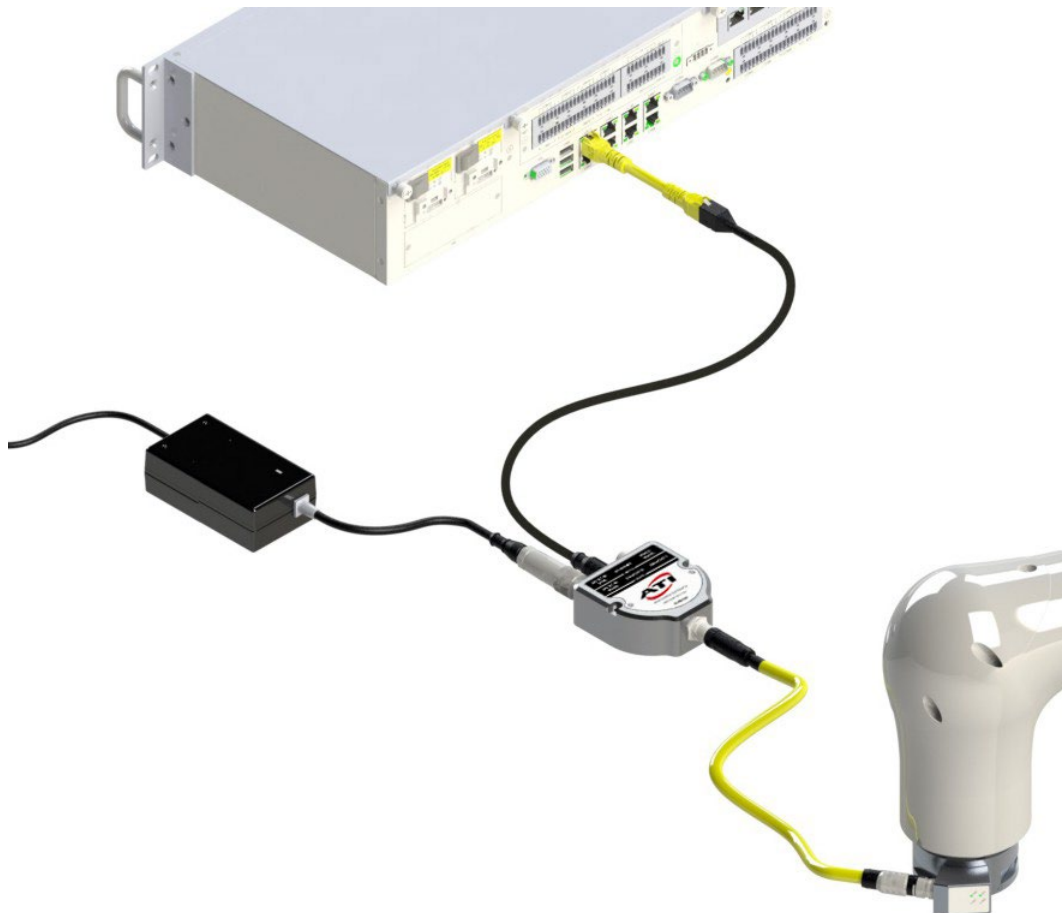




NETrs F/T

**Netzwerk- und serielles (NETrs) Kraft-
/Drehmomentsensorsystem**

Handbuch



Dokument-Nr.: 9620-05-NETRS FT-de

Technische Produkte für die Produktivität in der Robotik

Pinnacle Park • 1031 Goodworth Drive • Apex, NC 27539 • Tel.: +1 919-772-0115 • Fax: +1 919-772-8259 • www.ati-ia.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 reproduziert 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. Eine kritische Bewertung durch die Anwender ist willkommen.

Copyright © (2026) by ATI Industrial Automation, Inc., Apex, North Carolina, USA. Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlicht in den USA.

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.

Oracle und Java sind eingetragene Marken von Oracle und/oder deren verbundenen Unternehmen.

Windows und Excel sind eingetragene Marken 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 einen der folgenden Ansprechpartner:

Vertrieb, Service und Informationen zu ATI-Produkten:

ATI Industrial Automation (ein Unternehmen von Novanta)

1031 Goodworth Drive Apex, NC
27539 USA

www.ati-ia.com

Tel.: +1 919-772-0115

Fax: +1 919-772-8259

Anwendungstechnik

E-Mail: ft.support@novanta.com

24/7-Support: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	B-2
Glossar	B-7
1. Sicherheit.....	B-9
1.1 Erläuterung der Meldungen	B-9
1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise	B-9
1.3 Sicherheitsmaßnahmen	B-9
2. Produktübersicht	B-10
2.1 NETrs-Systemkomponenten	B-10
2.2 Funktionalität des NETrs-Systems	B-13
3. Installation und Einrichtung	B-14
3.1 Anschluss eines Standard-Messwertgebersystems.....	B-14
3.1.1 Option 1: Anschluss des Messumformers über eine Splitterbox	B-15
3.1.2 Option 2: Anschluss des Wandlers an die Net Box.....	B-17
3.2 Anschluss eines Mini- oder Nano-Messwertgebers	B-18
3.3 Einrichten der RS422/RS485-Kommunikationsschnittstelle.....	B-19
3.4 Anschluss an Ethernet	B-22
3.4.1 IP-Adresskonfiguration für Ethernet	B-22
3.4.2 Verbindung mit Ethernet über einen Windows-Computer	B-23
3.5 NETrs im Netzwerk finden	B-26
3.6 Verbindung zu EtherNet/IP, PROFINET, DeviceNet	B-27
4. Konfiguration der Kraft-/Drehmomenteinstellungen	B-28
4.1 ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment	B-28
4.2 F/T-Datenanzeige.....	B-31
4.3 Konsolenbefehle	B-31
4.4 Common Gateway Interface (CGI)	B-31
4.4.1 Einstellungen CGI (setting.cgi)	B-33
4.4.2 CGI für Überwachungsbedingungen (moncon.cgi)	B-33
4.4.3 Konfigurations-CGI (config.cgi)	B-34
4.4.4 Kommunikations-CGI (comm.cgi)	B-36
5. Betrieb	B-37
5.1 Konsolenbefehle über die serielle Schnittstelle	B-37
5.1.1 Abfragebefehle: „s“ oder „c“	B-38
5.1.2 Set-Befehl	B-39
5.1.3 Zählwerte pro Kraft/Drehmoment in FT-Werte	B-44
5.1.4 Uhrsynchronisationsfunktion	B-44
5.1.5 IMU-Daten: Konfiguration von Beschleunigungsmesser und Gyroskop	B-45

5.1.6	IMU-Daten: Streaming	B-45
5.1.7	Verfahren zur Überprüfung der IMU-Genauigkeit.....	B-47
5.1.8	Gelber „ -Modus	B-47
5.2	UDP-Schnittstelle mit RDT	B-48
5.2.1	RDT- -Protokoll	B-48
5.2.2	Erweiterte RDT-Anfragen	B-50
	5.2.3 Berechnung der F/T-Werte für RDT	B-50
5.2.4	Mehrere -Clients	B-50
	5.2.5 Hinweise zum UDP- und RDT-Modus	B-51
5.2.6	Beispiel für einen RDT-Code	B-51
5.3	TCP-Schnittstelle	B-51
5.3.1	Befehlscodes	B-51
5.3.2	Befehl „Read F/T“	B-51
5.3.3	F/T-Antwort lesen	B-53
5.3.4	Befehl „Kalibrierungsinformationen lesen“	B-53
5.3.5	Antwort auf Kalibrierungsinfo lesen	B-53
5.3.6	Befehl „Werkzeug transformieren“	B-54
5.3.7	Befehl „Write Monitor Condition“	B-54
5.3.8	Befehl „ -Antwort schreiben“	B-54
5.4	EtherNet/IP™	B-54
5.5	PROFINET	B-54
5.6	DeviceNet®	B-54
5.7	Controller Area Network	B-54
5.8	LEDs	B-55
5.9	Filterung	B-56
6.	Planmäßige Wartung	B-57
7.	Fehlerbehebung	B-58
7.1	Systemstatus-Code	B-58
7.2	Statuswort	B-59
7.3	Fragen und Antworten.....	B-60
7.3.1	Fehler bei Kraft- und Drehmomentmessungen	B-61
7.4	Rauschunterdrückung	B-62
7.4.1	Mechanische Schwingungen	B-62
7.4.2	Elektrische Störungen	B-62
7.5	Steigerung der Betriebssystemleistung	B-62
7.6	Genauigkeitsprüfung	B-63
8.	Technische Daten	B-65
8.1	Lagerungs- und Betriebsbedingungen	B-65

8.2 Elektrische Daten (Stromversorgung) B-65

8.2.1 Passende SteckverbinderB-65

8.3 Anschlussbelegung B-66

8.3.1 SplitterboxB-66

8.3.2 NETrs CEB.....B-67

8.3.3 Serielles -KabelB-69

9. ZeichnungenB-69

10. VerkaufsbedingungenB-70

Glossar

Begriff	Definitionen
Beschleunigungsmesser	Eine in den Varo-Sensoren von ATI integrierte Komponente, die die Beschleunigung misst. Die Varo-Sensoren von ATI verwenden einen MEMS-Beschleunigungsmesser (Micro Electronic Mechanical System).
Genauigkeit	Siehe Messunsicherheit.
Aktive Konfiguration	Die Konfiguration, die das System derzeit verwendet.
Kalibrierung	Die vom Hersteller bereitgestellten Daten, die von NETrs F/T verwendet werden, damit es genaue Messwerte des Aufnehmers melden kann. Kalibrierungen gelten für einen bestimmten Belastungsbereich.
CAN	Controller Area Network (CAN) ist ein Low-Level-Kommunikationsprotokoll, das in einigen Netzwerken, darunter DeviceNet, verwendet wird. Das Net F/T-System verfügt über ein einfaches CAN-Protokoll, mit dem Kraft- und Drehmomentwerte ausgelesen werden können.
CEB	Die Kommunikationselektronikbox ist eine Komponente der ATI Network RS422/485-Kraft-/Drehmomentsysteme, in der zusätzliche Elektronik für die Stromversorgung oder erweiterte Netzwerkfunktionen untergebracht ist.
CGI	Common Gateway Interface (CGI) ist eine Methode, bei der Web-URLs verwendet werden, um Daten und Parameter an ein Webgerät zurückzusenden.
Zusammengesetzte Belastung	Jede Kraft- oder Drehmomentbelastung, die nicht ausschließlich auf eine Achse wirkt.
Konfiguration	Benutzerdefinierte Einstellungen, die festlegen, welche Kraft- und Drehmomenteinheiten gemeldet werden, welche Kalibrierung verwendet werden soll und welche Werkzeugtransformationsdaten vorliegen.
Koordinatensystem	Siehe Ursprungspunkt.
DeviceNet™	Ein Feldbus-Kommunikationsnetzwerk, das vor allem von Geräten in industriellen Umgebungen genutzt wird und über CAN kommuniziert. DeviceNet ist eine Marke der ODVA.
DeviceNet-Kompatibilitätsmodus	Eine Funktion des Net F/T, die es ihm ermöglicht, wie ein zertifiziertes DeviceNet-Gerät zu reagieren.
DHCP	Das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) ist ein automatisches Verfahren, mit dem Ethernet-Geräte eine IP-Adresse beziehen. Das Net F/T-System kann seine IP-Adresse über DHCP in Netzwerken beziehen, die dieses Protokoll unterstützen.
EtherNet/IP™	EtherNet/IP (Ethernet Industrial Protocol) ist ein Feldbus-Kommunikationsnetzwerk, das vor allem von Geräten in industriellen Umgebungen genutzt wird und über Ethernet kommuniziert. EtherNet/IP ist eine Marke von ControlNet International Ltd., die unter Lizenz von der ODVA genutzt wird.
Ethernet-Netzwerk-Switch	Ethernet-Netzwerk-Switches sind elektronische Geräte, die mehrere Ethernet-Kabel mit einem Ethernet-Netzwerk verbinden und gleichzeitig den Datenverkehr steuern.
Feldbus	Ein Oberbegriff für eine Reihe von industriellen Computernetzwerkstandards. Beispiele hierfür sind: CAN, Modbus und PROFINET.
FS	Vollbereich.
F/T	Kraft und Drehmoment.
Fxy	Der resultierende Kraftvektor, bestehend aus den Komponenten Fx und Fy.
Gyroskop	Ein in den Varo-Sensoren von ATI integriertes Gerät, das die Ausrichtung und die Winkelgeschwindigkeit misst. Die Varo-Sensoren von ATI verwenden ein MEMS-Gyroskop (Micro Electronic Mechanical System).
Hysteresese	Eine Messabweichung, die durch die Nachwirkungen zuvor aufgebrachter Lasten verursacht wird.
IMU	Eine Inertialmessungseinheit (IMU) ist ein Gerät, das Beschleunigung und Winkelgeschwindigkeit (gyroskopische Daten) erfasst.
IP-Adresse	Eine IP-Adresse (Internet Protocol Address) ist eine elektronische Adresse, die einem Ethernet-Gerät zugewiesen wird, damit es Ethernet-Daten senden und empfangen kann. IP-Adressen können entweder manuell vom Benutzer ausgewählt oder automatisch über das DHCP-Protokoll zugewiesen werden.
IPv4	IPv4 (Internet Protocol Version 4) beschreibt IP-Adressen mit vier Bytes, die üblicherweise in der Punkt-Dezimal-Notation ausgedrückt werden, wie zum Beispiel 192.168.1.1.
Java™	Java ist eine Programmiersprache, die häufig für Programme auf Webseiten verwendet wird. Die Net F/T-Demo ist eine Java-Anwendung. Java ist eine eingetragene Marke von Sun Microsystems, Inc.
MAC-Adresse	MAC-Adressen (Media Access Control Addresses) sind eindeutige Adressen, die jedem Ethernet-Gerät bei der Herstellung zugewiesen werden und als elektronische Ethernet-Seriennummer dienen.

Begriff	Definitionen
MAC-ID	Media Access Code Identifier (MAC-ID) ist eine eindeutige Nummer, die jedem DeviceNet-Gerät in einem DeviceNet-Netzwerk vom Benutzer zugewiesen wird. Wird auch als Knotenadresse bezeichnet.
Maximale Überlast pro Achse	Die größte reine Belastung (keine kombinierte Belastung), der der Wandler ohne Beschädigung standhalten kann.
MAP	Die Montageadapterplatte (MAP) ist die Wandlerplatte, die an der festen Oberfläche oder am Roboterarm befestigt wird.
Messunsicherheit	Der maximal zu erwartende Messfehler, wie im Kalibrierzertifikat angegeben.
Net Box	Eine Komponente des Netzwerk-Kraft-/Drehmomentsystems RS422/485, die die Stromversorgung und die Netzwerkschnittstellen enthält. Bei NETrs-Sensoren wird die Net Box nur von Kunden verwendet, die einen Standard-Messwandler mit EtherNet/IP™, PROFINET oder CANbus-Kommunikation einsetzen.
NETrs	Network RS422/RS485. Das Kraft-/Drehmomentsystem von ATI, das sowohl Netzwerk- als auch RS422/RS485-Kommunikation in einem einzigen System vereint.
NetRS CEB	Eine Komponente des RS422/485-Kraft-/Drehmomentsystems, die die Stromversorgung und die Netzwerkschnittstellen enthält. Bei NetRS-Sensoren wird das NetRS CEB für Kunden verwendet, die einen Mini- oder Nano-Messwandler einsetzen.
Knotenadresse	Siehe MAC-ID.
ODVA™	ODVA (Open DeviceNet Vendors Association, Inc.) ist eine Organisation, die DeviceNet, EtherNet/IP und andere industrielle Netzwerke definiert. ATI Industrial Automation ist Mitglied der ODVA. ODVA ist eine eingetragene Marke der Open DeviceNet Vendors Association, Inc.
Überlast	Der Zustand, bei dem auf den Messumformer eine höhere Last wirkt, als er messen kann. Dies führt zu einer Sättigung.
Teilenummer	Teilenummer
Herkunftsort	Der Punkt am Messwandler, von dem aus alle Kräfte und Drehmomente gemessen werden. Auch als Koordinatensystem bezeichnet.
PROFINET	Ein Ethernet-basierter Feldbus, der in der Fabrikautomation eingesetzt wird.
Quantisierung	Der Vorgang der Umwandlung eines stufenlos variablen Sensorsignals in diskrete digitale Werte. Wird üblicherweise verwendet, um den Übergang von einem digitalen Wert zum nächsten Inkrement zu beschreiben.
RDT	Raw Data Transfer (RDT) ist ein schnelles und einfaches Net-F/T-Protokoll für die Steuerung und Datenübertragung über UDP.
Auflösung	Die kleinste messbare Laständerung. Diese ist in der Regel wesentlich kleiner als die Genauigkeit.
Sättigung	Der Zustand, in dem der Wandler einer Belastung ausgesetzt ist, die außerhalb seines Messbereichs liegt.
Sensorsystem	Die Baugruppe, bestehend aus allen Komponenten, darunter der Wandler, die Hardware und bei einigen Systemen die Net Box.
TAP	Die Werkzeugadapterplatte (TAP) ist die Oberfläche des Messwandlers, die an der zu messenden Last befestigt wird.
TCP	Das Transmission Control Protocol (TCP) ist ein Low-Level-Verfahren zur Datenübertragung über Ethernet. TCP bietet eine langsamere, aber zuverlässigere Datenübertragung als UDP.
Überwachungsbedingungen	Eine Net F/T-Funktion, die einen einfachen arithmetischen Vergleich einer benutzerdefinierten Bedingung mit der Belastung auf einer Messwertaxis durchführt.
Werkzeugtransformation	Ein Verfahren zur mathematischen Verschiebung des Messkoordinatensystems, um den Ursprungspunkt zu verschieben und/oder dessen Achsen zu drehen.
Messwandler	Ein Messwandler ist die Komponente, die die erfasste Last in elektrische Signale umwandelt.
Txy	Der resultierende Drehmomentvektor, bestehend aus den Komponenten Tx und Ty.
UDP	UDP (User Datagram Protocol) ist ein Low-Level-Verfahren zur Datenübertragung über Ethernet. UDP ist zwar schneller als TCP, doch im Gegensatz zu TCP werden verlorene UDP-Daten nicht erneut gesendet.

