetragenen Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.67 – Omega160 Gen 3-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx,Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega160	SI-625-100	625	1562,5	100	100	1/8	3/16	1/80	1/80
Omega160	SI-1250-200	1250	3125	200	200	1/8	3/16	1/80	1/80
Omega160	SI-2500-400	2500	6250	400	400	1/8	3/16	1/80	1/80
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden. 2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert. 3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									

5.17.2 Werkzeugtransformationsfaktor

Tabelle 5.68 – Werkzeugtransformationsfaktor			
Sensor	Kalibrierung	US (englisch)	SI (metrisch)
Omega160	US-200–1000 / SI-1000–120	0,02 in/lbf	1 mm/N
Omega160	US-300–1800 / SI-1500–240	0,0425 in/lbf	1 mm/N
Omega160	US-600–3600 / SI-2500–400	0,02 in/lbf	2 mm/N

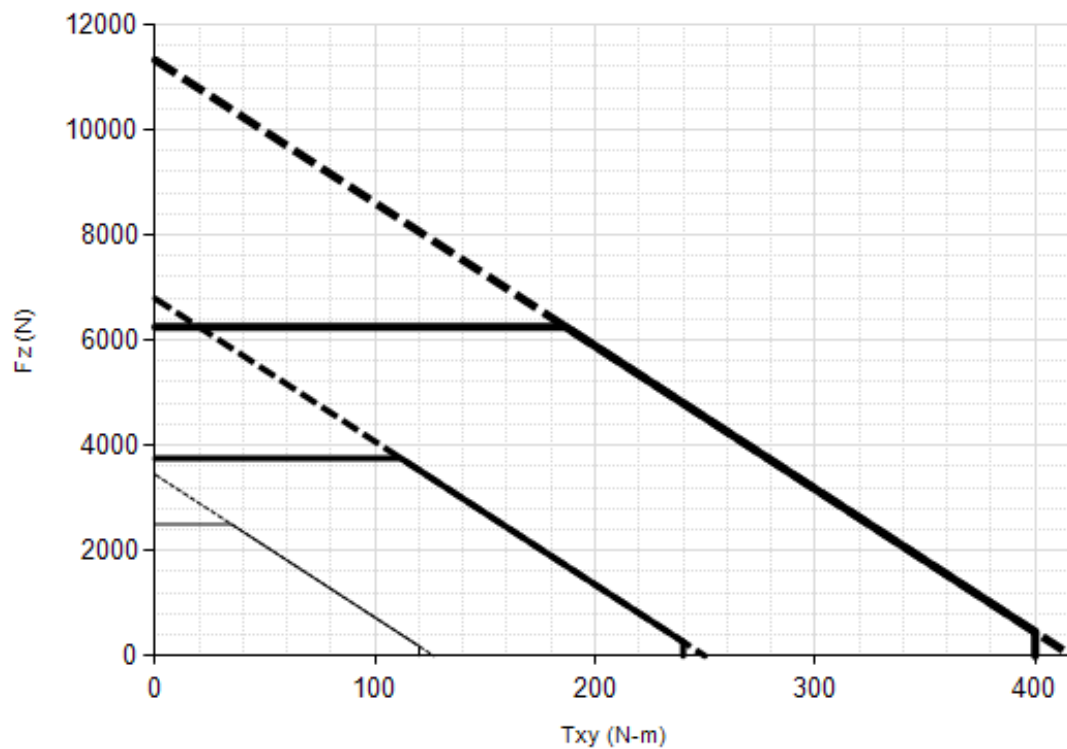
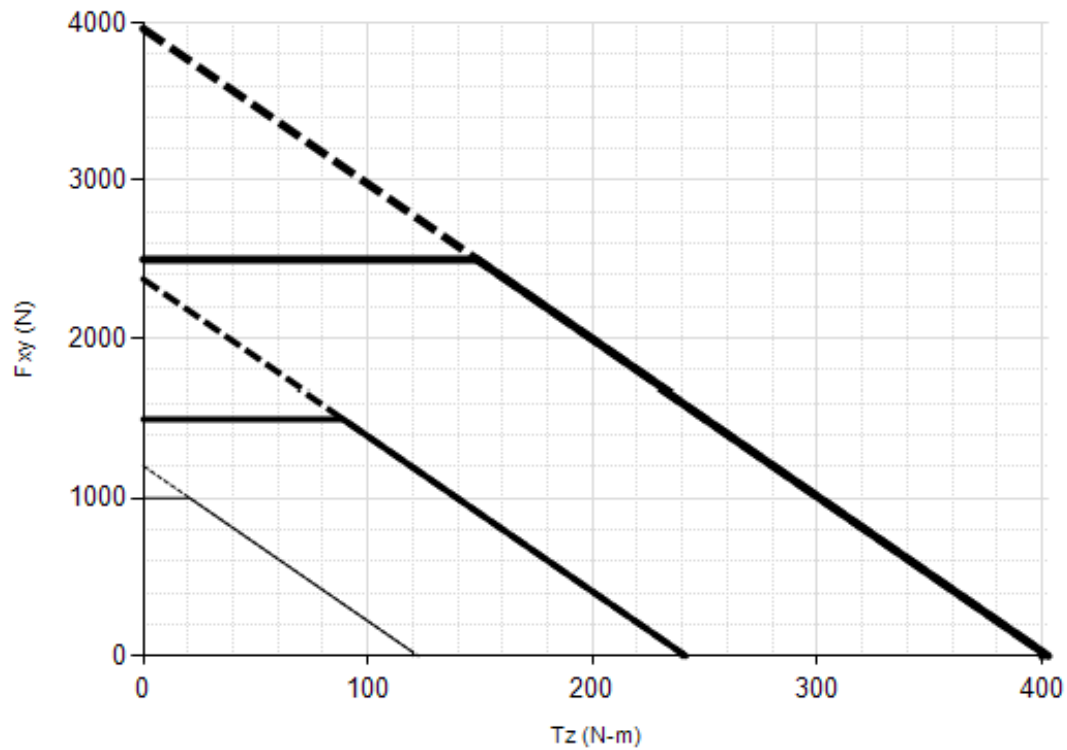
5.17.3 Omega160 (US-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



□ — US-200-1000 □ — US-300-1800 □ — US-600-3600

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.17.4 Omega160 (SI-Kalibrierung mit komplexer Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



□ SI-1000-120 □ SI-1500-240 □ SI-2500-400

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

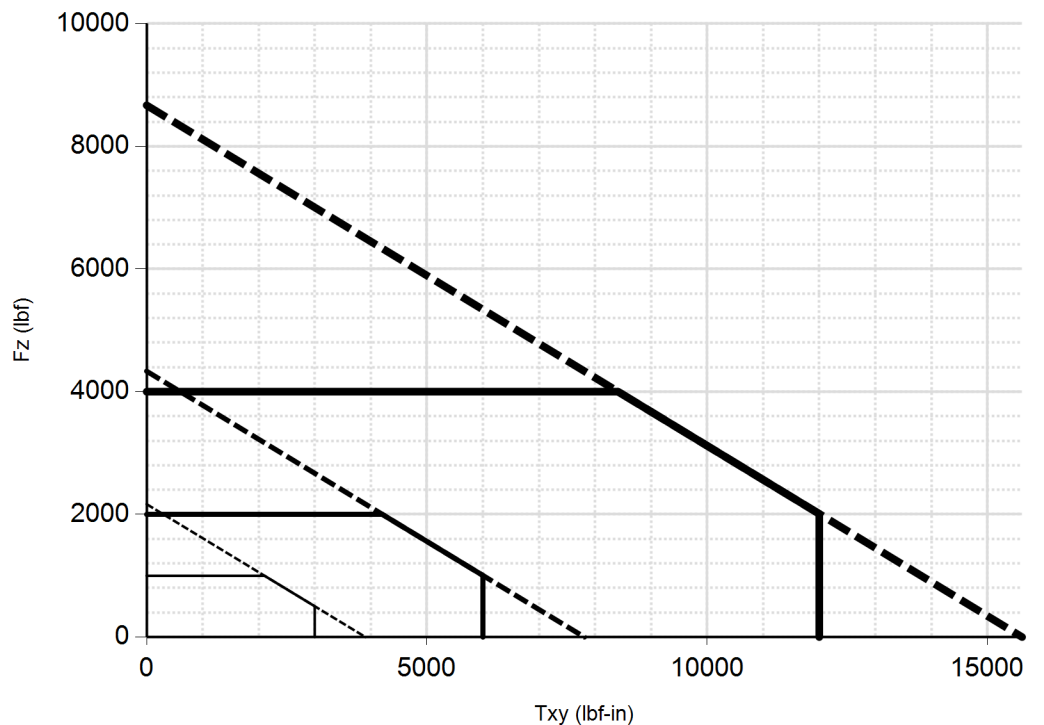
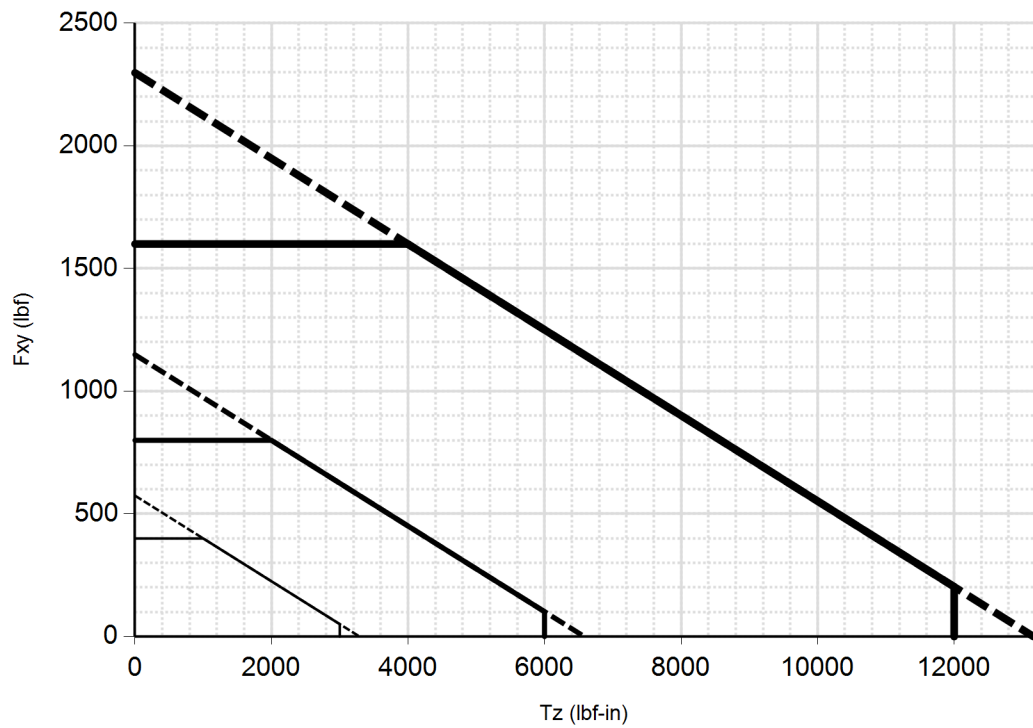
5.18 Omega190-sspezifikationen