1. Sicherheit

Der Abschnitt „Sicherheit“ beschreibt allgemeine Sicherheitsrichtlinien für die Verwendung dieses Produkts, Erläuterungen zu den in diesem Handbuch enthaltenen Hinweisen sowie Sicherheitsvorkehrungen, die für das Produkt gelten. Produktspezifische Hinweise sind in den entsprechenden Abschnitten dieses Handbuchs (sofern zutreffend) eingebettet.

1.1 Erläuterung der Hinweise

Diese Hinweise gelten für alle ATI-Handbücher 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 Sicherheitshinweise und die Methode zur Vermeidung der Situation.



WARNUNG: Hinweis auf Informationen oder Anweisungen, deren Nichtbeachtung zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann. Der Hinweis enthält Informationen über die Art der gefährlichen Situation, die Folgen einer Nichtbeachtung der Gefahrenabwehr 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 Gefahr und die Methode 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 am Gerät 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 während des Betriebs zu erwartenden maximalen Lasten und Momente ausgelegt ist. Weitere Informationen finden Sie im F/T-Messwandlerhandbuch ([9620-05 – Abschnitt „Messwandler“](#)) oder Wenden Sie sich an ATI Industrial Automation. Besondere Aufmerksamkeit sollte den dynamischen Belastungen gewidmet werden, die durch die Beschleunigung und Verzögerung des Roboters verursacht werden. Diese Kräfte können bei 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 beschädigt das Gerät.



VORSICHT: Üben Sie keine übermäßige Kraft auf den Messwandler aus. Der Messwandler ist ein empfindliches Gerät und kann durch Krafteinwirkung, die die einachsigen Überlastwerte des Messwandlers überschreitet, beschädigt werden und irreparable Schäden davontragen. Kleine Nano- und Mini-Messwandler können bei der Installation leicht überlastet werden. Die spezifischen Überlastwerte der Messwandler entnehmen Sie bitte dem F/T-Messwandler-Handbuch ([9620-05-Abschnitt „Messwandler“](#)).

2. Produktübersicht

Das Netzwerk-RS422/485-Kraft-/Drehmomentsensorsystem (NETrs F/T) ist ein mehrachsiges Kraft- und Drehmomentsensorsystem, das gleichzeitig die Kräfte F_x , F_y , F_z und die Drehmomente T_x , T_y und T_z misst. Das NETrs-System kann über das User Datagram Protocol (UDP), das Transmission Control Protocol (TCP), Raw Data Transfer (RDT), PROFINET, EtherNet/IP™ oder DeviceNet® sowie über Konsolenbefehle über eine serielle Verbindung kommunizieren.
Weitere Funktionen finden Sie in [Abschnitt 2.2 – NETrs-Systemfunktionen](#).

2.1 NETrs-Systemkomponenten

Die Hauptkomponenten des NETrs-F/T-Systems sind in [Tabelle 2.1](#) aufgeführt.

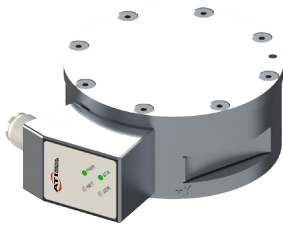
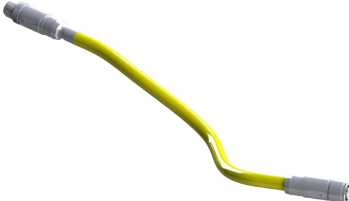
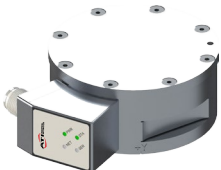
Tabelle 2.1 – Komponenten des RS422/485-Netzwerksystems		
Standard-Messumformer mit Splitterbox		
Bild	Beschreibung	Teilenummern
	Standard-Messumformer	9105-NETRS-SensorModel
	Wandlerkabel	9105-C-MA12F1-MA12M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA12M1-01-10.0
	Splitterbox	9105-GEN3-SPLIT-001
	Netzteil	9105-NETPS-UNIV
	Serieller Adapter M12 auf DB9	9105-C-D09F1-MD4M1-01-5.0
	M12-zu-RJ45-Ethernet-Adapter	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (Standard) ¹
Hinweis:		
1. Weitere Kabellängen sind erhältlich.		

Tabelle 2.1 – Komponenten des Netzwerk-RS422/485-System s		
Standard-Messumformer mit Netzbox		
Abbildung	Beschreibung	Teilenummer
	Standard-Messumformer	9105-NETRS-Sensor-Modell
	Kabel vom Messumformer zur Netzbox	9105-C-MA12F1-MA05M1-01-1.0 9105-C-MA12F1-MA05M1-01-5.0 9105-C-MA12F1-MA05M1-01-10.0
	NET-Box	9105-NETB
	Stromkabel	9105-NETPS-UNIV
	M12-zu-RJ45-Ethernet-Adapter	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (Standard) ¹
Mini-/Nano-Wandler		
Bild	Beschreibung	Teilenummer
	Wandler mit integriertem Kabel	9105-TW-SensorModel
	NETrs Communications Electronics Box (CEB)	9105-NETRS-CEB-001
	Stromversorgung	9105-NETPS-UNIV
	M12-zu-DB9-Serielladapter	9105-C-D09F1-MD4M1-01-5.0
	M12-zu-RJ45-Ethernet-Adapter	9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2 (Standard) ¹
Hinweis:		
1. Weitere Kabellängen erhältlich.		

- **NETrs F/T-Messwandler:** Wandelt Kraft- und Drehmomentbelastungen in elektrische Signale um und überträgt diese über das Messwandlerkabel. Die meisten Sensoren von ATI senden digitale Signale. Die kleinsten Sensoren von ATI ohne integrierte Elektronik (Nano- und Mini-Serie) übertragen analoge Signale. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zum F/T-Messwandler ([9620-05, Abschnitt „Messwandler“](#)).
- **Messwandlerkabel:** versorgt den Messwandler mit Strom und überträgt die Dehnungsmessstreifen-Daten des Messwandlers. Messwandler mit integrierter Elektronik werden je nach den Kommunikationspräferenzen des Anwenders entweder an eine Splitterbox oder an die Net Box angeschlossen. Es kann jedes DeviceNet-kompatible Kabel mit passenden M12-Micro-Steckern (männlich/weiblich) verwendet werden. ATI Industrial Automation liefert zu jedem NETrs F/T-System ein hochflexibles Messwandlerkabel in Roboterqualität mit. Messwandler ohne integrierte Elektronik (Mini- oder Nano-Serie) verfügen über ein fest angebrachtes Messwandlerkabel, das an eine NetRS Communications Electronics Box (CEB) angeschlossen wird. Das Messwandlerkabel ist ein integraler Bestandteil des Messwandlers und kann nicht entfernt werden.
- **Splitterbox:** teilt das Messwandlerkabel in Anschlüsse für Stromversorgung, Ethernet und serielle Schnittstelle auf. Die Splitterbox ist für jede Anwendung erforderlich, bei der ein Standard-Messwandler ohne Net Box verwendet wird.
- **Stromkabel:** Versorgt den Wandler über eine Splitterbox, eine Net Box oder NETrs CEB mit Strom.
- **Kommunikationskabel:** übertragen Signale über Ethernet- oder serielle Verbindungen.
- **Net Box:** Verarbeitet die Kraft- und Drehmomentmesswerte des Messwandlers und übermittelt sie an die Geräte des Anwenders. Die Net Box (9105-NETB) ist speziell für Kunden gedacht, die einen Standard-Messwandler verwenden und eine Kommunikation über PROFINET oder EtherNet/IP™ benötigen. Die Net Box reagiert außerdem auf DeviceNet®-Befehle, die über die CAN-Bus-Verbindung gesendet werden. Die Net Box verfügt über ein Aluminiumgehäuse der Schutzart IP65. Eine Net Box wird nicht für Anwendungen verwendet, bei denen ein Standard-Wandler zum Einsatz kommt, der über TCP, UDP oder eine serielle Schnittstelle kommuniziert.
- **NetRS CEB:** verarbeitet die Kraft- und Drehmomentmesswerte des Messumformers und überträgt sie an die Geräte des Anwenders. Der NetRS CEB (9105-NETRS-CEB-001) ist speziell für Kunden bestimmt, die einen Messwandler der Nano- oder Mini-Serie verwenden.
- **ATI Industrial Automation-Software, Kalibrierungsdokumente und Handbücher** (einschließlich dieses Handbuchs). Diese Informationen finden Sie auf der ATI-Website (<https://www.ati-ia.com/Products/ft/sensors.aspx>) oder werden Ihnen beim Kauf des Systems per E-Mail zugesandt.
- Weitere optionale Komponenten sind:
 - Netzteil, das an eine 100–240-V-Wechselstromsteckdose (50–60 Hz) angeschlossen wird und den Sensor über eine Splitterbox oder Net Box mit Strom versorgt.
 - M12-zu-RJ45-Ethernet-Kabeladapter
 - M12-zu-DB9-Seriellkabeladapter
 - Mini-zu-Micro (M12)-DeviceNet-Adapter (für den Pwr/CAN-Anschluss)
 - DeviceNet-Verkabelung (für den Pwr/CAN-Anschluss)
 - Ethernet-Verkabelung
 - Wandlerkabel in Roboterqualität in verschiedenen Längen

2.2 Funktionalität des NETrs- -Systems

Das NETrs F/T-System unterstützt die folgenden Funktionen:

- **Mehrere Kalibrierungen**

Das NETrs F/T kann bis zu vier verschiedene Messwandlerkalibrierungen speichern, wobei jede einen anderen Messbereich haben kann. Die verschiedenen Kalibrierungen werden während des Kalibrierungsprozesses im Werk unter verschiedenen Belastungsszenarien erstellt und im NETrs F/T gespeichert.

Mehrere Kalibrierungen ermöglichen eine größere Kalibrierung für Grobjustierungen und kleinere Kalibrierungen für Feineinstellungen oder die Verwendung desselben Messwandlers in zwei oder mehr sehr unterschiedlichen Belastungsbereichen.

Wenden Sie sich an ATI Industrial Automation, um Informationen zum Erhalt zusätzlicher Messwandlerkalibrierungen zu erhalten.

- **Mehrere Schnittstellen**

Das NETrs-System kommuniziert über das User Datagram Protocol (UDP), das Transmission Control Protocol (TCP) und Raw Data Transfer (RDT). Durch Hinzufügen einer Net Box (9105-NETB) kann das NETrs F/T-System von ATI über PROFINET und EtherNet/IP™ kommunizieren und ist mit DeviceNet® kompatibel. NETrs-Sensoren können zudem über Konsolenbefehle über eine serielle Verbindung kommunizieren.

- **Kraft- und Drehmomentwerte**

Das NETrs F/T gibt skalierte Zahlen oder Zählwerte aus, die die Belastung jeder Kraft- und Drehmomentachse darstellen. Der NETrs-Sensor von ATI verfügt zudem über eine Funktion zur Umrechnung von Kraft- und Drehmomentwerten in andere Maßeinheiten, die vom Benutzer über Konsolenbefehle oder auf der *NETrs* FT-Konfigurationswebseite konfiguriert werden können (siehe [Abschnitt 4.1 – ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment](#)).

- **Systemstatuscode**

Jeder NETrs F/T-Ausgabedatensatz enthält einen Systemstatuscode, der den Zustand des Messwandlers und der Net Box angibt. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 7.1 – Systemstatuscode](#).

- **Integrierte Trägheitsmesseinheit (IMU)**

Der integrierte Beschleunigungsmesser und das Gyroskop liefern sowohl triaxiale Beschleunigungs- als auch Winkelgeschwindigkeitsmessungen. Weitere Informationen finden Sie in [Abschnitt 5.1.5 – IMU-Daten: Konfiguration von Beschleunigungsmesser und Gyroskop](#)

- **Überwachungsbedingungen**

Der NETrs F/T ist in der Lage, die Kraft- und Drehmomentwerte jeder Achse zu überwachen und einen Ausgangscode zu setzen, wenn ein Messwert eine benutzerdefinierte Bedingung überschreitet. Der NETrs F/T kann bis zu 16 Bedingungen gleichzeitig überwachen, und jede Bedingung kann einzeln oder als Gruppe aktiviert und deaktiviert werden. Richten Sie Überwachungsbedingungen auf der Webseite „*Thresholding*“ des NETrs F/T ein, siehe [Abschnitt 4.1 – ATI-Webseiten für Kraft/Drehmoment](#).

- **Werkzeugtransformationen**

Der NETrs F/T ist in der Lage, die Kräfte und Drehmomente zu messen, die an einem anderen Punkt als dem werkseitig festgelegter Ursprungspunkt (auch als Ursprung des Erfassungsreferenzrahmens bezeichnet). Diese Referenzänderung wird als Werkzeugtransformation bezeichnet. Legen Sie die Werkzeugtransformationen für jede Konfiguration auf der Webseite „*FT Configurations*“ des NETrs F/T fest; siehe [Abschnitt 4.1 – ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment](#).

- **Stromversorgung**

Das NETrs F/T-System wird über eine Gleichstromquelle mit einer Ausgangsspannung zwischen 12 V und 30 V versorgt.

3. Installation und Einrichtung



WARNUNG: Die Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten am Sensor, während Stromkreise (z. B. Strom, Wasser und Luft) unter Spannung stehen, kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen. Entladen Sie alle unter Spannung stehenden Stromkreise und vergewissern Sie sich, dass diese gemäß den Sicherheitsvorschriften und -richtlinien des Kunden spannungsfrei sind.



VORSICHT: Die Verwendung von Befestigungselementen, die die vom Kunden vorgegebene Einbautiefe überschreiten, führt zu einer Durchdringung des Sensorgehäuses, beschädigt die Elektronik und führt zum Erlöschen der Garantie. Weitere Informationen finden Sie in den Kundenzeichnungen.



VORSICHT: Auf Befestigungselemente aufgetragene Schraubensicherung darf nicht mehr als einmal verwendet werden. Befestigungselemente könnten sich lösen und Schäden am Gerät verursachen. Tragen Sie bei der Wiederverwendung von Befestigungselementen stets neue Schraubensicherung auf.



VORSICHT: Vermeiden Sie Schäden am Sensor durch elektrostatische Entladungen. Stellen Sie sicher, dass bei der Handhabung des Sensors oder der an den Sensor angeschlossenen Kabel die richtigen Erdungsmaßnahmen befolgt werden. Die Nichtbeachtung der richtigen Erdungsmaßnahmen kann den Sensor beschädigen.



VORSICHT: Üben Sie bei der Montage keine übermäßige Kraft auf den Sensor und den Kabelstecker aus, da dies zu Schäden an den Steckern führen kann. Richten Sie bei der Montage die Nut am Sensor und am Kabelstecker aus, um eine übermäßige Krafteinwirkung auf die Stecker zu vermeiden.

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick darüber, wie der Sensor angeschlossen und für den Betrieb vorbereitet wird. Informationen zur Montage des Sensors finden Sie im *Handbuch* des *Messumformers*.

3.1 Anschluss eines Standard-Messumformersystems

Das Angebot an Standard-Messumformern von ATI umfasst die Serien Gamma, Delta und Omega. Anwender, die an der Kommunikation mit einem Standard-Messumformer über serielle Schnittstelle, UDP oder TCP interessiert sind, finden weitere Informationen in *Abschnitt 3.1.1 – Option 1: Anschluss des Messumformers über eine Splitterbox*.

Benutzer, die an der Kommunikation mit einem Standard-Messumformer über PROFINET, EtherNet/IP™ oder DeviceNet® interessiert sind, finden weitere Informationen in *Abschnitt 3.1.2 – Option 2: Anschluss des Messumformers an die Net Box*.



VORSICHT: Die Splitterbox sollte über mindestens eine der beiden Befestigungslaschen geerdet werden. Erden Sie den Abschirmungsstift des Stromversorgungskabels an Masse und an den Minuspol (-) der Stromversorgung, um eine optimale Störunterdrückung zu erzielen.

3.1.1 Option 1: Anschluss des Wandlers „“ über eine Splitterbox

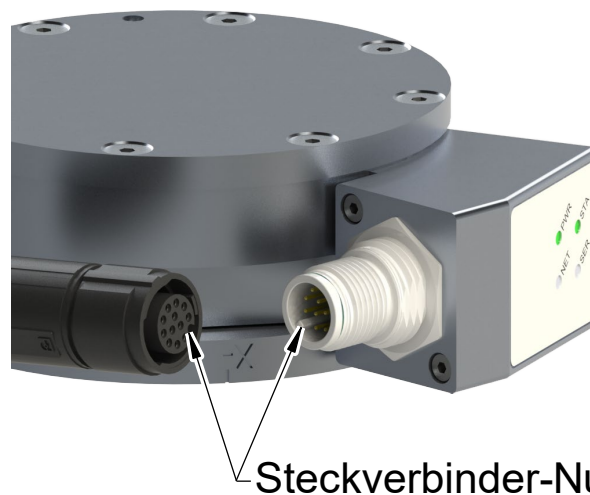
Benötigtes Zubehör:

- Wandlerkabel (9105-C-MA12F1-MA12M1-01-LENGTH)
- Splitterbox (9105-GEN3-SPLIT-001)
- Netzteil (9105-NETPS-UNIV)
- Kommunikationskabel: Ethernet: M12-zu-RJ45-Adapter (9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2) und vom Kunden bereitgestelltes Standard-RJ45-Kabel
Seriell: M12-zu-D-Sub-Adapter (9105-C-D09F1-MD4M1-01-5.0)

2. Schließen Sie den Wandler mit dem Wandlerkabel an die Verteilerbox an.

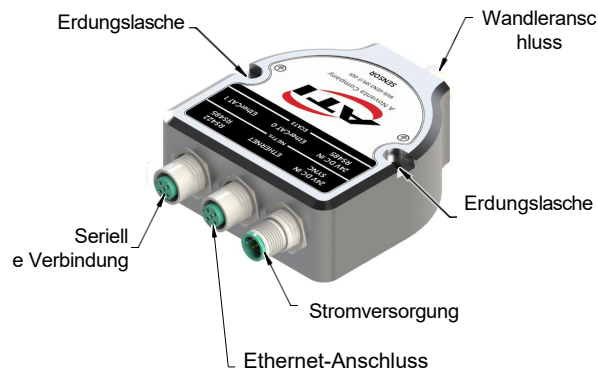
- a. Richten Sie die M12-Buchse des Messwandlerkabels auf den M12-Stecker des Messwandlers aus. Verwenden Sie die Passfeder, um sicherzustellen, dass die Stifte korrekt ausgerichtet sind. Detaillierte Informationen zur Pinbelegung finden Sie in [Abschnitt 8 – Technische Daten](#).

Abbildung 3.1 – Anschließen des Wandlerkabels



- b. Ziehen Sie die Kabelhülse im Uhrzeigersinn fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu arretieren. Siehe [Abbildung 3.1](#).
- c. Richten Sie den M12-Stecker des Wandlerkabels auf die M12-Buchse der Verteilerbox aus. Die Verteilerbox sollte deutlich mit „Transducer“ beschriftet sein, um die korrekte Platzierung zu erkennen (siehe [Abbildung 3.2](#)). Detaillierte Informationen zur Pinbelegung der Verteilerbox finden Sie in [Abschnitt 8 – Technische Daten](#).

Abbildung 3.2 – Übersicht über die Splitterbox



- d. Ziehen Sie die Hülse im Uhrzeigersinn fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu sichern.

3. Wählen Sie die gewünschte Kommunikationsart: Ethernet, seriell oder beides.
- Ethernet:
 - a. Suchen Sie den Ethernet-Anschluss an der Splitterbox. Siehe [Abbildung 3.2](#).
 - b. Schließen Sie den M12-zu-RJ45-Adapter an die Verteilerbox an. Ziehen Sie die Hülse mit dem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm fest an, um den Stecker zu sichern.
 - c. Schließen Sie ein Standard-RJ45-Kabel (vom Kunden bereitgestellt) an den Adapter an.
 - d. Stecken Sie das andere Ende des RJ45-Kabels in den Anschluss eines Ethernet-Switches.

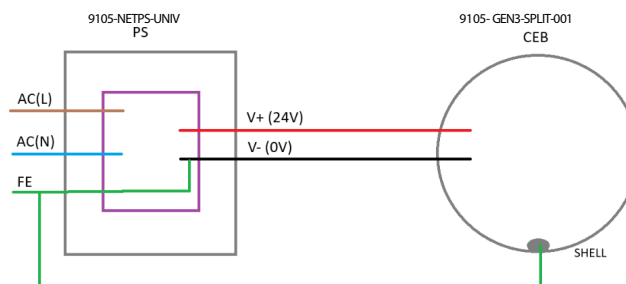
HINWEIS: Um die beste Ethernet-Leistung zu erzielen und das Risiko von Datenverlusten zu verringern, schließen Sie das Ethernet-Kabel direkt an den Host-Computer an.

- Seriell:
 - a. Suchen Sie den seriellen Anschluss an der Splitterbox. Siehe [Abbildung 3.2](#).
 - b. Schließen Sie den M12-zu-DB9-Adapter an die Verteilerbox an. Ziehen Sie die Hülse mit dem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm fest an, um den Stecker zu sichern.
 - c. Stecken Sie das andere Ende des seriellen Kabels in das Kundengerät.

HINWEIS: Der serielle Anschluss ist mit RS422- und RS485-Kommunikation kompatibel. Informationen zur korrekten Verdrahtung der Eingänge für die gewünschte RS-Kommunikation finden Sie in [Tabelle 8.5](#).

4. Schließen Sie die Splitterbox an die Stromversorgung an.
- a. Suchen Sie den Stromeingang an der Splitterbox. Siehe [Abbildung 3.2](#).
 - b. Schließen Sie das Netzkabel an den Anschluss der Splitterbox an.
 - c. Schließen Sie das Netzteil an eine Stromquelle an.
 - d. Erdung des Netzteils:
 - Bei Verwendung des von ATI gelieferten Netzteils (9105-NETPS-UNIV) ist die Funktionserde bereits mit dem V- Ausgang (DC-Masse) verbunden.
 - i. Um optimale Rauschunterdrückungsergebnisse zu erzielen, erden Sie die Splitterbox über nur eine Befestigungslasche am selben Erdungspunkt wie das NetPS-Netzteil.
 - Bei Verwendung eines eigenen Gleichstromnetzteils:
 - i. Schließen Sie den Gleichstrom (-) gemäß der folgenden Abbildung an die Wechselstrom-Erdung an.

Abbildung 3.3 – Schaltplan des Netzteils



- ii. Um optimale Rauschunterdrückungsergebnisse zu erzielen, erden Sie die Splitterbox über nur eine Befestigungslasche am selben Erdungspunkt wie den DC (-)-Anschluss.
- c. Wenn Sie die Clock-Sync-Funktion verwenden, finden Sie die Pinbelegungen der Anschlüsse in [Abschnitt 8.3](#).
- d. Bei Verwendung von Ethernet fahren Sie mit [Abschnitt 3.4 – Anschluss an Ethernet](#) fort.

3.1.2 Option 2: Anschließen des Wandlers an die Net Box



VORSICHT: Die Net Box sollte an einem Ort montiert werden, an dem sie keinen Temperaturen außerhalb ihres Betriebsbereichs ausgesetzt ist (siehe [Abschnitt 8.2 – Elektrische Spezifikationen \(Stromversorgung\)](#)). Sie ist für den Einsatz in Innenräumen in einer ruhigen, vibrationsfreien Umgebung konzipiert und kann in beliebiger Ausrichtung montiert werden. Sie entspricht der Schutzart IP65.



VORSICHT: Die Net Box sollte über mindestens eine der vier Befestigungslaschen geerdet werden. Erden Sie den Abschirmungsstift des Stromversorgungskabels an Masse und an den Minuspol (-) der Stromversorgung, um eine optimale Störunterdrückung zu erzielen.



ACHTUNG: Um gestörte Wandler signale zu vermeiden, insbesondere in einer störungsbehafteten Umgebung und bei Verwendung langer Wandlerkabel, wird dringend empfohlen, eine niederohmige Erdungsverbindung für den Wandlerkörper vorzusehen.

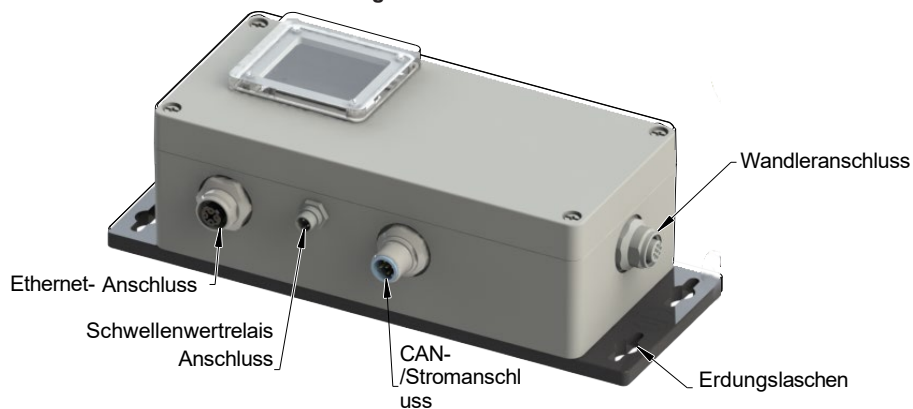
Benötigtes Zubehör:

- Wandlerkabel (9105-C-MA12FI-MA05M1-01-LENGTH)
- Netzwerkbox (9105-NETB)
- Netzteil (9105-NETPS-UNIV)
- Ethernet-Kabel: M12-zu-RJ45-Adapter (9105-C-ES-RJ45-0.2) und vom Kunden bereitgestelltes Standard-RJ45-Kabel.

1. Schließen Sie den Messwandler mit dem Messwandlerkabel an die Netzwerkbox an.

- Richten Sie die M12-Buchse des Messwertgeberkabels auf den M12-Stecker des Messwertgebers aus. Verwenden Sie den Schlüssel, um sicherzustellen, dass die Stifte korrekt ausgerichtet sind. Siehe [Abbildung 3.1](#).
- Ziehen Sie die Kabelhülse im Uhrzeigersinn fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu sichern.
- Richten Sie den M12-Stecker des Wandlerkabels auf die M12-Buchse der Net Box aus. Siehe [Abbildung 3.3](#). Detaillierte Informationen zur Pinbelegung der Net Box finden Sie in [Abschnitt 8 – Technische Daten](#).

Abbildung 3.4 – Anschlüsse der Net Box



- Ziehen Sie die Hülse im Uhrzeigersinn fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu sichern.
- #### 2. Ethernet-Verbindung herstellen:
- Suchen Sie den Ethernet-Anschluss an der Net Box. Siehe [Abbildung 3.3](#).
 - Schließen Sie einen M12-zu-RJ45-Adapter an die Net Box an. Ziehen Sie die Hülse vollständig fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu sichern.
 - Schließen Sie ein Standard-RJ45-Kabel (vom Kunden bereitgestellt) an den Adapter an.
 - Stecken Sie das andere Ende des Ethernet-Kabels in den Anschluss eines Ethernet-Switches.

HINWEIS: Um die beste Ethernet-Leistung zu erzielen und das Risiko von Datenverlusten zu verringern, schließen Sie die Net Box direkt an den Host-Computer an.

3. Schließen Sie die Net Box an die Stromversorgung an
 - a. Suchen Sie den Stromeingang an der Net Box. Siehe [Abbildung 3.3](#).
 - b. Schließen Sie das Netzkabel an den Anschluss der Net Box an.
 - c. Schließen Sie das Netzteil an die Stromquelle an.
4. Wenn Sie Ethernet verwenden, fahren Sie mit [Abschnitt 3.4 – Anschluss an Ethernet](#) fort.

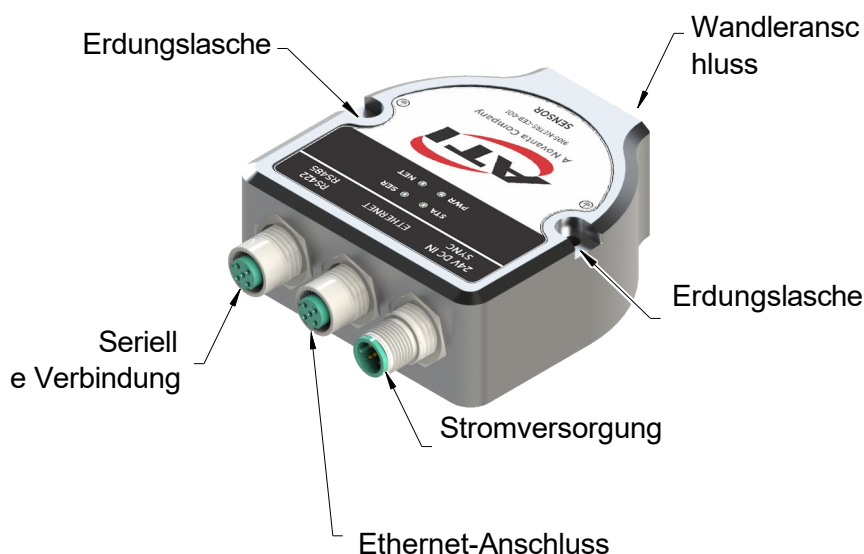
3.2 Anschluss eines Mini- oder Nano-Messwandlers

ATI bietet eine Auswahl kleinerer Sensoren an, für die die Verwendung einer NetRS Communications Electronics Box (CEB) erforderlich ist, in der sich eine zusätzliche Elektronikplatine befindet. Zu diesen Sensoren gehören die Nano- und die Mini-Serie. Diese Sensoren werden mit einem angeschlossenen Sensorkabel geliefert.

Benötigtes Zubehör:

- NETrs CEB (9105-NETRS-CEB-001)
- Netzteil (9105-CBL-S-G1-Q5F-WWPS1-1.5)
- Kommunikationskabel: Ethernet: M12-zu-RJ45-Adapter (9105-C-R08F1-MD04M1-01-0.2) und vom Kunden bereitgestelltes Standard-RJ45-Kabel
Seriell: M12-zu-D-Sub-Adapter (9105-C-D09F1-MD4M1-01-5.0)

Abbildung 3.5 – NetRS CEB-Eingänge



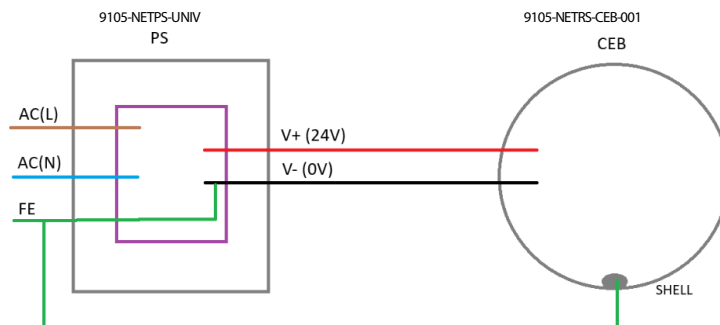
1. Schließen Sie das Messwandlerkabel an den NETrs CEB an.
 - a. Richten Sie den M12-Stecker des Messwandlerkabels auf die M12-Buchse des Messwandlers am NETrs CEB v.
 - b. Ziehen Sie die Kabelhülse im Uhrzeigersinn fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,7 Nm zu sichern.
2. Wählen Sie die gewünschte Kommunikationsart: Ethernet, seriell oder beides.
 - Ethernet:
 - a. Suchen Sie den Ethernet-Anschluss am NETrs CEB. Siehe [Abbildung 3.4](#).
 - b. Schließen Sie einen M12-zu-RJ45-Adapter an den NETrs CEB an. Ziehen Sie die Hülse vollständig fest, um den Stecker mit einem empfohlenen Drehmoment von 0,8 Nm bis 1,0 Nm zu sichern.
 - c. Schließen Sie ein Standard-RJ45-Kabel (vom Kunden bereitgestellt) an den Adapter an.

- d. Stecken Sie das andere Ende des Ethernet-Kabels in den Anschluss eines Ethernet-Switches.

HINWEIS: Um eine optimale Ethernet-Leistung zu erzielen und das Risiko von Datenverlusten zu verringern, schließen Sie das NetRS CEB direkt an den Host-Computer an.