Tabelle 5.69 – Physikalische Eigenschaften des Omega190		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±8000 lbf	±36000 N
F _z	±25000 lbf	±110000 N
T _{xy}	±60000 lbf-in	±6800 Nm
T _z	±60000 lbf-in	±6800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	$1,4 \times 10^6$ lb/in	$2,4 \times 10^5$ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	$2,1 \times 10^6$ lb/in	$3,6 \times 10^5$ N/m
Drehmoment der X- und Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	k. A.	k. A.
F _z , T _x , T _y	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	14 lb	6,35 kg
Durchmesser ¹	7,48 Zoll	190 mm
Höhe ¹	2,2 Zoll	55,9 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.18.1 Kalibrierungsspezifikationen

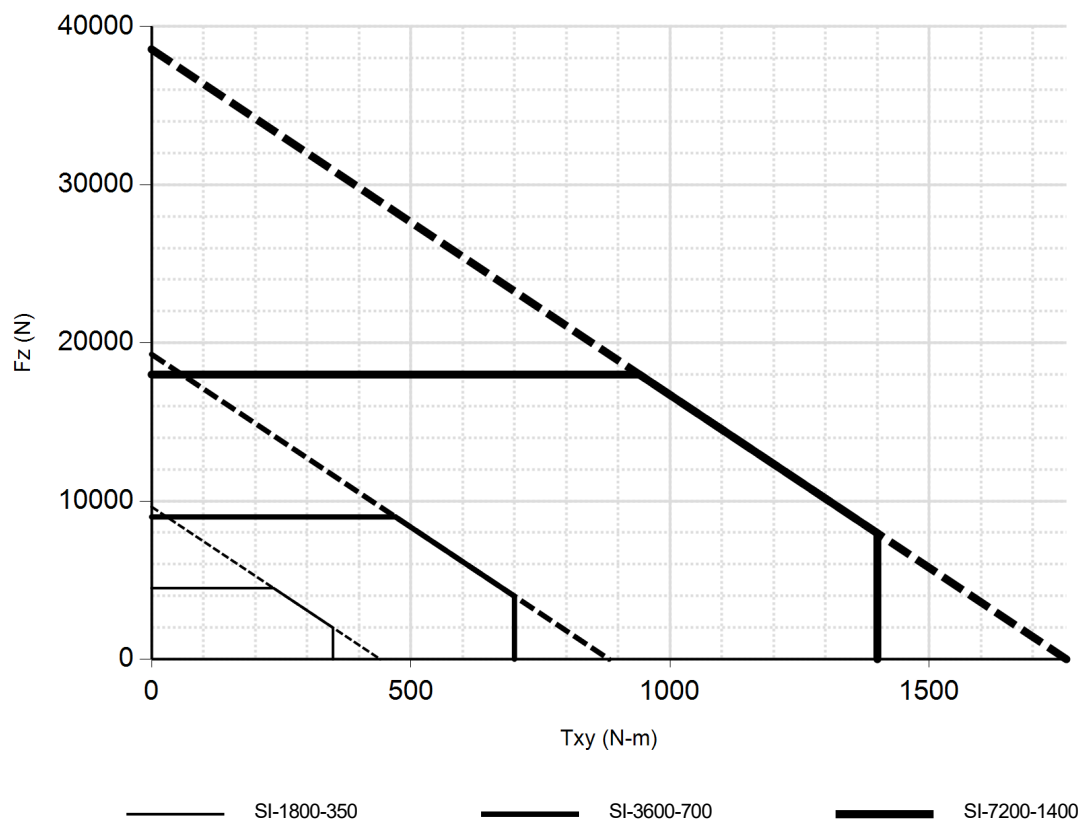
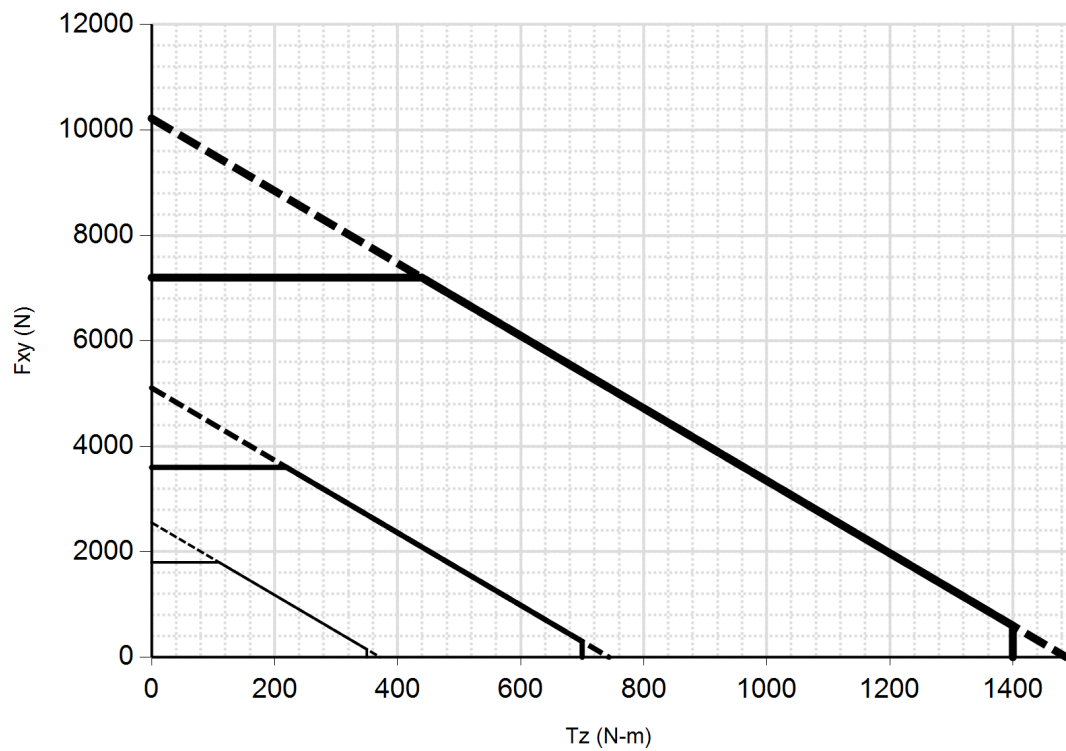
Tabelle 5.70 – Omega190-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx, Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega190	US-400-3000	400	1000	3000	3000	5/64	5/32	15/32	5/16
Omega190	US-800-6000	800	2000	6000	6000	5/32	5/16	15/16	5/8
Omega190	US-1600-12000	1600	4000	12000	12000	5/16	5/8	1 7/8	1 1/4
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega190	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	5/96	5/144
Omega190	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/4	1 1/2	5/48	5/72
Omega190	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	1 1/2	3	5/24	5/36
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen entsprechen der effektiven Auflösung nach Unterdrückung von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.									
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.									
3. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite zu den physikalischen Eigenschaften.									
4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.									

5.18.2 Omega190 (US-Kalibrierung bei komplexer Belastung)



US-400-3000
 US-800-6000
 US-1600-12000

5.18.3 Omega190 (Beladung des SI-Kalibrierungskomplexes)



SI-1800-350
 SI-3600-700
 SI-7200-1400

5.19 Omega191 – Technische Daten (einschließlich Versionen mit IP60/IP65/IP68-)

HINWEIS: Bei Messwandlerversionen ohne Durchgangsbohrung und ohne IP-Schutzart ist eine metallische Adapterplatte zu verwenden, die die zentrale Bohrung abdeckt.