- Seriell:
 - a. Suchen Sie den seriellen Anschluss am NETrs CEB. Siehe [Abbildung 3.4](#).
 - b. Schließen Sie das serielle Kabel an den NETrs CEB an.
 - c. Stecken Sie das andere Ende des seriellen Kabels in das Kundengerät.
- 3. Stromversorgung anschließen
 - a. Suchen Sie den Stromeingang am NETrs CEB. Siehe [Abbildung 3.4](#).
 - b. Schließen Sie das Netzkabel an das NETrs CEB an.
 - c. Schließen Sie das Netzteil an eine Stromquelle an.
 - d. Erdung des Netzteils:
 - Bei Verwendung des von ATI gelieferten Netzteils (9105-NETPS-UNIV) ist die Funktionserde bereits mit dem V-Ausgang (DC-Masse) verbunden.
 - i. Um optimale Rauschunterdrückungsergebnisse zu erzielen, erden Sie den CEB über nur eine Befestigungslasche an denselben Erdungspunkt wie das NetPS-Netzteil.
 - Bei Verwendung eines eigenen Gleichstromnetzteils:
 - i. Schließen Sie die Gleichstromversorgung (-) gemäß der folgenden Abbildung an die Wechselstrom-Erdung an.

Abbildung 3.6 – Schaltplan des Netzteils



- ii. Um optimale Störunterdrückungsergebnisse zu erzielen, erden Sie die Splitterbox über nur eine Befestigungslasche am selben Erdungspunkt wie den DC (-)-Anschluss.
4. Bei Verwendung einer seriellen Schnittstelle fahren Sie mit [Abschnitt 3.3 – Einrichten der RS422/RS485-Kommunikationsschnittstelle](#) fort.
5. Bei Verwendung von Ethernet fahren Sie mit [Abschnitt 3.4 – Anschluss an Ethernet](#) fort.

3.3 Einrichten der RS422/RS485-Kommunikationsschnittstelle

Der NETrs-Sensor ist ein serielles Gerät, das programmgesteuert mit der Anwendung des Benutzers verwendet wird.

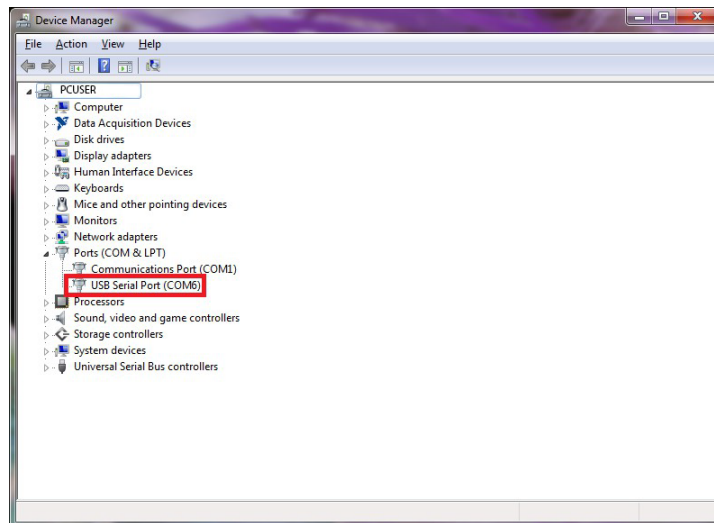
Wenn der Sensor über ein Kabel an ein Gerät des Kunden, wie beispielsweise einen PC oder einen Roboter, angeschlossen wird, weist der Computer dem Sensor einen COM-Port zu. Anschließend kann der Benutzer über eine Konsole auf dem Computer mit dem Sensor kommunizieren. Kostenlose Konsolensoftware, wie z. B. PuTTY, ist online verfügbar. Befehle werden in [Abschnitt 5 – Betrieb](#) behandelt

Weitere Anweisungen zum Einrichten einer Konsole wie PuTTY finden Sie in der folgenden Vorgehensweise:

1. Falls das Kundengerät nicht über eine serielle RS422/RS485-Schnittstelle verfügt, verwenden Sie ein serielles Gerät eines Drittanbieters, um die Schnittstelle hinzuzufügen.

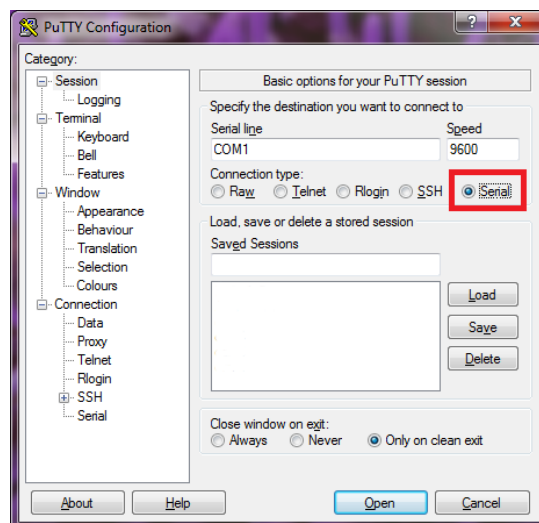
2. Verbinden Sie das RS422/RS485-Kabel von der NETrs-Sensorkonfiguration mit dem seriellen RS422/RS485-Anschluss
3. Suchen Sie den COM-Anschluss, der dem NETrs-Gerät zugewiesen ist.
 - Gehen Sie in Windows® über die Systemsteuerung zu „Geräte-Manager“ > „Anschlüsse“ > „USB-Serieller Anschluss“. In der folgenden Abbildung ist dem Sensor **COM6** zugewiesen.

Abbildung 3.3.1 – Geräte-Manager, Portzuweisung



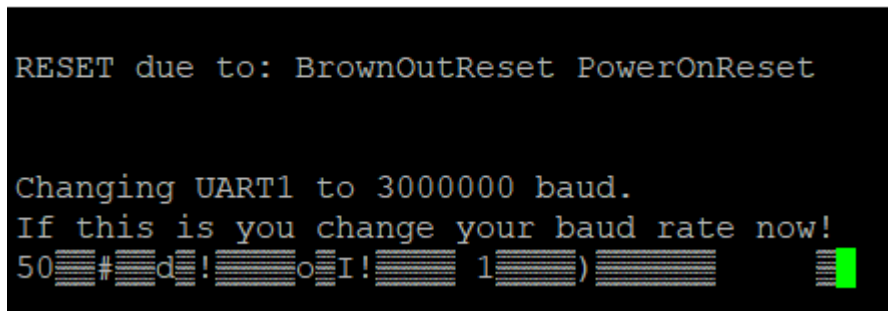
4. Öffnen Sie die Konsole, zum Beispiel: PuTTY. Es öffnet sich ein Fenster, in dem der Benutzer die Konfiguration für die Sitzung festlegen kann.
5. Nehmen Sie folgende Einstellungen vor:
 - a. Wählen Sie unter „**Verbindungstyp**“ das Optionsfeld „**Seriell**“ aus.

Abbildung 3.3.2 – Verbindungstyp auf „Seriell“ einstellen



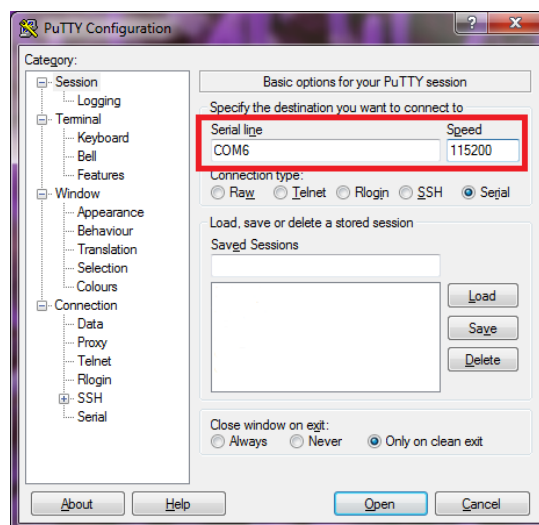
- b. Geben Sie im Feld „**Serielle Leitung**“ den in Schritt 3 zugewiesenen COM-Port ein.
 - c. Geben Sie im Feld „**Geschwindigkeit**“ die Standard-Baudrate von 115200 oder die Baudrate ein, auf die der Benutzer den NETrs eingestellt hat. Weitere Informationen zum Einstellen der Baudrate finden Sie in [Abschnitt 5.1.2 – Befehl „Ser“](#).

COM4 - PuTTY



HINWEIS: Wenn die in der Konsolenkonfiguration eingestellte Baudrate nicht mit der im NETrs eingestellten Baudrate übereinstimmt, wird das Konsolenterminalfenster zwar geöffnet, aber Befehle können nicht gesendet werden. Die werkseitige Standard-Baudrate beträgt 115.200. Falls sich der Benutzer nicht daran erinnern kann, auf welche Baudrate der Sensor eingestellt ist, gibt der Sensor beim Start eine Meldung mit 115.200 Baud aus, um die aktuelle Baudrateneinstellung anzuzeigen.

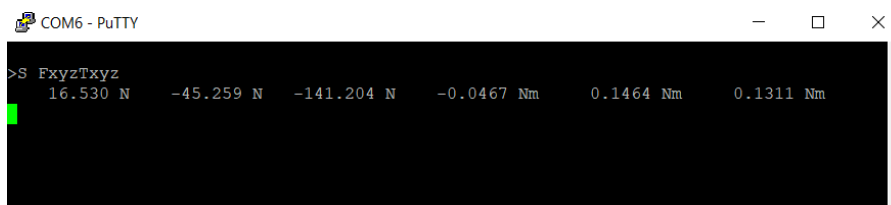
Abbildung 3.3.3 – COM-Port und Baudrate einstellen



- Wählen Sie „Öffnen“.
- Nachdem sich ein Terminalfenster geöffnet hat, kann der Benutzer mit der Eingabe von Befehlen beginnen.
- Nachdem ein Befehl aus [Abschnitt 5 – Betrieb](#) eingegeben wurde.

HINWEIS: Bei der Eingabe von Befehlen wird die Groß-/Kleinschreibung nicht

Abbildung 3.3.4 – PuTTY-Terminalfenster



3.4 Verbindung mit Ethernet

Informationen zur Konfiguration der Ethernet-Einstellungen des NETrs F/T finden Sie in [Abschnitt 3.4.1 – IP-Adresskonfiguration für Ethernet](#), und Informationen zur Konfiguration eines Computers mit Windows XP, Windows Vista oder einer neueren Version finden Sie in [Abschnitt 3.4.2 – Verbindung mit Ethernet über einen Windows-Computer](#).

HINWEIS: Vermeiden Sie es, das NETrs F/T mit dem Netzwerk der Organisation zu verbinden. Eine Verbindung mit einem Netzwerk erfordert den regelmäßigen Zugriff auf die Ethernet-Schnittstelle durch andere Prozesse als die Messanwendung. Diese Art der Netzwerkverbindung kann zum Verlust von NETrs F/T-UDP-Daten führen.

HINWEIS: Verwenden Sie für den NETrs F/T ein dediziertes Ethernet-Netzwerk. Wenn Sie den NETrs F/T in einem dedizierten Ethernet-Netzwerk betreiben, in dem sich außer dem Host-Computer keine weiteren Geräte befinden, werden Datenkollisionen vermieden und die beste Netzwerkleistung erzielt.

3.4.1 IP-Adress skonfiguration für Ethernet

Die IP-Adresseneinstellungen des NETrs F/T-Systems werden nur beim Einschalten geladen; daher muss das NETrs F/T-System neu gestartet werden, damit neue IP-Adresseneinstellungen wirksam werden. Es gibt zwei Methoden, um die IP-Adresse des NETrs F/T-Systems zu konfigurieren.

- Methode 1:** Stellen Sie die IP-Adresse auf einen statischen Wert ein, der auf dem NETrs F/T gespeichert ist Webseite „Kommunikation“. Diese Methode wird in [Abschnitt 3.4.2](#) beschrieben.
- Methode 2:** Lassen Sie einen DHCP-Server die IP-Adressvergabe übernehmen. Diese Option kann auf den Webseiten des NETrs F/T aktiviert werden (Einzelheiten siehe [3.4.2](#)). Um diese Methode zu nutzen, muss ein DHCP-Server im Netzwerk vorhanden sein. Dies ist in Unternehmensnetzwerken in der Regel der Fall.

Der NETrs F/T wird mit aktiviertem DHCP und der statischen IP-Adresse 192.168.1.1 ausgeliefert. Wenn das Netzwerk DHCP nicht unterstützt, wird automatisch die statische IP-Adresse verwendet. Wenn beim Einschalten keine LAN-Verbindung besteht, wird DHCP nicht verwendet.

3.4.2 Verbindung zum Ethernet-Anschluss „ “ über einen Windows-Computer

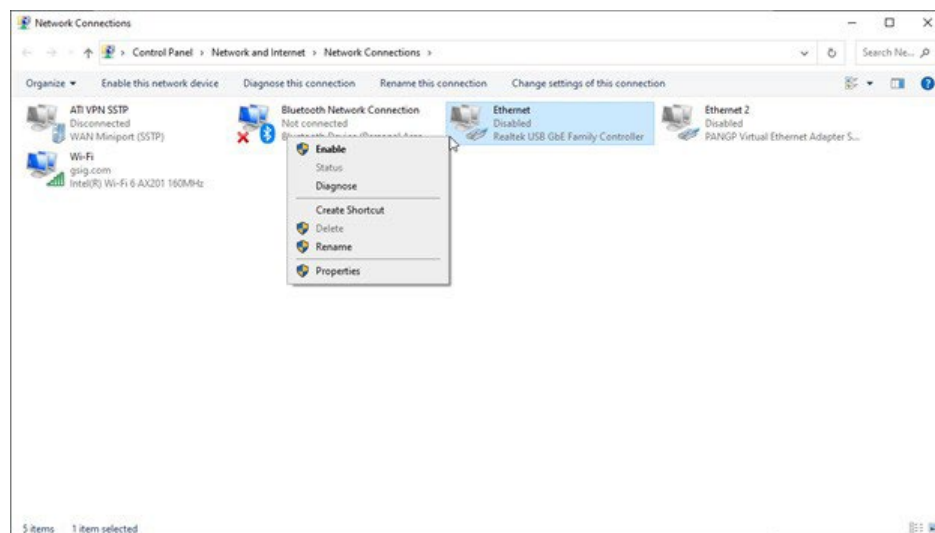
Der Großteil der Ethernet-Konfiguration erfolgt über die Webseiten des ATI NETrs F/T. Um erstmals auf die Webseiten zuzugreifen, richten Sie den NETrs F/T für den Betrieb im Netzwerk ein, indem Sie ihm eine IP-Adresse zuweisen und grundlegende Informationen zum Netzwerk eingeben.

Für diese Erstverbindung wird ein Computer direkt an den NETrs F/T angeschlossen und vom LAN getrennt. Weisen Sie dem Computer vorübergehend die feste IP-Adresse 192.168.1.100 zu. Es ist wichtig, dass das Ethernet-Kabel zum NETrs F/T während dieses Schritts vom Computer getrennt ist.

HINWEIS: Wenn ein Computer über mehrere Ethernet-Verbindungen verfügt, z. B. eine LAN-Verbindung und eine WLAN-Verbindung, stellen Sie sicher, dass Sie das LAN auswählen, das mit dem NETrs F/T verbunden werden soll.

1. Ziehen Sie das Ethernet-Kabel aus dem LAN-Anschluss des Computers.
2. Öffnen Sie das Fenster „Eigenschaften von Internetprotokoll (TCP/IP)“ auf dem Computer. Befolgen Sie die entsprechenden Anweisungen je nach Betriebssystem des Computers:
 - Windows 10:
 - g. Wählen Sie im Startmenü „Systemsteuerung“ aus.
 - h. Klicken Sie auf das Symbol „Netzwerk und Internet“.
 - i. Klicken Sie auf das Symbol „Netzwerk- und Freigabecenter“.
 - j. Klicken Sie auf den Link „Adaptoreinstellungen ändern“ auf der linken Seite des Fensters.
 - Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem die verfügbaren Netzwerkadapter angezeigt werden.
 - k. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Netzwerkadapter, mit dem der Sensor verbunden ist.
 - l. Wählen Sie im Dropdown-Menü die Option „Eigenschaften“ aus.

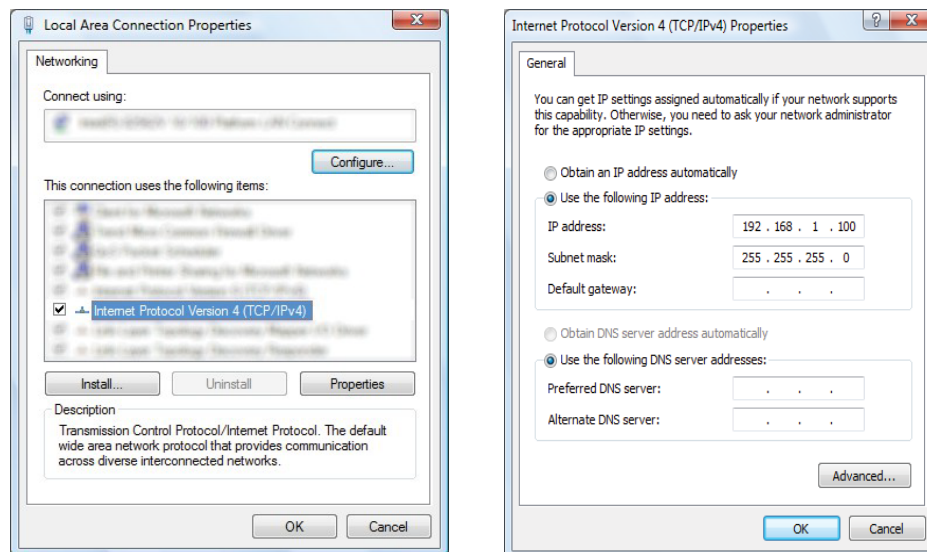
Abbildung 3.7 – Netzwerkinformationen unter Windows 10



- m. Wählen Sie auf der Registerkarte „Netzwerk“ der Ethernet-Eigenschaften „Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)“ aus der Liste der Einträge aus (siehe [Abbildung 3.6](#)).
- n. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Eigenschaften“.

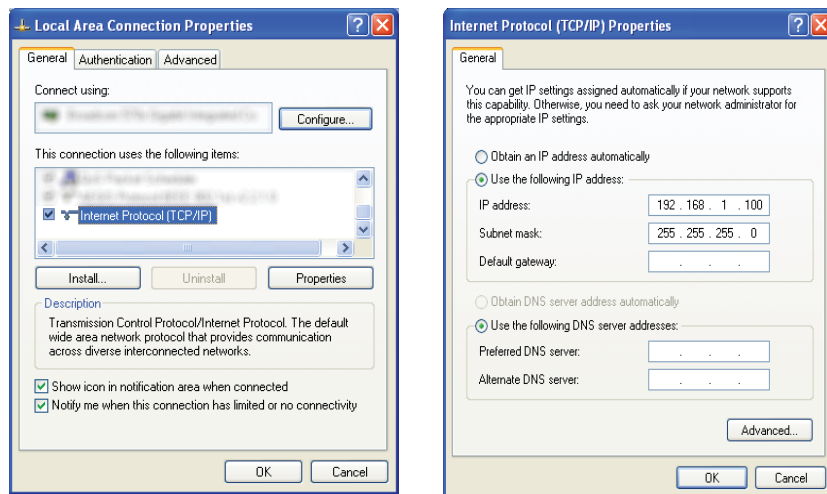
- Windows Vista und Windows 7:
 - a. Wählen Sie im Startmenü „Systemsteuerung“ aus.
 - b. Klicken Sie unter Vista auf „Startseite der Systemsteuerung“.
 - c. Klicken Sie auf das Symbol „Netzwerk und Internet“.
 - d. Klicken Sie auf das Symbol „Netzwerk- und Freigabecenter“.
 - e. Klicken Sie unter Vista auf den Link „Netzwerkverbindungen verwalten“. Klicken Sie unter Windows 7 auf den Link „LAN-Verbindung“.
 - f. Klicken Sie unter Vista mit der rechten Maustaste auf „LAN-Verbindung“ und dann auf die Schaltfläche „Eigenschaften“. Klicken Sie unter Windows 7 auf die Schaltfläche „Eigenschaften“.
 - g. Wählen Sie den Verbindungseintrag „Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)“ aus und klicken Sie auf die Schaltfläche „Eigenschaften“.

Abbildung 3.8 – Verbindungseigenschaften



- Windows XP:
 - a. Wählen Sie im Startmenü die Option „Systemsteuerung“.
 - b. Wählen Sie in der Systemsteuerung das Symbol „Netzwerkverbindungen“ aus. Wenn oben in der Systemsteuerung „Kategorie auswählen“ angezeigt wird, klicken Sie zunächst auf das Symbol „Netzwerk- und Internetverbindungen“.
 - c. Klicken Sie auf das Symbol „Netzwerkverbindungen“.
 - d. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf „LAN-Verbindung“ und wählen Sie „Eigenschaften“.
 - e. Wählen Sie den Eintrag „Internetprotokoll (TCP/IP)“ aus und klicken Sie auf die Schaltfläche „Eigenschaften“.

Abbildung 3.9 – Netzwerkinformationen unter Windows XP



3. Notieren Sie sich die im Eigenschaftensfenster angezeigten Werte und Einstellungen. Verwenden Sie diese notierten Werte später, um den Computer wieder auf seine ursprüngliche Konfiguration zurückzusetzen.
4. Wählen Sie die Schaltfläche „Folgende IP-Adresse verwenden“.
5. Geben Sie im Feld „IP-Adresse:“ die Zahl 192.168.1.100 ein.
6. Geben Sie im Feld „Subnetzmaske:“ den Wert 255.255.255.0 ein.
7. Klicken Sie auf die Schaltfläche „OK“.
8. Klicken Sie im Fenster „Eigenschaften von LAN-Verbindung“ auf die Schaltfläche „Schließen“.
9. Verbinden Sie das Net F/T-System über ein Ethernet-Kabel mit dem LAN-Anschluss des Computers. Warten Sie, bis der Computer die Verbindung erkennt.
10. Geben Sie die Adresse 192.168.1.1 in den Webbrowser ein, um die Willkommensseite des ATI NETrs F/T anzuzeigen.

Abbildung 3.10 – Startseite des NETrs F/T

Welcome	System Status: Good
Snapshot	
Demo	Welcome!
ADC Settings	The sensor measures forces and torques in Cartesian coordinates (Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, and Tz).
Thresholding	
FT Configuration	Viewing F/T Readings
Communications	The Demo page provides a Java application that graphically displays the current loading of the transducer.
System Info	The Snapshot page shows the loads and captured peak values (if enabled).
ATI Web Site	Values shown on this page do not automatically update.
Interface Examples	Setting Parameters
	The Configurations page shows parameters such as F/T output units and the selected transducer calibration as well as providing information about the currently selected transducer calibration.
	User Settings
	The Settings page shows the current active configuration, filtering selection and controls peak monitoring.
	Using Calibration #: FT000000
	Firmware Version 1.2.1-next+g7312f180b-dirty5 => BL=5 Runtime=0000:03:13:31

11. Auf der linken Seite der Seite befinden sich Menüschaltflächen, die zu verschiedenen NETrs F/T-Webseiten führen. Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Kommunikation**“.

Abbildung 3.11 – Die Kommunikationsseite des NETrs F/T

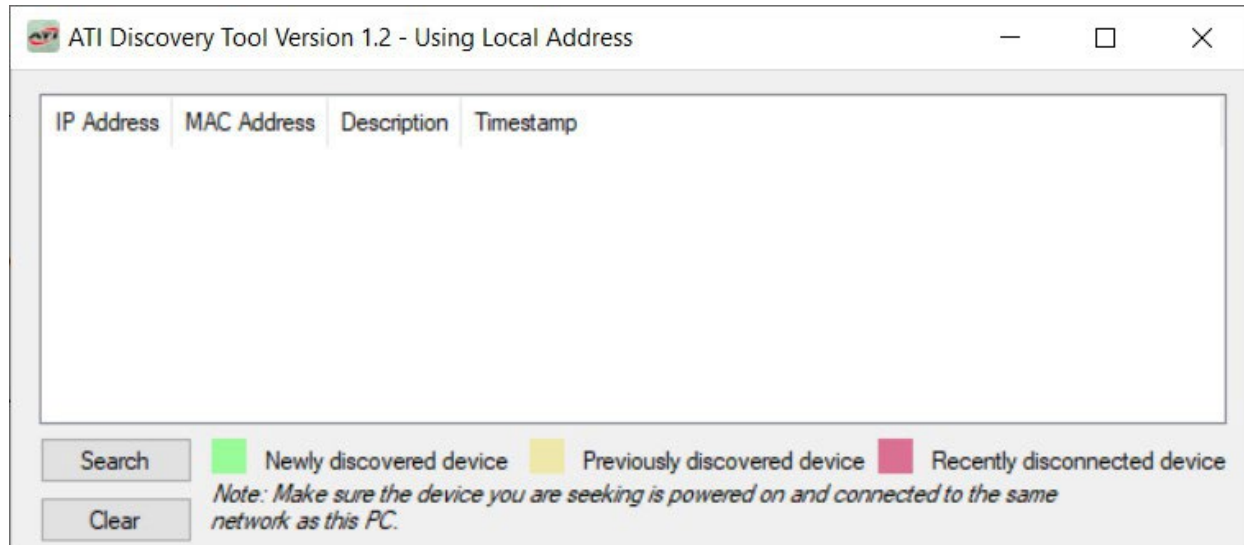
12. Wählen Sie den IP-Adressmodus aus.
- Wenn die IT-Abteilung des Benutzers Einstellungen für eine statische IP-Adresse bereitgestellt hat, geben Sie die angegebenen Werte für die IP-Adresse, die Subnetzmaske und das Standard-Gateway ein und klicken Sie dann auf die Schaltfläche „**Übernehmen**“. Schalten Sie den Sensor aus und wieder ein. Fahren Sie mit Schritt **13** fort.
 - Wenn die IT-Abteilung des Benutzers Einstellungen für DHCP bereitgestellt hat, klicken Sie auf das Optionsfeld „**Aktiviert**“ neben „DHCP“ und anschließend unten auf die Schaltfläche „**Übernehmen**“. Führen Sie einen Neustart des Sensors durch.
13. Öffnen Sie erneut die TCP/IP-Eigenschaften der LAN-Verbindung unter „“,“. Stellen Sie die Einstellungen auf die Werte zurück, die vor der Neukonfiguration galten. Dies sind die in Schritt 3 notierten Werte.
14. Öffnen Sie ein neues Browserfenster, geben Sie die dem NETrs F/T-System zugewiesene IP-Adresse in die Adressleiste des Browsers ein und drücken Sie die Eingabetaste. Die Willkommenseite des ATI NETrs F/T wird erneut angezeigt. Nun ist es möglich, mit dem NETrs F/T zu kommunizieren, ohne die Kommunikationseinstellungen neu konfigurieren zu müssen.

3.5 Suchen des NETrs in einem Netzwerk

Um die vom DHCP-Server einem Ethernet-Sensor zugewiesene IP-Adresse zu ermitteln, gehen Sie wie folgt vor:

1. Laden Sie das ATI Discovery Tool von der ATI-Website herunter: https://www.ati-ia.com/Products/ft/software/net_ft_software.aspx.
2. Beim ersten Herunterladen dieses Discovery-Tools löst das Programm möglicherweise eine Firewall-Warnung aus. Aktivieren Sie die Kontrollkästchen, um dem Netzwerk die Kommunikation mit dem Sensor zu gestatten, und klicken Sie auf die Schaltfläche „Zugriff zulassen“.

Abbildung 3.12 – Windows 7/8/10-Firewall-Warnmeldung



3. Das Erkennungstool öffnet sich in einem Fenster und durchsucht das Netzwerk nach verfügbaren Geräten. Der Scan dauert einige Minuten. Überprüfen Sie, ob die MAC-Adresse auf dem Etikett des Sensors mit der im Fenster angezeigten MAC-Adresse übereinstimmt.
4. Verwenden Sie diese vom DHCP-Server der MAC-Adresse des Sensors zugewiesene IP-Adresse für die Kommunikation zwischen dem Sensor und dem Netzwerk.

Suchen Sie als Nächstes die dem NETrs F/T zugewiesene IP-Adresse

HINWEIS: Wenn die Kommunikation über das Netzwerk weiterhin nicht möglich ist, sollten sich Benutzer an ihre IT-Abteilung wenden, um Unterstützung zu erhalten.

HINWEIS: Von einem DHCP-Server zugewiesene IP-Adressen sind nicht dauerhaft und können sich ändern, wenn der NETrs F/T für einen bestimmten Zeitraum vom Netzwerk getrennt wird. Benutzer sollten sich für weitere Informationen an ihre IT-Abteilung wenden.

HINWEIS: Wenn das *ATI Discovery Tool* den Net F/T gefunden hat, der Internetbrowser die gefundene IP-Adresse jedoch nicht öffnen kann, versuchen Sie, frühere Geräteeinträge aus der ARP-Tabelle des Computers zu löschen. Starten Sie dazu entweder den Computer neu oder gehen Sie mit Administratorrechten zum Startmenü des Computers, wählen Sie „Ausführen...“ und geben Sie „arp -d *“ ein.

Dieser Schritt ist erforderlich, wenn zuvor ein anderes Gerät dieselbe IP-Adresse belegt hat, die das Net F/T nun verwendet.

3.6 Verbindung zu EtherNet/IP, PROFINET, DeviceNet

Ausführliche Informationen finden Sie im [NET FT-Handbuch](#). Die Kommunikation über EtherNet/IP, PROFINET und DeviceNet steht nur Benutzern mit einer Net Box zur Verfügung.

4. Konfigurieren der Kraft-/Drehmomenteinstellungen

Vor der Inbetriebnahme können Anwender die Kraft- und Drehmomenteinstellungen konfigurieren, um anwendungsspezifische Daten zu übertragen und auszulesen. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- [ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment](#)
- [F/T-Daten-Viewer](#)
- [Konsolenbefehle](#)
- [Common Gateway Interface \(CGI\)](#)

4.1 ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment ()

Die NETrs F/T-Webseiten bieten umfassende Konfigurationsoptionen für das NETrs F/T-Sensorsystem. Über die Menüleiste am oberen Rand der Webseite können mehrere Seiten ausgewählt werden.

Die Webseiten des NETrs F/T verwenden einfaches HTML und Browserskripte; für die Seiten sind keine Plug-ins erforderlich. Wenn Browserskripte deaktiviert sind, stehen einige nicht kritische Funktionen der Benutzeroberfläche nicht zur Verfügung.

HINWEIS: Vergewissern Sie sich vor der Konfiguration der Einstellungen, dass die Netzwerkeinstellungen auf **der Webseite „Kommunikation“** korrekt sind.

So konfigurieren Sie die Einstellungen für den Kraft-/Drehmomentsensor:

1. Navigieren Sie zur Webseite „FT-Konfiguration“.

Abbildung 4.1 – Konfigurationswebseite

ATI INDUSTRIAL AUTOMATION
ISO 9001 Registered
Engineered Products for Robotic Productivity

NETrs
Force/Torque Sensor

Welcome
Snapshot
Demo
Settings
Thresholding
FT Configuration
Communications
System Info
ATI Web Site
Interface Examples

System Status: Good

FT Configuration
Values are not stored unless the Apply button is clicked.

Calibration #0 (Active calibration)

Calibration Select: #0 - FT000000

Serial Number: FT000000
Part Number: Num-4
Family: ENET
Time: 1970-01-01 00:00
Force Units: N
Torque Units: Nm
Counts per Force: 1000000
Counts per Torque: 1000000

FT Out of Range Parameters (Units):
These values apply to the factory origin (without tool transformation).

Fx	Fy	Fz	Tx	Ty	Tz
2147	2147	2147	2147	2147	2147

16-bit Scale Factors:

SF0	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
0	1	2	3	4	5

Counts Per Force in 16-bit Mode:

Fx	Fy	Fz	Tx	Ty	Tz
0.00	1000000.00	500000.00	333333.34	250000.00	200000.00

Tool Transform

Distance Units: in
Angle Units: degrees

Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz
0	0	0	0	0	0

Tool Transform:
Using a tool transformation will change how transducer readings are reported and change the apparent sensing ranges and apparent resolutions. Values are floating-point. Order of Operations: 1. Translations (order does not matter) 2. X-Rotations 3. Y-Rotations 4. Z-Rotations

Apply Cancel

- Wählen Sie die gewünschte Kalibrierung aus der Dropdown-Liste „**Calibration Select**“ aus. Möglicherweise gibt es nur eine Option.
- Geben Sie die gewünschten Werkzeugtransformationsdaten ein und orientieren Sie sich dabei an [Tabelle 4.1](#).

Tabelle 4.1 – Übersicht über die Werkzeugtransformation		
Menüwert	Beschreibung	Ordnung
Entfernungseinheiten	Maßeinheit. Wählen Sie eine der folgenden Optionen: Zoll, Fuß, Millimeter, Zentimeter und Meter.	k. A.
Winkleinheiten	Maßeinheit. Wählen Sie zwischen Grad und Radiant.	N/A
Dx	Zu bewegendende Strecke auf der X-Achse	1
Dy	Bewegungsweg Y-Achse	2
Dz	Bewegungsweg Z-Achse	3
Rx	Drehwinkel um die X-Achse	4
Ry	Drehwinkel um die Y-Achse	5
Rz	Drehwinkel um die Z-Achse	6

- Klicken Sie auf die Schaltfläche „**Übernehmen**“, um die Änderungen auf dieser Seite zu übernehmen.
- Navigieren Sie zur Webseite „**Thresholding**“.