Tabelle 5.71 – Physikalische Eigenschaften des Omega191

Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±8000 lbf	±36000 N
Fz	±25000 lbf	±110000 N
Txy	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/in	$2,4 \times 10^6$ N/m
Kraft in Z-Richtung (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/in	$3,6 \times 10^6$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	k. A.	k. A.
Fz, Tx, Ty	k. A.	n. a.
Technische Daten		
Gewicht ¹	20,8 lb	9,41 kg
Durchmesser ¹	7,48 Zoll	190 mm
Höhe ¹	2,52 Zoll	64 mm

Hinweis:

1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.

Tabelle 5.72 – Omega191 IP60 – Physikalische Eigenschaften

Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±8000 lbf	±36000 N
Fz	±25000 lbf	±110000 N
Txy	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/in	$2,4 \times 10^6$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/in	$3,6 \times 10^6$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1200 Hz	1200 Hz
Fz, Tx, Ty	1200 Hz	1200 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	31 lb	14,1 kg
Durchmesser ¹	9,37 Zoll	238 mm
Höhe ¹	2,9 Zoll	73,7 mm

Hinweis:

1. Die technischen Daten umfassen Standard-Anschlussplatten.

Tabelle 5.73 – Omega191 IP65/IP68 – Physikalische Eigenschaften		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±8000 lbf	±36000 N
Fz	±25000 lbf	±110000 N
Txy	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Tz	±60000 inf-lb	±6800 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (Kx, Ky)	$1,4 \times 10^6$ lb/in	$2,4 \times 10^6$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$2,1 \times 10^6$ lb/in	$3,6 \times 10^6$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$1,4 \times 10^7$ lbf-in/rad	$1,5 \times 10^6$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$2,8 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,2 \times 10^6$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	1400 Hz	1400 Hz
Fz, Tx, Ty	980 Hz	980 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	29 lb	13,2 kg
Durchmesser ¹	8,03 Zoll	204 mm
Höhe ¹	2,94 Zoll	74,8 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



VORSICHT: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Verringerung des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust resultiert aus einer druckbedingten Vorspannung am Wandler. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Omega191	US	Metrisch
Fz-Vorspannung in 10 m Tiefe	661 lb	2941 N
Fz-Vorspannung in anderen Tiefen	-20 lb/ft × Tiefe in Fuß	-294 N/m × Tiefe in Metern

5.19.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.74 – Omega191-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega191	US-400-3000	400	1000	3000	3000	5/64	5/32	15/32	5/16
Omega191	US-800-6000	800	2000	6000	6000	5/32	5/16	15/16	5/8
Omega191	US-1600-12000	1600	4000	12000	12000	5/16	5/8	1 7/8	1 1/4
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Danke, danke (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega191	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	5/96	5/144
Omega191	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/4	1 1/2	5/48	5/72
Omega191	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	1 1/2	3	5/24	5/36
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.

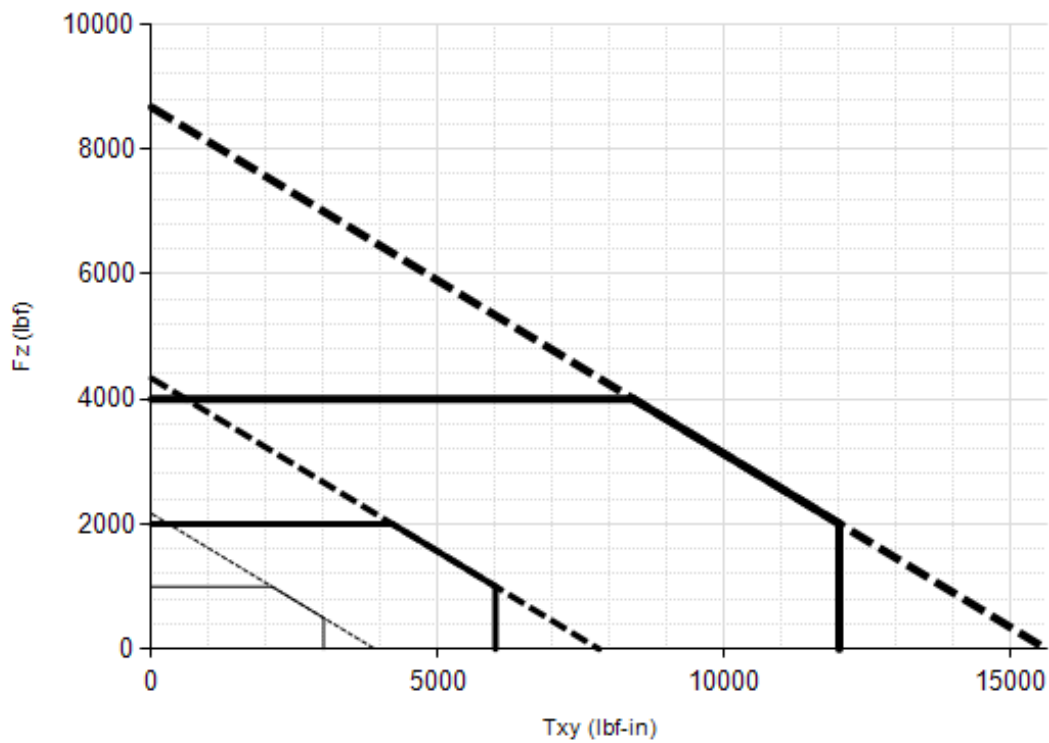
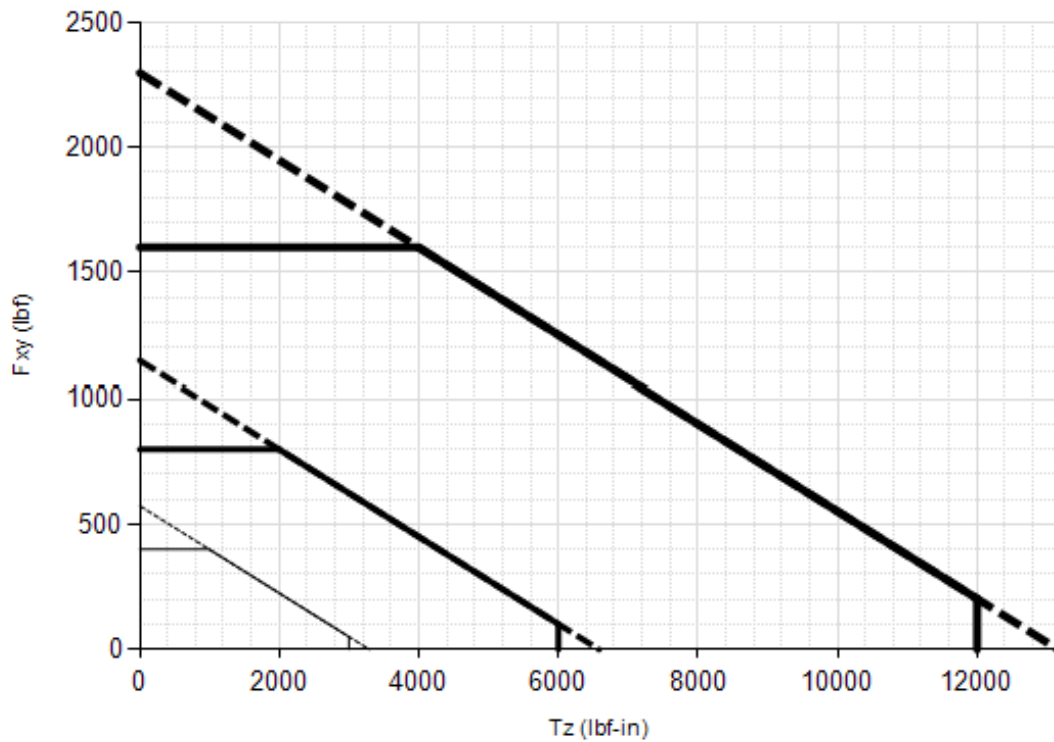
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.

3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

4. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.75 – Kalibrierungen für Omega191 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega191	SI-1800-350	1800	4500	350	350	3/8	3/4	521/10000	347/10000
Omega191	SI-3600-700	3600	9000	700	700	3/8	3/4	521/10000	347/10000
Omega191	SI-7200-1400	7200	18000	1400	1400	3/8	3/4	521/10.000	347/10000
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T) ⁴			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden. 2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann. 3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									

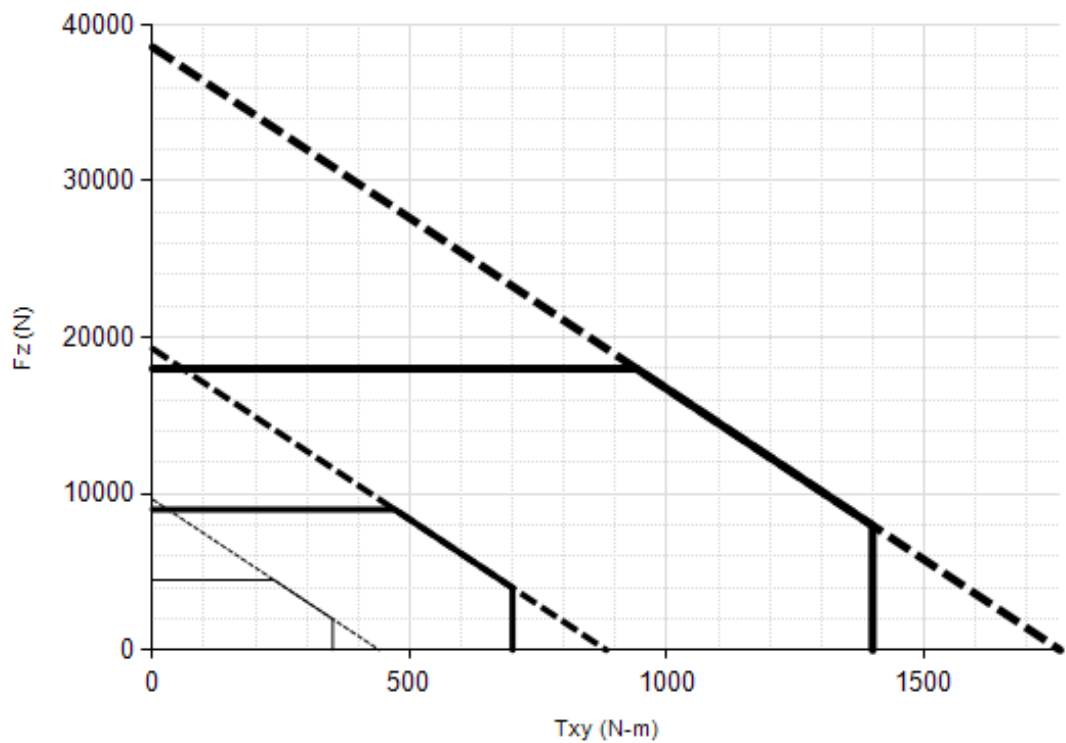
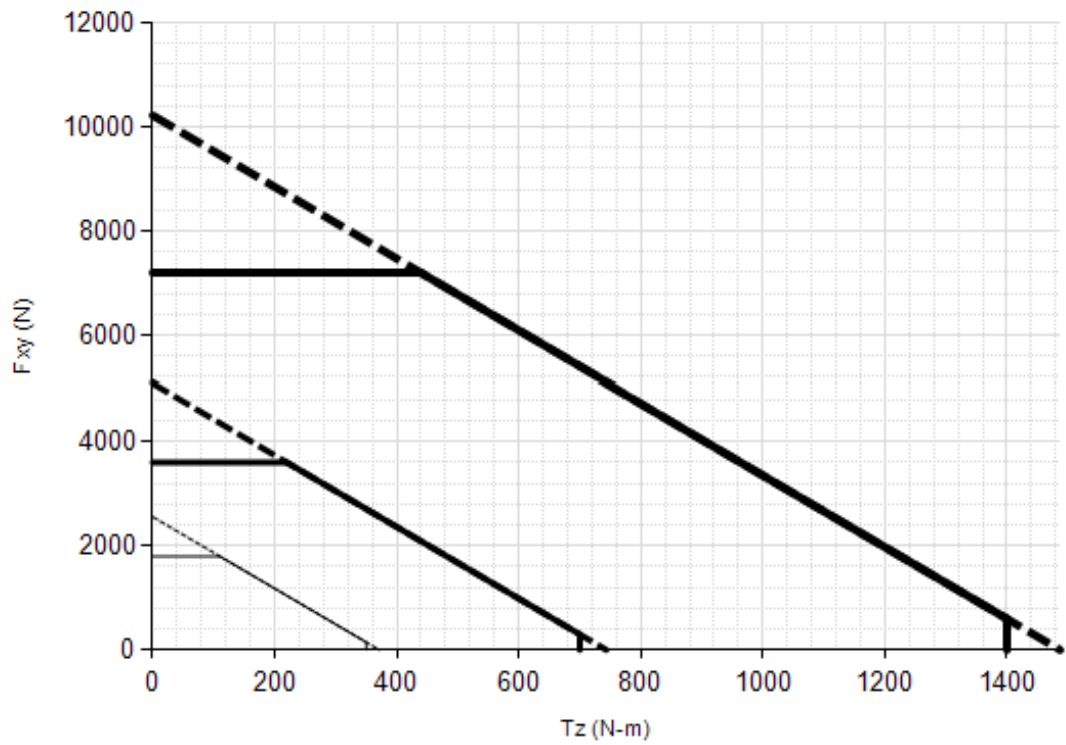
5.19.2 Omega191 (US-Kalibrierung für komplexe Belastungen) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



US-400-3000
 US-800-6000
 US-1600-12000

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.19.3 Omega191 (SI-Kalibrierung mit komplexer Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



□ — SI-1800-350 □ — SI-3600-700 □ — SI-7200-1400

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.20 Omega250-Spezifikationen (einschließlich „IP60/IP65/IP68“)

Tabelle 5.76 – Physikalische Eigenschaften des Omega250 (einschließlich IP60/IP65/IP68)		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
Fxy	±37000 lbf	±160000 N
Fz	±74000 lbf	±330000 N
Txy	±180.000 in-lb	±21000 Nm
Tz	±220.000 in-lb	±25000 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte in X- und Y-Richtung (Kx, Ky)	$2,4 \times 10^6$ lb/in	$4,2 \times 10^6$ N/m
Z-Achsen-Kraft (Kz)	$3,2 \times 10^6$ lb/in	$5,6 \times 10^6$ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (Ktx, Kty)	$2,7 \times 10^7$ lbf-in/rad	$3,0 \times 10^6$ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (Ktz)	$5,5 \times 10^7$ lbf-in/rad	$6,2 \times 10^6$ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
Fx, Fy, Tz	780 Hz	780 Hz
Fz, Tx, Ty	770 Hz	770 Hz
Technische Daten		
Gewicht ¹	70 lb	31,8 kg
Durchmesser ¹	11,6 Zoll	295 mm
Höhe ¹	3,74 Zoll	94,9 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		



ACHTUNG: Im untergetauchten Zustand weisen IP68-Wandler eine Abnahme des Fz-Bereichs auf, die von der Eintauchtiefe abhängt. Dieser Verlust ist auf eine druckbedingte Vorspannung am Wandler zurückzuführen. Die Vorspannung kann durch Vorbelasten des Wandlers in der Tiefe vor dem Anlegen der zu messenden Last kompensiert werden. Die folgenden Schätzwerte gelten für Süßwasser bei Raumtemperatur auf Meereshöhe.

Eintauchtiefe		
IP68 Omega250	US	Metrisch
Fz-Vorspannung bei 10 m Tiefe	-1138 lb	-5061 N
Fz-Vorspannung bei anderen Tiefen	-35 lb/ft × Tiefe in Fuß	-506 N/m × Tiefe in Metern

5.20.1 Kalibrierungsspezifikationen

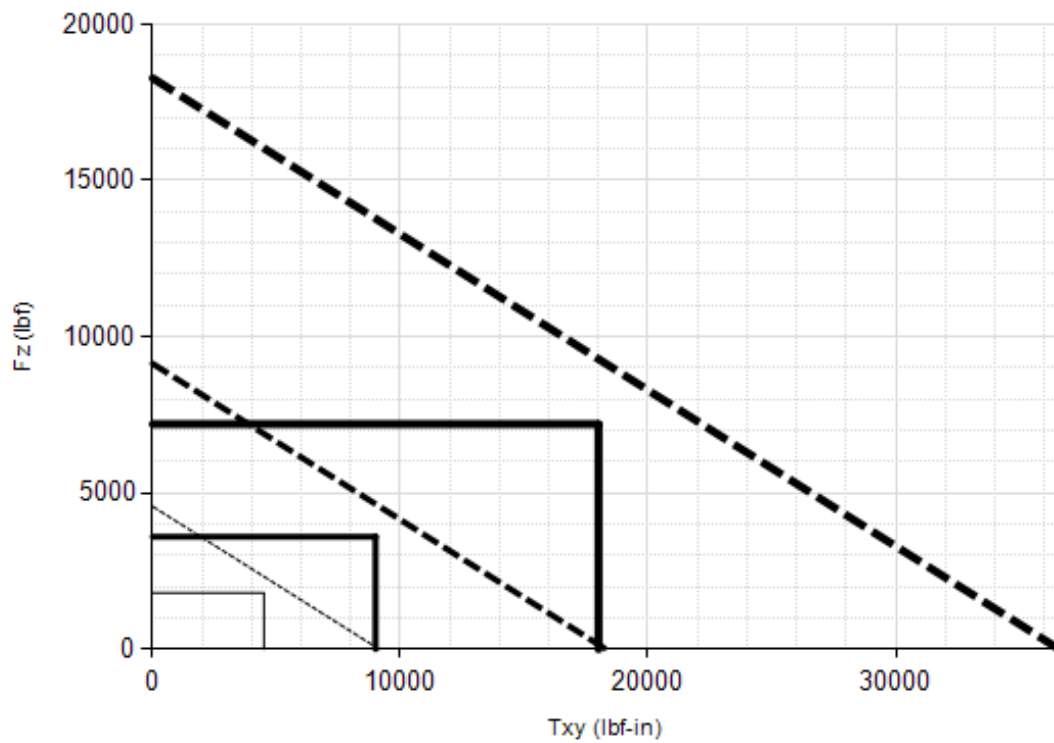
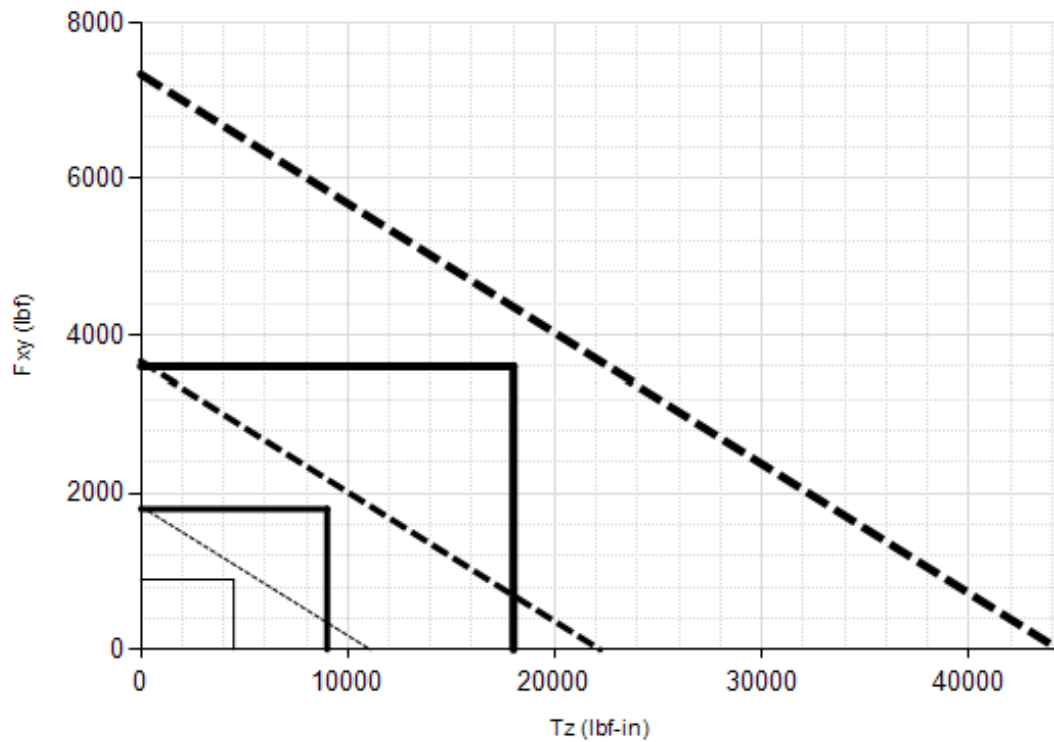
Tabelle 5.77 – Omega250-Kalibrierungen (ohne CTL-Kalibrierungen) ¹⁾⁽²⁾									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz ³ (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega250	US-900-4500	900	1800	4500	4500	1/2	1/2	1	1
Omega250	US-1800-9000	1800	3600	9000	9000	1	1	2	2
Omega250	US-3600-18000	3600	7200	18000	18000	2	2	5	5
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega250	SI-4000-500	4000	8000	500	500	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-8000-1000	8000	16000	1000	1000	2	4	1/4	1/4
Omega250	SI-16000-2000	16000	32000	2000	2000	4	8	1/2	1/2
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Netto F/T) ⁴			