Abbildung 4.2 – Webseite „Thresholding“

ATI INDUSTRIAL AUTOMATION
ISO 9001 Registered
Engineered Products for Robotic Productivity

NETrs
Force/Torque Sensor

Welcome
Snapshot
Demo
Settings
Thresholding
FT Configuration
Communications
System Info
ATI Web Site
Interface Examples

System Status: Good

Thresholding

When *Threshold Monitoring* is enabled the sensor compares transducer force and torque values to the *Threshold Conditions* that are turned on. The *Output Codes* for all true conditions are combined to form the *Thresholds Output*.

The *Units* column displays the force or torque counts value in user units, but it is not updated until the *Apply* button is clicked.

Values are not stored unless the *Apply* button is clicked.

Thresholding Settings

When *Relay Trigger* item *Any condition is true* is selected the *Thresholds Output* is the result of a bitwise-OR operation on valid *Output Codes*. When *All conditions are true* is selected a bitwise-AND operation is performed.

Threshold Monitoring: ☐ Enabled ☒ Disabled

Relay Trigger: ☒ Any condition is true ☐ All conditions are true

Relay Behavior: ☐ Momentary ☒ Latching

Relay Momentary Minimum-On Time: 0 x0.1 seconds only applies when Relay Behavior is set to Momentary

WARNING: In systems without the solid-state relay option, setting this value to 0 could cause premature relay failure due to excessive activation.

Threshold Conditions:

N	On	Axis	Compare	Counts	Units	Out Code
0	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
1	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
2	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
3	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
4	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
5	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
6	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
7	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
8	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
9	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
10	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
11	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
12	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
13	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
14	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0
15	☐	If Fx	>	0	0 N	Then 0

Counts range: -2147483648 to +2147483647; Output code range: 0x00 to 0xFF

Status of Thresholds:

Use the *Get Statuses* button to update this static display of threshold statuses. Threshold numbers are crossed out if the threshold is unsatisfied. The *On/Off* setting for the threshold is ignored in this display.

6. Legen Sie die Ausgabeparameter anhand von [Tabelle 4.2](#) fest.

Tabelle 4.2 – Übersicht über die Schwellenwert-Webseite		
Menüwert	Beschreibung	
Schwellenwertüberwachung	Aktiviert: Schaltet die Schwellenwertüberwachung ein, und die folgenden Bedingungen werden überwacht. Deaktiviert: Deaktiviert die Schwellenwertfunktion.	
Relaisauslösung	Eine beliebige Bedingung ist wahr: Gültiger Ausgangscode liegt vor, wenn eine beliebige einzelne Bedingung erfüllt ist. Alle Bedingungen sind wahr: Gültiger Ausgangscode vorhanden, wenn alle Bedingungen erfüllt sind.	
Relaisverhalten	Momentan: Der gültige Ausgangscode ist nur aktiv, solange der Schwellenwert erfüllt ist. Wenn sich die Bedingungen ändern und der Schwellenwert nicht mehr erfüllt ist, wird der Ausgangscode nicht mehr angezeigt. Rastung: Ein gültiger Ausgangscode bleibt aktiv, sobald ein Schwellenwert erreicht wurde, auch wenn sich die Bedingungen ändern und der Schwellenwert nur kurzzeitig erreicht wurde.	
Relais-Momentan-Mindest-Einschaltzeit	Dies kann nur eingestellt werden, wenn unter „Relaisverhalten“ die Option „Momentan“ ausgewählt ist. Dieser Eingang gibt an, wie lange der Ausgangscode nach Erfüllung der Bedingung anliegt.	
Latch zurücksetzen	Löscht alle gespeicherten Bedingungen und lädt die Seite mit den Überwachungsbedingungen neu.	
Schwellenwertbedingungen	Untertitel „Schwellenwert“	Beschreibung
	N	Anweisungsnummer
	Ein	Wenn ausgewählt, wird die folgende Bedingung überwacht.
	Achse	Wählen Sie zwischen Fx, Fy, Fz, Tx, Ty und Tz
	Vergleichen	Wählen Sie zwischen „kleiner als“ oder „größer als“.
	Zählungen ¹	Der mit dem Messwert des Aufnehmers zu vergleichende Belastungswert. Zählwert = Gewünschter Belastungswert × Zählwert pro Kraft <u>Beispiel:</u> $6,25\text{ N} \times 1\,000\,000\text{ Impulse/N} = 6\,250\,000\text{ Impulse}$ Gewünschter Belastungswert: 6,25 N Krafteinheiten: N (von der Webseite „Konfigurationen“) Impulse pro Kraftwert: 1.000.000 (von der Seite „Konfigurationen“)
	Ausgangscode	Wenn der Vergleich dieser Anweisung als wahr erkannt wird, wird dieser 8-Bit-Wert bitweise mit den Ausgangscode-Werten aller anderen wahren Anweisungen verknüpft, um den Bedingungsausgang zu bilden. Alle gesetzten Bits bleiben gespeichert, bis „Latch zurücksetzen“ aufgerufen wird. Wenn keine Anweisungen wahr waren, ist der Bedingungsausgang Null. Der Wert wird hexadezimal im Format 0x00 angezeigt. Ausgangscodes können im hexadezimalen oder dezimalen Format vorliegen. Wenn diese Anweisung wahr ist, wird Bit 16 des Systemstatuscodes (siehe 7.1) auf Eins gesetzt.
Status abrufen	Dadurch wird die Anzeige des Status der Schwellenwerte auf den aktuellen Stand aktualisiert.	
1. Vergleichswerte werden als Zählwerte gespeichert und ändern sich nur, wenn der Benutzer neue Zählwerte eingibt. Eine Änderung der Konfiguration oder der Kraft- bzw. Drehmomenteneinheiten hat keinen Einfluss auf die Zählwerte.		

7. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Übernehmen“, um die Änderungen auf dieser Seite zu übernehmen.

8. Navigieren Sie zur Webseite „ADC-Einstellungen“.

Abbildung 4.3 – Webseite „Einstellungen“

9. Wählen Sie die gewünschte Kalibrierung im Dropdown-Menü „Aktive Kalibrierung“ aus. Möglicherweise ist nur eine Option aufgeführt.
10. Wählen Sie die gewünschte Abtast- und Filterrate aus.

HINWEIS: Die Software-Bias-Werte zeigen den aktuellen Bias-Offset an, der auf die Messwerte des Dehnungsmessstreifens des Wandlers angewendet wird.

11. Klicken Sie auf die Schaltfläche „Übernehmen“, um die Änderungen auf dieser Seite zu übernehmen.
12. Führen Sie den IMU-Kalibrierungsprozess durch, wie im [Handbuch](#) für den [ATI F/T-Wandler](#) beschrieben.

4.2 F/T-Daten -Viewer

Ausführliche Informationen zur Installation und Funktionalität des F/T-Daten-Viewers finden Sie im [Handbuch](#) zum [F/T-Daten-Viewer](#).

4.3 Konsolen sbefehle

Beachten Sie [Abschnitt 5.1 – Seriell](#) für Befehle zur Konfiguration des Kraft-/Drehmomentsensors über die serielle Schnittstelle.

4.4 Common Gateway Interface (CGI)

Der NETrs F/T kann über Ethernet mithilfe der Standard-HTTP-GET-Methode konfiguriert werden, die Konfigurationsvariablen und deren Werte in der angeforderten URL übermittelt.

Jede Variable kann nur über die CGI-Seite eingestellt werden, die für diese Variable zuständig ist. Die einzelnen CGI-Seiten und die zugehörigen einstellbaren Variablen sind in Tabellen im folgenden Abschnitt aufgeführt.

URLs werden nach folgender Syntax aufgebaut:

`http://<NETrsFTAddress>/<CGIPage.cgi>?<firstVariableAssignment>&<nextVariable Assignment>`

wobei:

<code>http://</code>	eine HTTP-Anfrage bezeichnet
<code><NETrsFTAddress></code>	die Ethernet-Adresse des NETrs F/T-Systems ist
<code>/</code>	ein Trennzeichen
<code><CGIPage.cgi></code>	der Name der CGI-Seite, auf der die Variablen gespeichert sind, auf die zugegriffen werden
<code>?</code>	soll ein Trennzeichen, das den Beginn der Variablenzuweisungen markiert
<code><firstVariableAssignment></code>	eine Variablenzuweisung im unten beschriebenen Format
<code>&<nächsteVariablenzuweisung></code>	eine Variablenzuweisung im unten beschriebenen Format, wobei dem Variablennamen dem Variablennamen ein Und-Zeichen vorangestellt. Diese Variablenzuweisung ist optional

und kann für mehrere Variablen wiederholt werden.

Variablen werden mit der folgenden Syntax neue Werte zugewiesen:

Variablenname=*neuerWert*

wobei:

Variablenname	der Name der zuzuweisenden Variablen ist
=	die Zuweisung angibt
neuerWert	ist der Wert, der der Variablen zugewiesen werden soll. Text für Textvariablen sollte dürfen nicht in Anführungszeichen stehen. Um das Und-Zeichen in den Text einer Textvariablen einzufügen, verwende %26. Gleitkommazahlen sind auf zwanzig Zeichen.

Beispiel:

http://192.168.1.1/setting.cgi?setcfgsel=2&setuserfilter=0&setpke=1

weist den NETrs F/T an der IP-Adresse 192.168.1.1 an, die CGI-Variablen *setcfgsel* auf 2, *setuserfilter* auf 0 und *setpke* auf 1 zu setzen.

Die maximale Länge dieser URLs kann durch eine Reihe von Faktoren außerhalb des NETrs F/T bestimmt werden. Das Überschreiten der maximalen Länge kann zu einem Fehler oder zu einer falschen Einstellung der Variablen führen.

4.4.1 Einstellungen CGI (setting.cgi)

Mit diesem CGI-Skript kann der Benutzer bestimmte globale Einstellungen festlegen, wie z. B. die Auswahl des Tiefpassfilters, die Aktivierung der Spitzenwertüberwachung, den Software-Bias-Vektor und die Auswahl der aktiven Konfiguration.

Tabelle 4.3 – Variablen in setting.cgi					
Variablenname	Zulässige Werte	Beschreibung			
cfgcalse	Ganzzahlen: 0 bis 3	Legt die aktive Konfiguration fest. Beachten Sie, dass der von <i>cfgcalse</i> verwendete Wert um eins kleiner ist als die auf den Webseiten angezeigten Konfigurationsnummern.			
setuserfilter ¹	Ganzzahlen: 0 bis 8	Legt die Grenzfrequenz der Tiefpassfilterung wie folgt fest:			
		Wert	Grenzfrequenz	Wert	Grenzfrequenz
		0	kein Filter	5	5,1 Hz
		1	120 Hz	6	2,6 Hz
		2	46,6 Hz	7	1,2 Hz
		3	21,7 Hz	8	0,7 Hz
	4	10,4 Hz			
setadcrate	Ganzzahlen: 1000 2000 4000 8000 16000	Legt die aktive Abtastrate in Hz fest. 1000 ist der ATI NETrs-Standardwert.			
setbiasn	Ganzzahlen: -32768 bis 32767	Legt den Offset-Wert für Dehnungsmessstreifen <i>n</i> fest. Beispielsweise würde <i>setbias3=0</i> den Offset des vierten Dehnungsmessstreifens auf Null setzen (Dehnungsmessstreifen werden beginnend bei Null nummeriert).			
Hinweis:					
1. Die Werte werden auf Basis einer Abtastrate von 1 kHz angezeigt, was die Standardeinstellung für ATI NETrs-Sensoren ist.					

4.4.2 CGI zur Überwachung der Bedingungen (moncon.cgi)

Dieses CGI definiert und steuert Anweisungen für Überwachungsbedingungen. Anweisungen für Überwachungsbedingungen können aktiviert oder deaktiviert werden und müssen eine Achse, einen Vergleichstyp, einen Wert für die Anzahl der Vergleiche sowie einen Ausgabecode enthalten.

Tabelle 4.4 – Variablen von moncon.cgi				
Variablenname	Zulässige Werte	Beschreibung		
setmce	Ganzzahlen: 0 oder 1	Aktiviert (Wert = 1) oder deaktiviert (Wert = 0) die gesamte Verarbeitung von Bedingungsanweisungen.		
mcen	Ganzzahlen: 0 oder 1	Aktiviert (Wert = 1) oder deaktiviert (Wert = 0) die Bedingungsanweisung <i>n</i> .		
mcxn	Ganzzahlen: -1 bis 5	Wählt die Achse aus, die durch die Bedingungsanweisung <i>n</i> ausgewertet wird.		
		Wert	Beschreibung	Menüwert
		-1	Anweisung deaktiviert	leer
		0	Fx-Achse	Fx
		1	Fy-Achse	Fy
		2	Fz-Achse	Fz
		3	Tx-Achse	Tx
		4	Ty-Achse	Ty
		5	Tz-Achse	Tz

Tabelle 4.4 – moncon.cgi-Variablen		
Variablenname	Zulässige Werte	Beschreibung
<i>mcvn</i>	Ganzzahlen: -2147483648 bis +2147483647	Setzt den Zählwert, um den aktuellen Achsenwert anhand der Bedingung <i>n</i> zu vergleichen.
<i>mcon</i>	Hexadezimal: 0x00 bis 0xFF	Legt den Ausgabecode für die Bedingungsanweisung <i>n</i> fest.
wobei <i>n</i> eine ganze Zahl zwischen 0 und 15 ist, die den Index der Bedingungsanweisung angibt		

4.4.3 Konfigurationen CGI (config.cgi)

Verwenden Sie dieses CGI, um die Ausgabeparameter des Sensorsystems festzulegen. Es kann jede der sechzehn Konfigurationen definiert werden. Durch das Ändern der Konfiguration können Sie auswählen, welche Wandlerkalibrierung verwendet werden soll und welche Werkzeugtransformationen auf diese Kalibrierung angewendet werden sollen.

Bei der Verwendung von config.cgi gibt der Wert „cfgid“ an, welche Konfiguration angesteuert wird. Beispielsweise legt `http://<netFTAddress>/config.cgi?cfgid=3&cfgnam=test123` den Namen der vierten Konfiguration (die sich an Index 3 befindet) auf „test123“ fest.

Tabelle 4.5 – Variablen in config.cgi			
Variablenname	Zulässige Werte	Beschreibung	
cfgcalsei	Ganzzahlen: 0 bis 3	Legt die von der Konfiguration verwendete Kalibrierung fest.	
cfgtdu	Ganzzahlen: 1 bis 5	Die von der Werkzeugtransformation der Konfiguration verwendeten Einheiten für die Abstandsmessung.	
		Wert	Menüwert
		1	in
		2	ft
		3	mm
		4	cm
		5	m
cfgtau	Ganzzahlen: 1 oder 2	Die Rotationseinheiten, die bei der Werkzeugtransformation der Konfiguration verwendet werden.	
		Wert	Menüwert
		1	Grad (°)
		2	Radian
cfgtfx0	Gleitkomma	Legt den Werkzeugtransformationsabstand Dx fest. Der Abstand muss in <i>cfgtdu</i> -Abstands-Einheiten angegeben werden.	
cfgtfx1	Gleitkomma	Legt den Werkzeugtransformationsabstand Dy fest. Der Abstand muss in <i>cfgtdu</i> -Abstands-Einheiten angegeben werden.	
cfgtfx2	Gleitkomma	Legt den Werkzeugtransformationsabstand Dz fest. Der Abstand muss in <i>cfgtdu</i> -Abstands-Einheiten angegeben werden.	
cfgtfx3	Gleitkomma	Legt die Werkzeugtransformationsrotation Rx fest. Die Rotation muss in <i>cfgtau</i> -Winkleinheiten angegeben werden.	
cfgtfx4	Gleitkomma	Legt die Drehung Ry der Werkzeugtransformation fest. Die Drehung muss in Winkel-Einheiten von <i>cfgtau</i> angegeben werden.	
cfgtfx5	Gleitkomma	Legt die Drehung Rz der Werkzeugtransformation fest. Die Drehung muss in Winkel-Einheiten von <i>cfgtau</i> angegeben werden.	

4.4.4 Kommunikations-CGI (comm.cgi)

Dieses CGI legt die Netzwerkoptionen der Net Box fest. Weitere Informationen zu den Parametern finden Sie in [Abschnitt 4.7 – Seite „Kommunikationseinstellungen“ \(comm.htm\)](#).