Anmerkungen:

- Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
- Die aufgetragenen Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.
- Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.
- Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.78 – Kalibrierungen für Omega250 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)	Fx,Fy (N)	Fz ³ (N)	Tx, Ty (Nm)	Tz (Nm)
Omega250	SI-4000-500	4000	8000	500	500	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-8000-1000	8000	16000	1000	1000	1	2	1/8	1/8
Omega250	SI-16000-2000	16000	32000	2000	2000	1	2	1/8	1/8
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			
Anmerkungen:									
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen. Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden. 2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert. 3. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.									

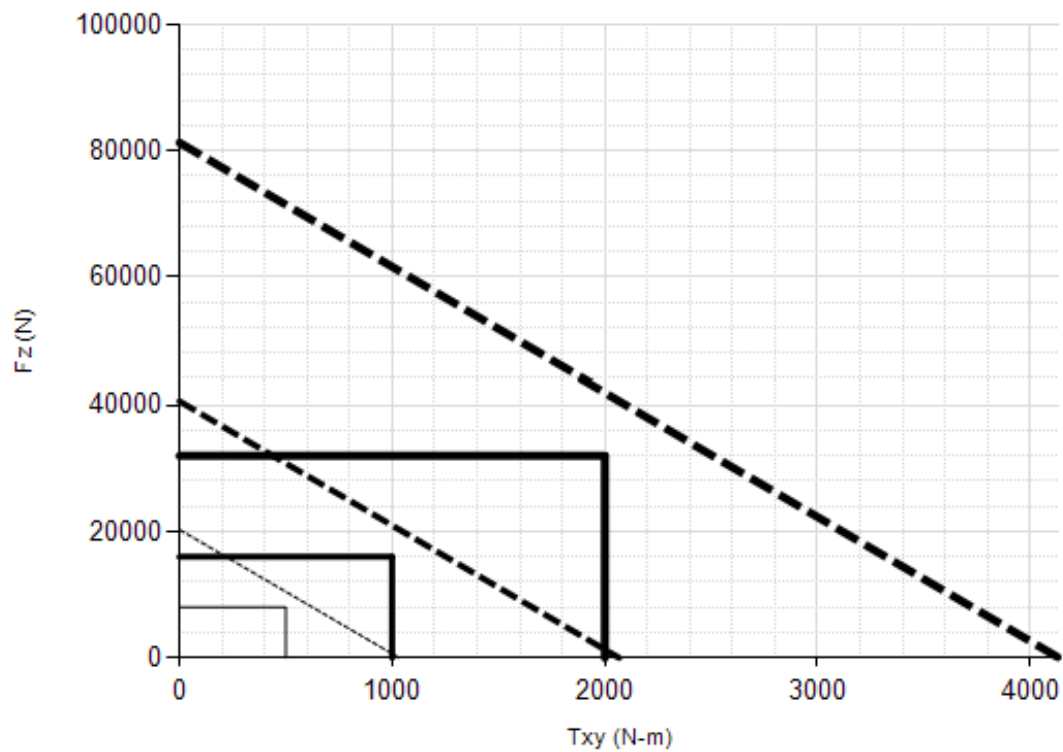
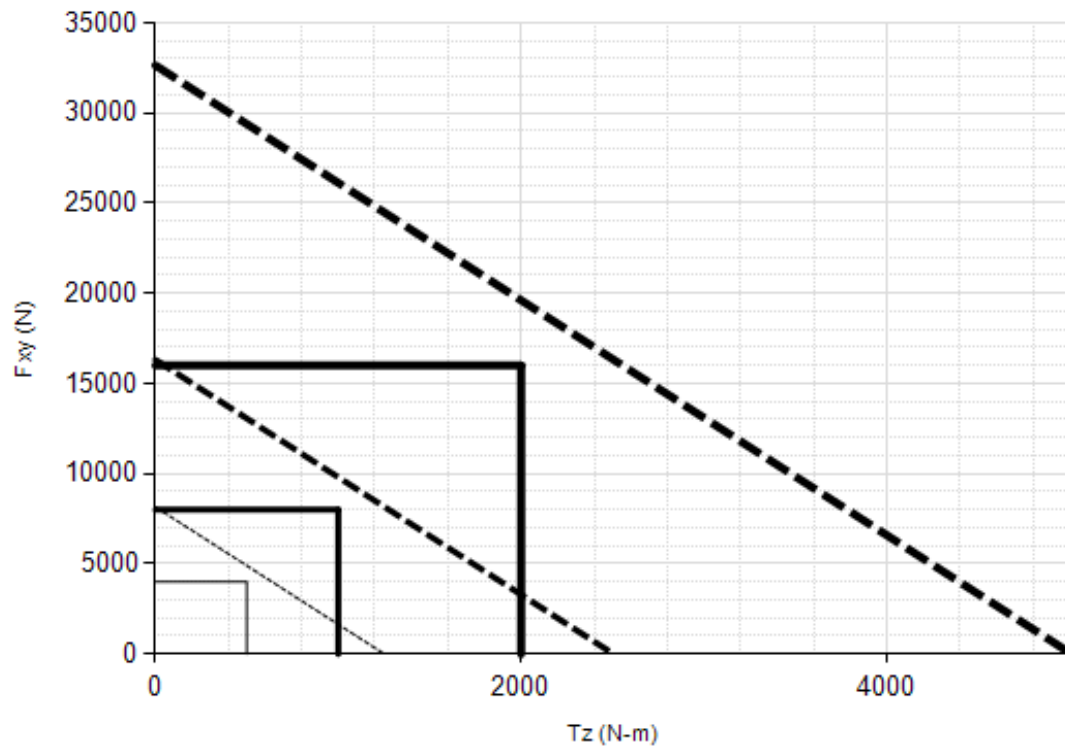
5.20.2 Omega250 (US-Kalibrierung für komplexe Belastungen) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



US-900-4500
 US-1800-9000
 US-3600-18000

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.20.3 Omega250 (SI-Kalibrierung mit komplexer Last) (einschließlich IP60/IP65/IP68)



— SI-4000-500

— SI-8000-1000

— SI-16000-2000

Hinweis: 1. Für die IP68-Version siehe den Hinweis auf der Seite „Physikalische Eigenschaften“.

5.21 Technische Daten Omega331 (einschließlich IP65)

Tabelle 5.79 – Physikalische Eigenschaften des Omega331 (einschließlich IP60/IP65)		
Einachsige Überlast	(US) Standard-Einheiten	(SI) Metrische Einheiten
F _{xy}	±53000 lbf	±240000 N
F _z	±120000 lbf	±520000 N
T _{xy}	±280.000 inf-lb	±32000 Nm
T _z	±320.000 inf-lb	±36000 Nm
Steifigkeit (berechnet)		
Kräfte auf der X- und Y-Achse (K _x , K _y)	6,9×10 ⁶ lb/in	1,2 × 10 ⁹ N/m
Z-Achsen-Kraft (K _z)	7,3×10 ⁶ lb/in	1,3 × 10 ⁹ N/m
Drehmoment X-Achse & Y-Achse (K _{tx} , K _{ty})	8,1 × 10 ⁷ lbf-in/rad	9,2 × 10 ⁶ Nm/rad
Drehmoment der Z-Achse (K _{tz})	2,1 × 10 ⁸ lbf-in/rad	2,4 × 10 ⁷ Nm/rad
Resonanzfrequenz		
F _x , F _y , T _z	k. A.	k. A.
F _z , T _x , T _y	k. A.	k. A.
Technische Daten		
Gewicht ¹	104 lb	47 kg
Durchmesser ¹	13 Zoll	330 mm
Höhe ¹	4,22 Zoll	107 mm
Hinweis: 1. Die technischen Daten beinhalten Standard-Anschlussplatten.		

5.21.1 Kalibrierungsspezifikationen

Tabelle 5.80 – Omega331-Kalibrierungen ^{1,2}									
Sensor	(US) Standard Kalibrierung	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)	Fx,Fy (lbf)	Fz (lbf)	Tx, Ty (lbf-in)	Tz (lbf-in)
Omega331	US-2250-13000	2250	5250	13000	13000	3/8	1	3 3/4	1 7/8
Omega331	US-4500-26000	4500	10500	26000	26000	3/4	2	7 1/2	3 3/4
Omega331	US-9000-52000	9000	21000	52000	52000	1 1/2	4	15	7 1/2
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx, Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)	Fx,Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)
Omega331	SI-10000-1500	10	22	1,5	1,5	1/640	1/240	3/8000	3/16000
Omega331	SI-20000-3000	20	44	3	3	1/320	1/120	3/4000	3/8000
Omega331	SI-40000-6000	40	88	6	6	1/160	1/60	3/2000	3/4000
		Messbereiche				Auflösung (DAQ, Net F/T) ³			

Anmerkungen:

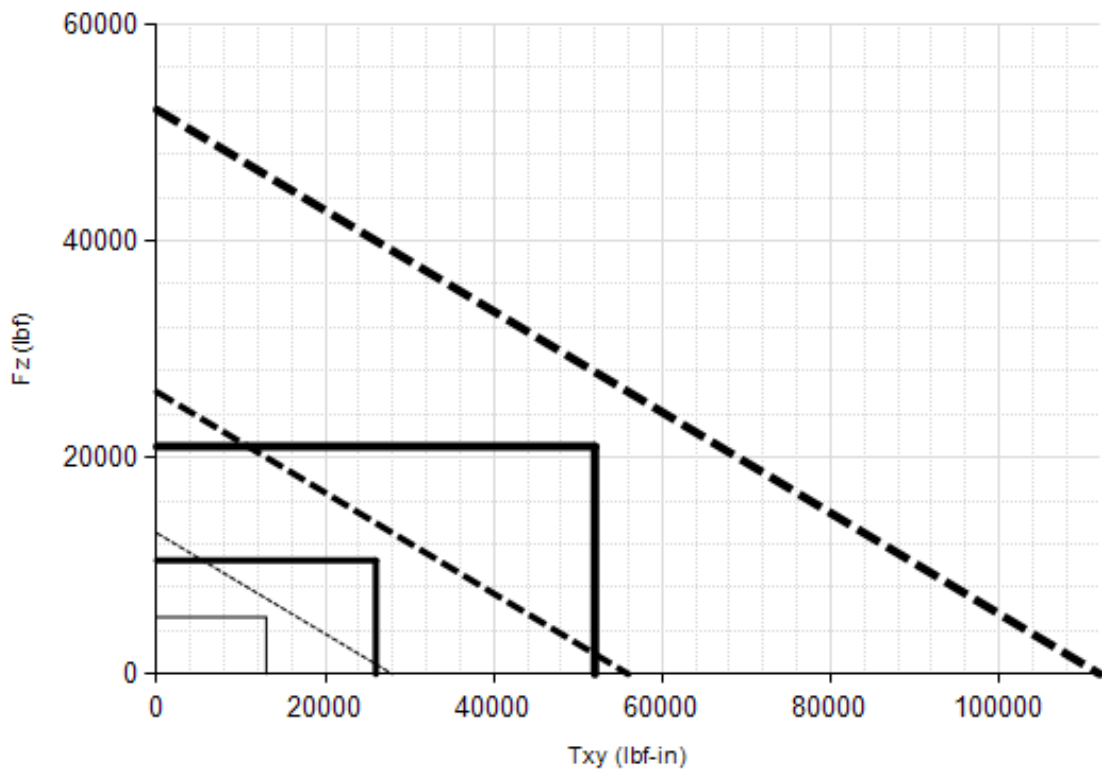
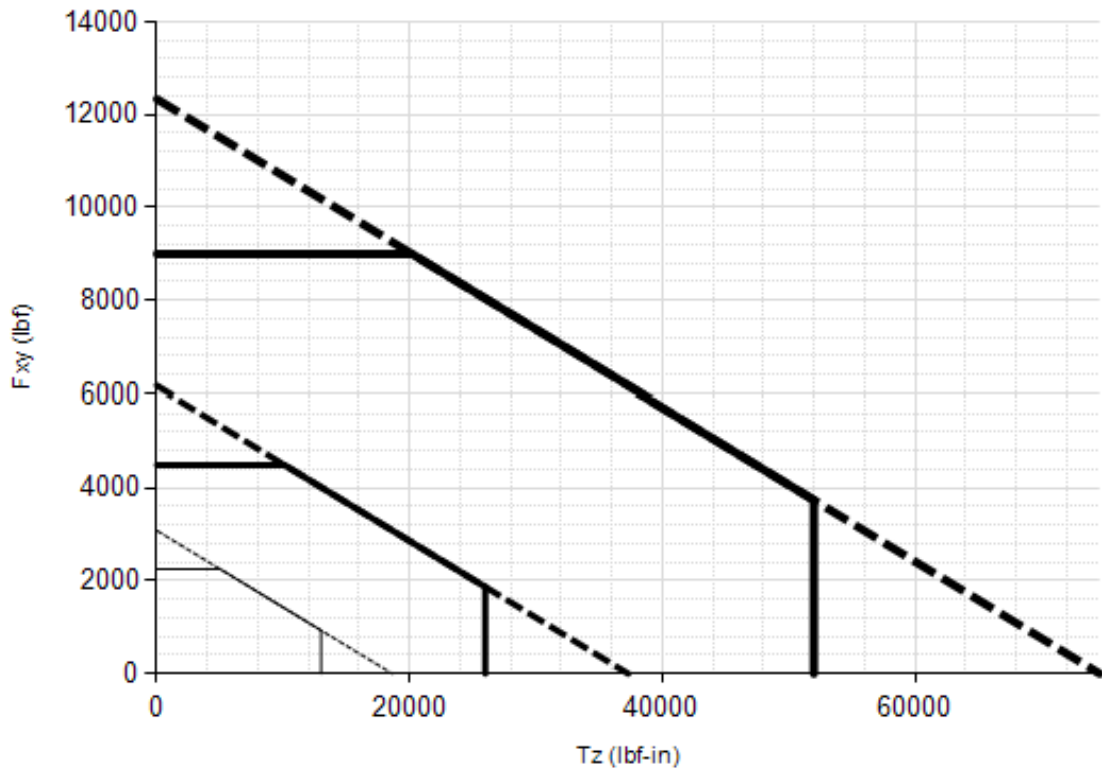
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Abzug von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des zulässigen Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekte Messwerte liefert.
3. Die DAQ-Auflösungen sind typisch für ein 16-Bit-Datenerfassungssystem.

Tabelle 5.81 – Kalibrierungen für Omega331 Gen 3 ^{(1),2}									
Sensor	(SI) Metrisch Kalibrierung	Fx,Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)	Fx,Fy (kN)	Fz (kN)	Tx, Ty (kNm)	Tz (kNm)
Omega331	SI-10000-1500	10	22	1,5	1,5	1/64	1/24	3/800	3/16
Omega331	SI-20000-3000	20	44	3	3	1/64	1/24	3/800	3/16
Omega331	SI-40000-6000	40	88	6	6	1/64	1/24	3/800	3/16
		Erfassungsbereiche				Auflösung (NETrs F/T)			

Anmerkungen:

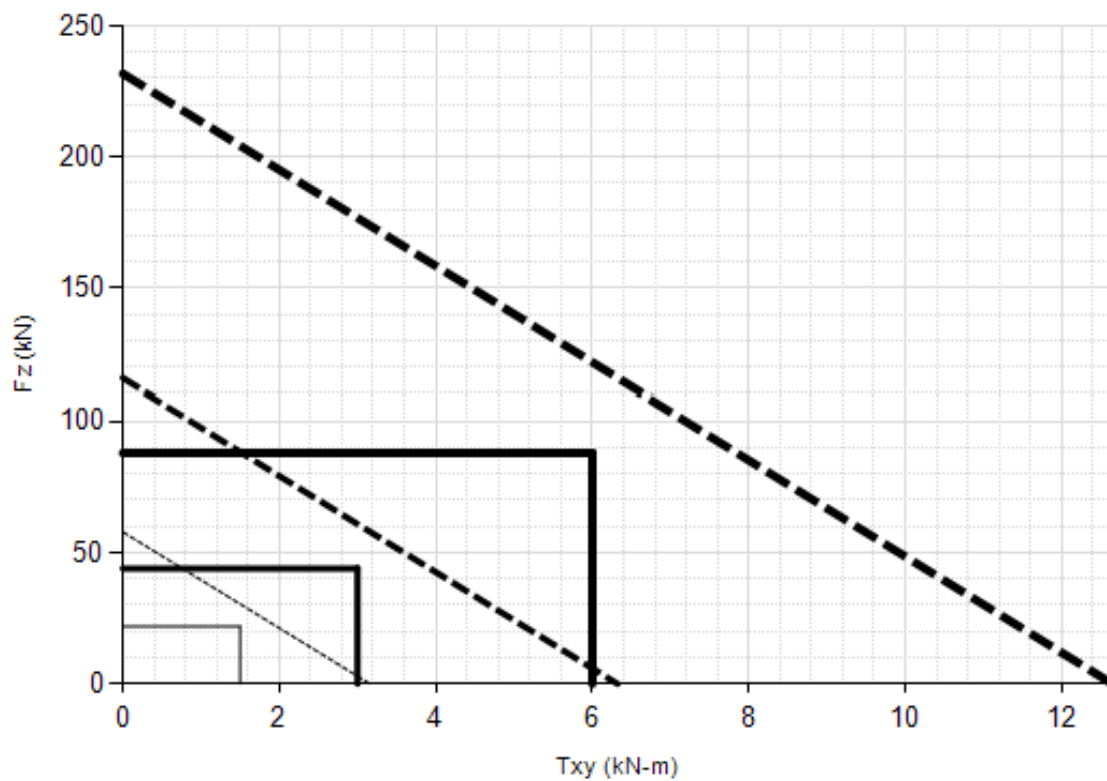
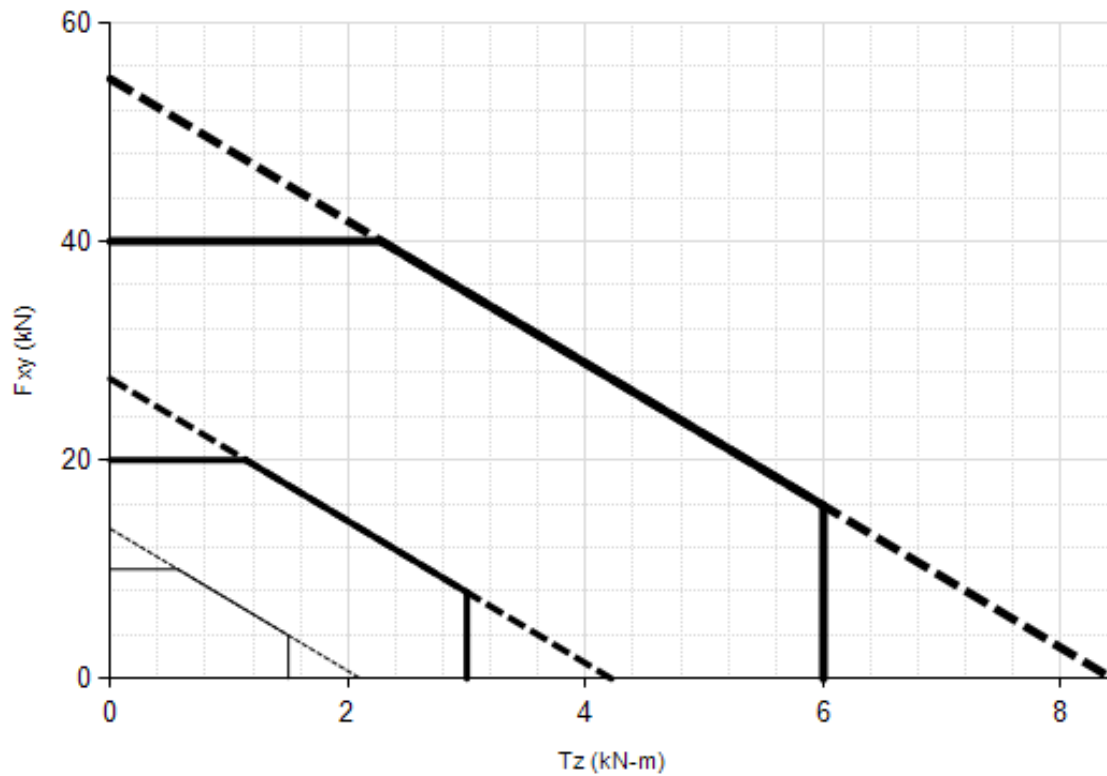
1. Die angegebenen Systemauflösungen sind die effektive Auflösung nach Unterdrückung von vier Rauschimpulsen.
Die effektive Auflösung kann durch Filterung verbessert werden.
2. Die aufgebrachten Lasten müssen in jeder der sechs Achsen innerhalb des Bereichs liegen, damit der F/T-Sensor korrekt messen kann.

5.21.2 Omega331 (US-Kalibrierung mit komplexer Belastung) (einschließlich IP65)



US-2250-13000
 US-4500-26000
 US-9000-52000

5.21.3 Omega331 (SI-Kalibrierung, komplexe Belastung) (einschließlich IP65)



SI-10000-1500
 SI-20000-3000
 SI-40000-6000

6. Diagnose und Wartung von Messen

6.1 Reduzierung von Störgeräuschen

6.1.1 Mechanische Schwingungen bei der „

In vielen Fällen handelt es sich bei wahrgenommenem Rauschen tatsächlich um eine reale Schwankung der Kraft und/oder des Drehmoments. Diese Schwankung wird durch Schwingungen im Werkzeug oder im Roboterarm verursacht. Viele F/T-Systeme bieten Filter- oder Mittelungsfunktionen, die das Rauschen glätten können. Reicht dies nicht aus, sollten Sie erwägen, der Anwendungssoftware einen digitalen Filter hinzuzufügen.

6.1.2 Elektrische Interferenzen bei der F/T-

Wenn Störungen durch Motoren oder andere geräuschverursachende Geräte festgestellt werden, überprüfen Sie die Erdungsanschlüsse des F/T.

Wenn eine ausreichende Erdung nicht möglich ist oder das Rauschen nicht reduziert, sollten Sie die Verwendung von Mittelwertbildung oder Filterung in Betracht ziehen.

6.2 Erkennung von Fehlern im Sensor (Diagnose)

6.2.1 Erkennung von Empfindlichkeitsänderungen im Messsystem

Die Überprüfung der Empfindlichkeit des Messwandlers kann auch dazu dienen, den Zustand des Messwandlersystems zu beurteilen. Legen Sie dem Messwandler bekannte Lasten an und überprüfen Sie, ob die Systemausgabe mit den bekannten Lasten übereinstimmt, zum Beispiel: An einem an einem Roboterarm montierten Messwandler kann ein Endeffektor angebracht sein. Wenn der Endeffektor bewegliche Teile hat, müssen diese in eine bekannte Position bewegt werden.

Diese Überprüfung erfolgt durch Ausführen der folgenden Schritte:

1. Bringen Sie den Roboterarm in eine Position, in der die Schwerkraftlast des Endeffektors auf viele Ausgangsachsen des Messwertgebers wirkt.
2. Notieren Sie die Ausgangswerte.
3. Positionieren Sie den Roboterarm so, dass eine weitere Last aufgebracht wird (wodurch sich die Ausgangswerte diesmal deutlich von den vorherigen Werten entfernen).
4. Notieren Sie den zweiten Satz von Ausgangswerten.
5. Ermitteln Sie die Differenzen zwischen dem ersten und dem zweiten Satz von Messwerten und verwenden Sie diese als Empfindlichkeitswert. Selbst wenn die Werte von Probensatz zu Probensatz etwas variieren, können sie zur Erkennung grober Fehler verwendet werden. Es können entweder die aufgelösten Ausgangswerte oder die Rohspannungen der Sensoren verwendet werden (es muss für alle Schritte dieses Prozesses verwendet werden).



ACHTUNG: Wenn ein Dehnungsmessstreifen gesättigt oder anderweitig funktionsunfähig ist, **sind alle F/T-Messwerte des Messwandlers ungültig**. Es ist von entscheidender Bedeutung, auf solche Zustände zu achten.

6.3 Planmäßige Wartung des „“

6.3.1 Regelmäßige Inspektion des „“

Bei den meisten Anwendungen müssen während des normalen Betriebs keine Teile ausgetauscht werden. Bei industriellen Anwendungen, bei denen die Verkabelung des Systems kontinuierlich oder häufig bewegt wird, sollten Sie die Kabelummantelung regelmäßig auf Anzeichen von Verschleiß überprüfen. Bei diesen Anwendungen sollten die in [Abschnitt 6.2 – Fehlererkennung \(Diagnose\)](#) beschriebenen Verfahren angewendet werden, um etwaige Fehler zu erkennen.

Wandler, die nicht der Schutzart IP60, IP65 oder IP68 entsprechen, müssen frei von übermäßigem Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit gehalten werden. Wandler der Schutzart IP60 müssen frei von übermäßiger Feuchtigkeit gehalten werden. Es sollte verhindert werden, dass sich Schmutz und Staub auf oder in einem Wandler ansammeln.