Tabelle 4.6 – comm.cgi-Variablen			
Variablenname	Zulässige Werte	Beschreibung	
comnetdhcp	Ganzzahlen: 0 oder 1	Legt das DHCP-Verhalten fest.	
		Wert	Beschreibung
		0	DHCP verwenden, falls im Netzwerk verfügbar
		1	Software-definierte statische IP-Adressen verwenden
comnetip	Beliebige IPv4-Adresse in Dezimalschreibweise	Legt die statische IP-Adresse fest, die verwendet werden soll, wenn DHCP deaktiviert ist.	
comnetmsk	Beliebige IPv4-Subnetzmaske in Dezimalschreibweise	Legt die Subnetzmaske fest, die verwendet werden soll, wenn DHCP deaktiviert ist.	
comnetgw	Beliebige IPv4-Adresse in Dezimalschreibweise	Legt das Gateway fest, das verwendet werden soll, wenn DHCP deaktiviert ist.	
comrdtrate	1 bis 7000	Legt die RDT-Ausgangsrate in Hertz fest. Der tatsächlich verwendete Wert kann aufgerundet werden; siehe Abschnitt 4.7 – Seite „Kommunikationseinstellungen“ (comm.htm) für Details.	
comrdtbsiz	Ganzzahlen: 1 bis 40	Puffergröße im RDT-Puffermodus.	
comrdtport	0 bis 65535	RDT-Empfangsport	
comtcpport	0 bis 65535	TCP-Listening-Port	
comtelnetport	0 bis 65535	Telnet-Empfangsport	

5. Betrieb

Das NETrs-System kann über eine Reihe von Netzwerken kommunizieren, darunter:

- [Konsolenbefehle über serielle Schnittstelle](#)
- [User Datagram Protocol \(UDP-Schnittstelle unter Verwendung von RDT\)](#)
- [TCP-Schnittstelle](#)
- [EtherNet/IP™](#)
- [PROFINET](#)
- [DeviceNet®](#)
- [Controller Area Network \(CAN\)](#)

5.1 Konsolen- -Befehle über serielle Schnittstelle

Wenn der Sensor über ein Kabel an den Computer oder Roboter des Kunden angeschlossen wird, weist der Computer dem Sensor einen COM-Anschluss zu. Anschließend kann der Benutzer über eine Konsole am Computer mit dem Sensor kommunizieren. Eine vollständige Liste der seriellen Befehle ist in [Tabelle 5.1](#) aufgeführt.

Tabelle 5.1 – Serielle Befehle		
Befehl	Befehl mit Operanden	Beschreibung
Hilfe	h	Gibt eine Übersicht über die verfügbaren Konsolenbefehle und Operanden aus.
	H	
	?	
Bias	bias	Zeigt den aktuellen Bias-Status an
	Bias ein	Schaltet die Vorspannung ein
	Bias aus	Schaltet die Vorspannung aus
	Bias [Wert]	Setzt den Offset-Wert in F/T-Zählern auf einen bestimmten Wert
Spitzenwert	Spitzenwert	Zeigt die Spitzenwerte der F/T-Daten für die Laufzeit und den Gesamtzeitraum in Einheiten an.
	Spitzenwert c	Zeigt die Spitzenwerte der F/T-Daten für die Laufzeit und den gesamten Zeitraum in Zählwerten an.
	Spitzenwert r	Setzt die Spitzenwerte der F/T-Daten während der Laufzeit zurück.
C/S	c	Kontinuierlicher Wertefluss. Siehe Abschnitt 5.1.1 – Abfragebefehle: „s“ oder „c“ .
	s	Einzelne Zeile mit Werten. Siehe Abschnitt 5.1.1 – Abfragebefehle: „s“ oder „c“
Set	set	Gibt alle Werte der Einstellungsfelder aus. Siehe Abschnitt 4.1.2 – Befehl „Cal“
	set [Feld]	Gibt den Wert eines bestimmten Einstellungsfeldes aus.
	set [Feld] [Wert]	Setzt das angegebene Einstellungsfeld auf den eingegebenen Wert.
Simerr	simerr on	Schaltet das Bit für den simulierten Fehlerstatus ein. Siehe Tabelle 7.1
	simerr off	Schaltet das simulierte Fehlerstatus-Bit aus. Siehe Tabelle 7.1
Reset	reset	Setzt den Prozessor zurück und stellt alle Parameter und Einstellungen auf ihre gespeicherten Standardwerte zurück.
Saveall	saveall	Schreibt alle Einstellungen in den nichtflüchtigen Speicher. Dies wird in der Regel verwendet, wenn Einstellungen aktualisiert wurden.
Status	status	Gibt einen Statusbericht zu den verschiedenen Komponenten des Sensors aus

Tabelle 5.1 – Serielle Befehle		
Befehl	Befehl mit Operanden	Beschreibung
MC	mc	Gibt alle Statusinformationen zu den globalen Monitorzustands en aus.
Ansicht	Ansicht	Gibt Eigenschaften des Kalibrierungsberichts aus, wie z. B. F/T-Teilenummer, Seriennummer, Einheiten, Kalibrierungsdatum und Kalibrierungsfamilie.
	Ansicht 0	Druckt die Kalibrierungseigenschaften für Kalibrierung 0 aus.
	Ansicht 1	Druckt die Kalibrierungseigenschaften für Kalibrierung 1 aus.
	Ansicht 2	Druckt die Kalibrierungseigenschaften für Kalibrierung 2 aus.
	Ansicht a	Druckt die Kalibrierungseigenschaften für die aktive Kalibrierung aus.
Diag	Diag	Druckt einen Diagnosebericht mit Messgerät Nummer, Messwerten in Zählwerten und einer Messgerätstatusanzeige. Zu den Anzeigen gehören: „W“ Messgerät im Warbereich „!“ Messgerät im Fehlerbereich „X“ Messgerät getrennt
IMUsave	IMU	Speichert die IMU-Kalibrierungsdaten gemäß dem im Transducer-Handbuch beschriebenen Verfahren. Siehe das ATI F/T Transducer Section Manual .
ACCLCAL	ACCLCAL [Wert]	Ändert die Verstärkung des Beschleunigungssensors und des Gyroskops der IMU. Siehe Abschnitt 5.1.5 – IMU-Daten: Konfiguration von Beschleunigungssensor und Gyroskop
NETBOX	netbox	Wechselt in den Netbox-Konsolenmodus, um mit einer älteren Netbox zu kommunizieren.
Konsole	Konsole	Wechselt vorübergehend in den normalen Konsolenmodus bis zum nächsten Neustart. Verwenden Sie dies, um im NETBOX- oder YELLOW-Modus auf die Konsolenoberfläche zuzugreifen.

5.1.1 Befehle zur Abfrage von „:“, „s“ oder „c“

Der Abfragebefehl startet die Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung von FT-Daten. Der Befehl „s“ gibt eine einzelne Zeile mit Sensordaten aus, die anhand der Zählwerte pro Kraft oder pro Drehmoment skaliert sind. Der Befehl „c“ gibt fortlaufende Zeilen mit Sensordaten aus, die enden, wenn der Benutzer eine andere Taste, z. B. „Enter“, gedrückt hält, bis die Datenausgabe aufhört. Der Befehl „c“ gibt Daten mit der im Parameter rdtRate festgelegten Rate aus.

Im Folgenden finden Sie Beispiele für einen „S“- oder „C“-Befehl mit Spezifizierern:

1. Beispiel: S c0123

Benutzer: S c0123

Antwort: fd6b02 ff240d fe2b34 fe273d

- S: gibt eine einzelne Zeile Daten aus.
- c: gibt Daten in Zählwerten aus.
- 0123: Eine Zahl zwischen 0 und 7 gibt an, dass die Daten für die entsprechende Messstellennummer ausgegeben werden sollen. So gibt 0 die Daten für Messstelle Null aus, und 3 gibt die Daten für Messstelle Vier aus. In diesem Beispiel gibt die Antwort die Messstellendaten für die Messstellen Null, Eins, Zwei und Drei aus.
- Die Daten werden standardmäßig im Hexadezimalformat angezeigt.

2. Beispiel: s>012345du67

Benutzer: s >012345du67

Antwort: fd6afd ff2407 fe2b2a fe272f fdb571 fec16b -3506688 4194771

- a. S: Ein Befehl zum Ausgeben einer einzelnen Datenzeile.
- b. >: gibt die Daten in einer komprimierten Ausgabe aus, die für Hochgeschwindigkeitsanwendungen gedacht ist.
- c. 012345: gibt die Daten für die entsprechenden Messgeräte Null bis Sechs aus.
- d. D: Alle nachfolgenden Daten werden im Dezimalformat ausgegeben.
- e. U: Alle nachfolgenden Daten werden in Einheiten ausgegeben.
- f. 67: gibt die Daten für die entsprechenden Messgeräte sieben und acht aus.

Tabelle 5.2 – Befehlsspezifizierer S oder C		
Kategorie	Spezifizierer	Beschreibung
Messplatznummer(n)	01234567	Gibt die aktiven ADC-Kanäle 0 bis 7 an. Rohwerte werden nur in Zählwerten ausgegeben.
Achse	XYZ	Gibt z-, y- oder z-Kraft- oder Drehmomentdaten an
	M	Legt die Kraft- oder Drehmoment-Absolutwerte fest
Kraft und/oder Drehmoment	F	Die folgenden XYZM-Daten geben die Kraft an (Standard)
	T	Die folgenden XYZM-Daten geben das Drehmoment an
Zählwerte oder Einheiten	C	Die Daten werden in Zählwerten ausgegeben
	U	Die Daten werden in Einheiten ausgegeben (Standard)
Zahlensystem	D	Daten werden im Dezimalsystem ausgegeben
	H	Daten werden im Hexadezimalformat ausgegeben, mit Ausnahme von Daten, die immer im Dezimalformat ausgegeben werden (Standard)
Format	<	Daten werden in menschenlesbarer Form mit ausgerichteten Spalten ausgegeben (Standard)
	>	Die Daten werden in komprimiertem Format ausgegeben, das für automatisierte Hochgeschwindigkeitsanwendungen vorgesehen ist.
Zusätzliche Eingaben zur Unterstützung bei der Entwicklung von Kundensoftware Programms	#	Legt einen Zählwert fest, der bei jeder neuen C- oder S-Zeile ausgegeben wird.
	@	Legt einen ADC-Lesezähler fest, der bei jedem ADC-Lesevorgang ausgegeben wird.
	;	Verwendet ein Komma zwischen den Feldern anstelle von Leerzeichen
	S	Legt einen 16-Bit-CRC fest.
Fehlerbehebung	!	Gibt einen 32-Bit-Statuscode an. Siehe Tabelle 8.1 .
Long-Spezifizierer	\$	Long-Spezifizierer-Tag, um anzuzeigen, dass die folgenden Zeichen zu einem Long-Spezifizierer gehören. Siehe Abschnitt 5.1.6 – IMU-Daten: Streaming

5.1.2 Set-Befehl

Mit dem Set-Befehl können Benutzer bestimmte Einstellungen anzeigen oder festlegen, die in [Tabelle 5.3 – Set-Befehle](#) aufgeführt sind. Im Folgenden finden Sie Beispiele für einen Set-Befehl mit Spezifizierern:

1. Beispiel: set baud

Benutzer: set baud

Antwort: Baudrate 115200

- Durch Eingabe des Befehls „set“ mit dem Operanden „baud“ gibt der Sensor die aktuelle Baudrate aus

Benutzer: set baud 1000000

Antwort: Baudrate war 115200, jetzt 1000000

Benutzer: saveall

Antwort: Parameter in NVM-Bank 0 gespeichert

Parameter in NVM-Bank 1 gespeichert

- Durch Eingabe eines Wertes nach dem Befehl zur Einstellung der Baudrate kann der Benutzer eine neue Baudrate festlegen.
- Denken Sie daran, den Befehl „saveall“ auszuführen, um sicherzustellen, dass alle Änderungen im nichtflüchtigen Speicher gespeichert werden.

2. Beispiel: ttdx

einrichten Benutzer:

ttdx einrichten

Antwort:

Feld	Wert
-----	-----
ttdx	0

- Durch Eingabe des Befehls „set“ mit dem Operanden „ttdx“ gibt der Sensor den aktuellen Werkzeugversatz in der X-Achse aus.

Benutzer: set ttdx 1

Antwort: set ttdx 1
ttdx war „0“, jetzt „1“

Benutzer: saveall

Antwort: Parameter in NVM-Bank 0 gespeichert
Parameter in NVM-Bank 1 gespeichert

- Standardmäßig sind die Einheiten für Werkzeugtransformationen Millimeter für Entfernungen und Radiant für Winkel. Diese Einheiten können mit den Befehlen `ttdu` (Entfernungseinheiten) und `ttau` (Winkleinheiten) geändert werden. Siehe [Tabelle 5.3](#).
- Denken Sie daran, den Befehl „saveall“ zu senden, um sicherzustellen, dass alle Änderungen im nichtflüchtigen Speicher gespeichert werden.

Tabelle 5.3 – Einstellbefehle				
Feld	Lesen/Bearbeiten	Beispiel	Datentyp	Beschreibung
SerialNum	Lesen	FT00123	STRING(8)	Kalibrierte F/T-Seriennummer
partNum	Lesen	Num-4	STRING(30)	Kalibrierungs-Teilenummer
calFamily	Lesen	ENET	STRING(8)	Liest immer „ENET“
CalTime	Lesen	01.01.1970 00:00	STRING(30)	Datum- und Uhrzeitsensor wurde kalibriert
max0	Lesen	2147483647	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Maximaler Nennkraftwert in Zählwerten für diese Achse.
max1				Maximaler Nenn-Drehmomentwert in Zählwerten für diese Achse.
max2				
max3				
max4				
max5				
Kraft-Einheiten	Lesen	1	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Krafteinheiten. 0=Lbf, 1=N, 2=Klbf, 3=kN, 4=kg
Drehmomenteinheiten		2		Drehmomenteinheiten. 0=Lbf-in, 1=Lbf-ft, 2=Nm, 3=Nmm, 4=kg-cm, 5=kN-m
cpf	Lesen	100000	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Kalibrierungszählwerte pro Krafteinheit.
cpt		100000		Kalibrierungsimpulse pro Drehmomenteinheit.

Tabelle 5.3 – Einstellbefehle				
Feld	Lesen/Bearbeiten	Beispiel	Datentyp	Beschreibung
peakPos0	Lesen	2395927	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Spitzenlasten positiv. Historische Spitzenwerte für positive Kraft- und Drehmomentlasten in F/T-Zählwerten
peakPos1		624576		
peakPos2		35521		
peakPos3		721632		
peakPos4		159210		
peakPos5		74910		
PeakNeg0	Lesen	-988570	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Spitzenbelastungen negativ. Historische Spitzenwerte für negative Kraft- und Drehmomentbelastungen in F/T
PeakNeg1		-2008525		
PeakNeg2		-9148784		
PeakNeg3		-46851		
PeakNeg4		-12383		
PeakNeg5		0		
Sensor-Hardwareversion	Lesen	0	16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Aktuelle Version der Sensor-Hardware
sensorInstr		1		Interne Fertigungsdaten
paramWrites		4		Anzahl der Schreibvorgänge des Sensors in den NVM
adcRate	Lesen und Bearbeiten	1000 (Standard)	16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	ADC-Rate in Hz: 1000, 2000, 4000, 8000, 16000.
rdtRate		40		RDT-Übertragungsrate in Hz. Dieser Wert kann zwischen 1 und der ADC-Rate liegen.
rdtSize		40		Anzahl der RDT-Datensätze, die in jedes UDP-Paket aufgenommen werden sollen. Dieser Wert liegt zwischen 1 und 40.
rdtPort		49152 (Standard)		UDP-Listening-Port für RDT-Befehle.
tcpPort		49151 (Standard)		UDP-Hörport für TCP-Befehle.
telnetPort		23 (Standard)		UDP-Listening-Port für Telnet-Verbindungen
filTc		0 (Standard)		(IIR-)Filtercode Diese Einstellung ändert den Parameter, der die Datenfilterung bestimmt.
calib		1	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Drei zu verwendende Kalibrierungen. Entweder 0, 1 oder 2.
location		Prüfstand	STRING(40)	Zeigt den physischen Standort an.

Tabelle 5.3 – Set-Befehle				
Feld	Lesen/Bearbeiten	Beispiel	Datentyp	Beschreibung
serNum	Lesen	FT001234	STRING(100)	Seriennummer des physischen Sensors
hwProdCode		Num-4	STRING(20)	Hardware-Produktcode
hwRev		04	16-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Hardware-Revisionsnummer
sipmode	Lesen und Bearbeiten	1	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	0=DHCP 1=Statisch
sipadr	Lesen und Bearbeiten	192.168.137.155 (Standard)	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Statische IP-Adresse
sipmsk	Lesen und bearbeiten	255.255.255.0 (Standard)		Statische IP-Subnetzmaske
sipgtw	Lesen und Bearbeiten	0.0.0.0 (Standard)		Statisches IP-Gateway
mac	Lesen	Seriennummer der MCU. d8:80:39:7a:c4:5e (Standard)	48-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	MAC-Adresse
ttdu	Lesen und Bearbeiten	2	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	Werkzeug-Transformations-Entfernungseinheiten 0=in, 1=ft, 2=mm, 3=cm, 4=m
ttau		1		Werkzeugtransformations-Winkeleinheiten. 0=Grad, 1=Radiant
ttdx	Lesen und bearbeiten	0 (Standard)	Float	Werkzeug-Transformationsabstände
ttdy		0 (Standard)		
ttdz		0 (Standard)		
ttrx		0 (Standard)		Werkzeug-Transformations-Drehwinkel
ttry		0 (Standard)		
ttrz		0 (Standard)		
baud	Lesen und Bearbeiten	115200 (Standard)	32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	UART-Baudrate. Muss zwischen 300 und 3M liegen. Alle Baudraten sind vorübergehend, bis der Befehl „saveall“ gesendet wird.
msg		1	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	0=Nur angeforderte Meldungen ausgeben 1=Alle Meldungen ausgeben
seriell	Lesen	0		0= Ethernet und seriell 1=Nur-Seriell-Modus.