6.3.2 Regelmäßige Kalibrierung von Messen

Eine regelmäßige Kalibrierung des Messwandlers und seiner Elektronik ist erforderlich, um die Rückführbarkeit auf nationale Normen zu gewährleisten. Befolgen Sie alle geltenden Normen vom Typ ISO 9000 für die Kalibrierung. ATI Industrial Automation empfiehlt jährliche Neukalibrierungen, insbesondere für Anwendungen, bei denen die auf den Messwandler wirkenden Lasten häufig wechseln.

6.4 Wartung der Wandlerverkabelung

6.4.1 Kalibrierungen

In vielen Fällen ist das Messwandlerkabel Teil des kalibrierten Messwandlers. In diesen Fällen kann eine Änderung der Länge oder des Typs des Kabels die Kalibrierung beeinträchtigen. Wenden Sie sich bei Änderungen an der Verkabelung an ATI Industrial Automation, um sicherzustellen, dass die Kalibrierung des Systems nicht beeinträchtigt wird.

6.4.2 Verkabelung und Stecker von „“

Die Messwandlerkabel und -stecker sind nicht für die Wartung durch den Anwender ausgelegt, zum Beispiel: Die hochflexible Litzenkonstruktion in den Kabeln ist schwer zu warten, und bei unsachgemäßer Montage versagt die Litzenkonstruktion.

In einigen Fällen kann es jedoch erforderlich sein, dass Anwender vorübergehend den Stecker an einem Kabel entfernen, das fest mit einem Messwandler verbunden ist, wie z. B. bei den Modellen Nano und Mini. Wenn Sie die Drähte wieder an den Stecker anschließen, umhüllen Sie jeden Leiter an der Verbindungsstelle mit einem Schrumpfschlauch, um eine vorzeitige Ermüdung der mechanischen Verbindung zu verhindern. Schließen Sie außerdem alle im Stecker enthaltenen Komponenten exakt wieder an; andernfalls beeinträchtigt eine unsachgemäße Wartung die Systemleistung und -genauigkeit.

Um Schäden am Messwandler zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass sich die Kabelummantelung in einwandfreiem Zustand befindet. Bei einer Beschädigung der Außenummantelung des Messwandlerkabels kann Feuchtigkeit oder Wasser in den ansonsten abgedichteten Messwandler eindringen.

6.5 Lösung

Die Messwandler von ATI verfügen über eine Konfiguration mit drei Messstrahlen, bei der die drei Strahlen in gleichen Abständen um eine zentrale Nabe angeordnet und an der Außenwand des Messwandlers befestigt sind. Diese Konfiguration mit drei Strahlen verteilt die aufgetragenen Lasten auf mehrere Messstrahlen. Auch wenn eine Gegenachse reduziert wurde, ermöglicht diese Konfiguration dem Messwandler, seinen Messbereich in einer bestimmten Achse zu vergrößern.

Die Auflösung jeder Messachse hängt davon ab, wie sich die aufgetragene Last auf die Messstrahlen verteilt. Die beste Auflösung wird erzielt, wenn die Quantisierungswerte der Messstreifen bei Lastbeaufschlagung gleichmäßig verteilt sind. Im ungünstigsten Fall steigen die diskreten Werte aller beteiligten Messstreifen gleichzeitig an.

F/T-Auflösungen werden als typische Auflösung angegeben, die dem Durchschnitt aus dem ungünstigsten und dem günstigsten Fall entspricht. Da beide Multi-Messstreifen-Effekte als Normalverteilung modelliert werden können, stellt dieser Wert die am häufigsten wahrgenommene, durchschnittliche Auflösung dar. Obwohl dies die tatsächliche Leistung der Messwandler nicht korrekt wiedergibt, ergibt sich daraus eine nahe (und stets konservative) Schätzung.

7. Allgemeine Geschäftsbedingungen für den Verkauf von „ „

Die folgenden Geschäftsbedingungen stellen eine Ergänzung zu den Allgemeinen Geschäftsbedingungen von ATI dar und sind Teil dieser; die Allgemeinen Geschäftsbedingungen von ATI sind bei ATI hinterlegt und auf Anfrage erhältlich.

ATI garantiert dem Käufer, dass die im Rahmen dieses Vertrags erworbenen Drehmomentsensoren bei normalem Gebrauch für einen Zeitraum von einem Jahr ab Versanddatum frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind. Diese Garantie erstreckt sich nicht auf Komponenten, die bei normalem Gebrauch einem Verschleiß unterliegen, oder auf solche, die regelmäßig ausgetauscht werden müssen. ATI übernimmt im Rahmen dieser Garantie keine Haftung, es sei denn: (a) ATI erhält innerhalb von dreißig (30) Tagen, nachdem der Käufer den Mangel entdeckt hat, und in jedem Fall spätestens am letzten Tag der Garantiezeit eine schriftliche Mitteilung über den geltend gemachten Mangel sowie eine Beschreibung desselben; und (b) der mangelhafte Artikel geht spätestens zehn (10) Tage nach dem letzten Tag der Garantiezeit bei ATI ein. Die gesamte Haftung von ATI und der einzige Rechtsbehelf des Käufers im Rahmen dieser Garantie beschränken sich nach Wahl von ATI auf die Reparatur oder den Austausch des defekten Teils oder Artikels oder, nach Wahl von ATI, auf die Rückerstattung des für den Artikel gezahlten Preises. Die vorstehende Garantie gilt nicht für Mängel oder Ausfälle, die auf unsachgemäße Installation, Bedienung, Wartung oder Reparatur durch andere Personen als ATI zurückzuführen sind.

ATI haftet in keinem Fall für zufällige, Folge- oder besondere Schäden jeglicher Art, selbst wenn ATI auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. Die Gesamthaftung von ATI übersteigt in keinem Fall den Betrag, den der Käufer für den Gegenstand gezahlt hat, der Gegenstand der Reklamation oder Streitigkeit ist. ATI übernimmt keinerlei Haftung für den Ausfall von Geräten oder anderen Gegenständen, die nicht von ATI geliefert wurden.

Klagen gegen ATI, gleich welcher Art, die sich aus den hierunter gelieferten Produkten oder Dienstleistungen ergeben oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen, dürfen nicht später als ein Jahr nach Entstehen des Klagegrundes erhoben werden.

Keine Zusicherung oder Vereinbarung, die die hierin enthaltenen Gewährleistungs- und Haftungsbeschränkungsbestimmungen abändert oder erweitert, ist von ATI genehmigt und darf nicht als von ATI genehmigt angesehen werden, es sei denn, sie liegt in schriftlicher Form vor und ist von einem leitenden Angestellten von ATI unterzeichnet.

Sofern nicht anderweitig schriftlich von ATI vereinbart, bleiben alle Entwürfe, Zeichnungen, Daten, Erfindungen, Software und sonstigen Technologien, die von ATI im Rahmen der Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen gemäß diesem Vertrag erstellt oder entwickelt wurden, sowie alle damit verbundenen Rechte aus Patenten, Urheberrechten oder sonstigen Gesetzen zum Schutz geistigen Eigentums Eigentum von ATI. Der Verkauf von Produkten oder Dienstleistungen im Rahmen dieses Vertrags beinhaltet keine ausdrückliche oder stillschweigende Lizenz unter Patenten, Urheberrechten oder anderen Rechten an geistigem Eigentum, die ATI gehören oder von ATI kontrolliert werden, sei es in Bezug auf die verkauften Produkte oder sonstige Angelegenheiten, mit Ausnahme der nachstehend ausdrücklich gewährten Lizenz.

Im Rahmen der Lieferung von Produkten und der Erbringung von Dienstleistungen gemäß diesem Vertrag kann ATI dem Käufer vertrauliche und geschützte Informationen von ATI bereitstellen oder offenlegen, die sich auf die Konstruktion, den Betrieb oder andere Aspekte der Produkte von ATI beziehen. Im Verhältnis zwischen ATI und dem Käufer verbleibt das Eigentum an diesen Informationen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf jegliche dem Käufer von ATI zur Verfügung gestellte Computersoftware, bei ATI, und diese Informationen werden dem Käufer lediglich zur Nutzung im Rahmen des Betriebs der von ATI im Rahmen dieses Vertrags gelieferten Produkte im Rahmen der internen Geschäftsabläufe des Käufers lizenziert.

Ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von ATI darf der Käufer diese Informationen nicht für andere Zwecke verwenden oder sie Dritten zur Verfügung stellen oder anderweitig zugänglich machen. Der Käufer verpflichtet sich, alle angemessenen Vorkehrungen zu treffen, um eine unbefugte Nutzung oder Offenlegung dieser Informationen zu verhindern.

Der Käufer haftet im Rahmen dieser Vereinbarung nicht für die Offenlegung oder Nutzung von Informationen, die: (a) zum Zeitpunkt des Erhalts von ATI bereits öffentlich zugänglich sind; (b) danach veröffentlicht werden oder auf andere Weise ohne Verschulden des Käufers öffentlich zugänglich werden; (c) sich bereits vor dem Erhalt von ATI im Besitz des Käufers befanden; (d) vom Käufer rechtmäßig von einem Dritten erworben wurden, der zur Offenlegung berechtigt ist; oder (f) aufgrund einer gerichtlichen Anordnung oder einer Anordnung einer anderen staatlichen Behörde offengelegt werden müssen, vorausgesetzt, dass der Käufer ATI im Hinblick auf solche erforderlichen Offenlegungen vorab darüber in Kenntnis setzt und alle rechtlich verfügbaren Mittel einsetzt, um die Vertraulichkeit dieser Informationen zu wahren.