Tabelle 5.3 – Einstellbefehle				
Feld	Lesen/Bearbeiten	Beispiel	Datentyp	Beschreibung
Vmid	Lesen und bearbeiten	0	8-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen	0= ADC_MID_VBR 1= SENS_MID_VBR
mcEnabled		1		1 = aktiviert, 0 = deaktiviert. Globale Überwachungsbedingungen aktiviert oder deaktiviert.
mcOutMomen		1		0: Momentane Überwachungsbedingungen. Der gültige Ausgabecode ist nur aktiv, solange der Schwellenwert erreicht ist. Wenn sich die Bedingungen ändern und der Schwellenwert nicht , wird der Ausgangscode nicht mehr angezeigt. 1: Rastend: Der gültige Ausgangscode bleibt aktiv, nachdem ein Schwellenwert erreicht wurde, auch wenn sich die Bedingungen ändern und der Schwellenwert nur kurzzeitig erreicht wurde.
mcOutDelay		20		Globale Verzögerung für momentane Überwachungsbedingungen. Wie lange die Überwachungsbedingung nach dem Auslösen gehalten wird. Dieser Wert wird in Zehntelsekunden angezeigt.
mcAndCodes		1		0: Verwendet die bitweise UND-Verknüpfung. Wenn alle festgelegten Schwellenwertbedingungen erfüllt sind, wird der Überwachungszustand ausgelöst. 1: Verwendet bitweise OR. Wenn eine der festgelegten Schwellenbedingungen erfüllt ist, wird der Überwachungszustand ausgelöst.
gelb	Lesen	Ein	8-Bit-Einheit	Gibt den Status des Gelb-Modus aus: ein oder aus
internalMass		0,5	float	Für Nutzer des Gelb-Modus. Interne Masse in Kilogramm.
FrameX		0	16-Bit-Einheit	Für Nutzer des Yellow-Modus Spezifische Daten des Sensorrahmens.
FrameY		0		
FrameZ		0		
FrameW		0		
FrameP		0		
FrameR		0		
ybaud	Lesen und bearbeiten	0		Gibt die Baudrate des Yellow-Modus aus.
yserNum	Lesen		STRING(20)	Gibt die Seriennummer des Yellow Mode aus.

5.1.3 Zählwerte pro Kraft/Drehmoment zu FT-Werten

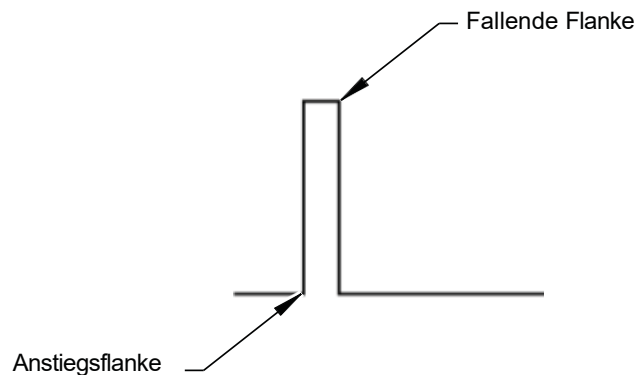
Um die tatsächlichen Kraft- und Drehmomentwerte zu erhalten, muss jeder Kraftwert durch den Faktor „Counts per Force“ (cpf) und jeder Drehmomentwert durch den Faktor „Counts per Torque“ (cpt) dividiert werden. Die cpf- und cpt-Faktoren können mithilfe der sekundären Kalibrierungsbefehle ermittelt werden. Siehe [Abschnitt 5.2 – Befehl „Set“](#). Beispiel: Wenn eine Kalibrierung 1.000.000 Zählwerte pro N angibt und Fz 4.500.000 Zählwerte angibt, beträgt die auf die Z-Achse ausgeübte Kraft 4,5 N.

5.1.4 Takt-Synchronisationsfunktion

Die Taktsynchronisationsfunktion wird aktiviert, wenn der Benutzer eine steigende Flanke von mindestens 5 V an die Leiter anlegt. Nach Aktivierung der Synchronisationsfunktion gibt der Sensor den zuletzt erfasste Datenpunkt aus, was dem Ausgang des über eine RS422-Kabel-Schnittstelle gesendeten „s“-Befehls ([Abschnitt 5.1.1 – Abfragebefehle: „s“ oder „c“](#)) entspricht. Die Datenausgabegeschwindigkeiten können bis zu 2 kHz angepasst werden.

In der folgenden Abbildung ist ein elektrischer Impuls dargestellt. Die steigende Flanke des Impulses beginnt bei 5 V. Die fallende Flanke des Impulses liegt vor, wenn die Spannung nicht mehr im Bereich von 5 bis 30 V liegt. 30 V ist die maximale Spannung, die das Kabel zulässt. Die Synchronisationsfunktion ist nicht mehr aktiviert, wenn die Spannung außerhalb des Bereichs von 5 bis 30 V liegt.

Abbildung 5.1 – Elektrischer Impuls



5.1.5 IMU-Daten: Konfiguration von Beschleunigungsmesser und Gyroskop

HINWEIS: Vor dem Streamen oder Einrichten von IMU-Daten muss der Benutzer eine IMU-Kalibrierung durchführen, wie im [Handbuch](#) zum [ATI F/T-Transducer-Abschnitt](#) beschrieben.

Der Beschleunigungsmesser und das Gyroskop der IMU können mit dem Befehl „`acclcal`“ konfiguriert werden (siehe [Tabelle 5.1 – Konsolenbefehle](#)). Dem Benutzer stehen die folgenden vier Kombinationen zur Verfügung:

- `acclcal 2g`: Stellt den Messbereich des Beschleunigungssensors auf +/- 2 g und den des Gyroskops auf 2000 DPS ein
- `acclcal 4g`: Stellt den Messbereich des Beschleunigungssensors auf +/- 4 g und den des Gyroskops auf 2000 DPS ein
- `acclcal 8g`: Stellt den Messbereich des Beschleunigungssensors auf +/- 8 g und den des Gyroskops auf 2000 DPS ein
- `acclcal 16g`: Stellt den Messbereich des Beschleunigungssensors auf +/- 16 g und den des Gyroskops auf 2000 DPS ein

5.1.6 IMU-Daten: Streaming von „ “

Die IMU-Daten von Beschleunigungsmesser und Gyroskop werden über C/S-Befehle unter Verwendung von Langspezifizierern gestreamt. Die Leistung des Beschleunigungsmessers beträgt 0,3 m/s, die des Gyroskops 3,1 dps. Nach dem Spezifizierer-Tag „\$“ aus [Tabelle 5.2](#) beschreiben Langspezifizierer die zu streamenden IMU-Daten. Zur Steuerung des Datentyps können zusätzliche Modifikatoren verwendet werden. Siehe [Tabelle 5.4 – IMU-Spezifizierer](#) für IMU-Datenstromoptionen.

Tabelle 5.4 – IMU-Spezifizierer					
Spezifizierer	Name	Modifikatoren ¹	Einheiten	Typ	Achsen
\$A	Beschleunigungsmesser	C	Zählwerte	16-Bit	XYZ
		U	m/s ²		
\$G	Gyro	C	Zählwerte		
		U	Radian/s		
\$LA	Lineare Beschleunigung	C	Zählwerte		
		U	m/s ²		
\$GV	Schwerkraftvektor	C	Zählwerte		
		U	m/s ²		
\$AV	Winkelgeschwindigkeit	C	Zählwerte		
		U	Radian/s		
\$ACL	Genauigkeitsstufe der linearen Beschleunigung ²	Bits 76	0: Unzuverlässig 1: Geringe Genauigkeit 2: Mittlere Genauigkeit 3: Hohe Genauigkeit	8-Bit	k. A.
	Genauigkeitsstufe des Beschleunigungssensors ²	Bits 54			
	Gyro-Genauigkeitsstufe ²	Bits 32			
\$US	Mikrosekunden-Zähler	Keine	Zählwerte	32-Bit	N/A
\$HDR	Sende 0x1234 zur Paketsynchronisation	Keine	N/A	16-Bit	N/A
\$TW	Zweiwege-Kommunikation im kontinuierlichen Modus aktivieren	N/A: Keine Daten zurückgegeben			

Anmerkungen:

1.

Modifikatoren
C: Gibt die rohen IMU-Daten aus.
U: Gibt die kalibrierten IMU-Daten aus. Wenn ein Feld Modifikatoren zulässt, aber kein Modifikator vorhanden ist, werden standardmäßig die kalibrierten IMU-Daten ausgegeben.

2.

Siehe [Abschnitt 5.1.7 – Verfahren zur Überprüfung der IMU-Genauigkeit](#).

Beispiele:

1. Beschleunigungsmesser

user: s \$xyz
Antwort: s \$xyz
-0,527 0,488 -9,965

- Durch Eingabe des Befehls „s“ mit dem Operanden „\$xyz“ gibt der Sensor die Beschleunigungsdaten für die X-, Y- und Z-Achse aus.
- Die Werte werden standardmäßig als kalibrierte IMU-Daten ausgegeben.

2. Gyroskop

Benutzer: s \$gxyz
Antwort: s \$gxyz
-0,004 -0,111 -0,045

- Durch Eingabe des Befehls s mit dem Operanden \$gxyz gibt der Sensor die Gyroskopdaten in der X-, Y- und Z-Achse aus.
- Die Werte werden standardmäßig als kalibrierte IMU-Daten ausgegeben.

5.1.7 Verfahren zur Überprüfung der IMU-Genauigkeit

Die IMU verfügt über eine integrierte Genauigkeitsprüfung, die die Ausgangssignale des Beschleunigungssensors und des Gyroskops überwacht. Die Genauigkeit der IMU-Daten wird dem Endnutzer anhand der folgenden Definitionen mitgeteilt:

Tabelle 5.5 – Maske für IMU-Genauigkeitsstufen		
Beschreibung	Binärwert	Dezimal wert
Unzuverlässig	00	0
Genauigkeit Gering	01	1
Genauigkeit Mittel	10	2
Genauigkeit Hoch	11	3

Während der Endnutzer die für eine Anwendung erforderliche genaue Leistungsgenauigkeit festlegen muss, entsprechen die Angaben im Datenblatt dem Betrieb des Sensors bei hoher Genauigkeit. Liegt die aktuell gemeldete Genauigkeit unter dem vom Endnutzer gewünschten Niveau, kann eine Kalibrierung gemäß [Abschnitt 3.7 – Dynamisches Kalibrierungsverfahren für die IMU](#) – durchgeführt werden

Um den Genauigkeitswert korrekt auszulesen, muss der Benutzer den hexadezimalen Wert in einen binären Wert umwandeln.

1. Beispiel: Genauigkeitsstufen

Benutzer: `s $acl`

Antwort: `s $acl`
`24`

- Durch Eingabe des Befehls „s“ mit dem Operanden „\$acl“ gibt der Sensor die Genauigkeitsstufen des Beschleunigungssensors und des Gyroskops aus.
- Die Daten werden im Hexadezimalformat ausgegeben. Der Benutzer muss die hexadezimale Ausgabe in Binärcode umwandeln, um den Genauigkeitswert abzulesen. In diesem Beispiel würde 24 in Binärcode zu 0010 0100 umgewandelt werden.
- Anhand von [Tabelle 5.5](#) kann der Benutzer die binäre Ausgabe einem Genauigkeitsgrad zuordnen. In diesem Beispiel würde 0010 0100 bedeuten, dass der lineare Beschleunigungsmesser (00) unzuverlässig ist, der Beschleunigungsmesser (10) eine mittlere Genauigkeit aufweist und das Gyroskop (01) eine geringe Genauigkeit hat.

5.1.8 Gelber Modus

Für Benutzer, die einen Sensor für die Verwendung mit der FANUC-Kraftregelung erworben haben, wird der Sensor im Gelb-Modus ausgeliefert. Detaillierte Informationen zur seriellen Funktionalität des Sensors finden Sie im [Fanuc-Ready-Handbuch](#) seriellen Funktionen.

5.2 UDP- -Schnittstelle mit RDT

Der NETrs F/T kann Daten mit bis zu 8000 Hz über Ethernet mittels UDP ausgeben. Diese Methode der schnellen Datenerfassung wird als „Raw Data Transfer“ (RDT) bezeichnet. Wenn der Overhead von DeviceNet oder EtherNet/IP für eine Anwendung zu hoch ist oder wenn bei der Datenerfassung zusätzliche Geschwindigkeit erforderlich ist, bietet RDT eine einfache Methode, um die Kräfte, Drehmomente und Statuscodes des NETrs F/T-Systems abzurufen.

HINWEIS: Multi-Byte-Werte müssen zuerst an das High-Byte des Netzwerks übertragen werden und die richtige Anzahl an Bytes aufweisen. Einige Compiler richten Strukturen an großen Feldgrößen aus, wie z. B. 32- oder 64-Bit-Feldern, und senden eine falsche Anzahl an Bytes. C-Compiler bieten in der Regel die Funktionen *htons()*, *htonl()*, *ntohs()* und *ntohl()* an, die diese Probleme automatisch beheben können.

5.2.1 RDT-Protokoll

Das RDT-Protokoll umfasst vier Befehle, die in [Tabelle 5.6](#) aufgeführt sind. Jeder vom NETrs F/T empfangene Befehl hat Vorrang vor zuvor empfangenen Befehlen.

Tabelle 5.6 – RDT-Befehle		
Befehl	Befehlsname	Befehls- -Antwort
0x0000	Streaming beenden	keine
0x0002	Hochgeschwindigkeits-Echtzeit-Streaming starten	RDT-Datensatz(e)
0x0003	Hochgeschwindigkeits-Streaming mit Pufferung starten	RDT-Datensatz(e)
0x0042	Software-Bias einstellen	keine
1. Hochgeschwindigkeits-Echtzeit-Streaming (bis zu 7000 Hz) eignet sich am besten für Anwendungen mit Echtzeit-Reaktion. 2. Hochgeschwindigkeits-Streaming mit Pufferung (bis zu 7000 Hz in Bursts) eignet sich am besten für die Datenerfassung mit hoher Geschwindigkeit, jedoch nicht für Echtzeit-Reaktionen.		

Um die Ausgabe von RDT-Nachrichten durch den NETrs F/T zu starten, senden Sie eine RDT-Anfrage an ihn. Der NETrs F/T wartet auf RDT-Anfragen am UDP-Port 49152. Er sendet die RDT-Ausgabemeldungen ebenfalls über diesen Port.



ACHTUNG: Für das Streaming von NETrs F/T-Daten sollte ein dediziertes Ethernet-Netzwerk verwendet werden. Die NETrs F/T-RDT-Streaming-Modi können große Datenmengen an die Ethernet-Verbindung senden, was andere Kommunikationsvorgänge im Netzwerk stören kann. Siehe [Abschnitt 16.1 – Verbesserung des Ethernet-Durchsatzes](#).



VORSICHT: Um das Risiko von Netzwerkproblemen zu verringern, insbesondere in einem gemeinsam genutzten Netzwerk, sollten die NETrs F/T-RDT-Streaming-Modi nur dann mit hoher Ausgaberate verwendet werden, wenn dies unbedingt erforderlich ist.

HINWEIS: Alle NETrs F/T RDT-Streaming-Modi streamen so lange weiter, bis ein „Stop Streaming“-Befehl (0x0000) empfangen wird. Wenn der Client, der die Daten angefordert hat, aus dem Netzwerk entfernt wird (Trennung, Ausschalten, außerhalb der WLAN-Reichweite usw.), bevor er einen „Stop Streaming“-Befehl sendet, streamt der NETrs F/T weiterhin Daten ins Netzwerk, obwohl Es gibt keinen Empfänger.

Alle RDT-Anfragen verwenden die folgende RDT-Anfragestruktur:

```
{  
    Uint16 command_header = 0x1234;    // Erforderlicher Uint16-  
    Befehl;                             // Auszuführender Befehl  
    Uint32 sample_count;                // Auszugebende Samples (0 = unendlich)  
}
```

Setzen Sie das Befehlsfeld der RDT-Anfrage auf den Befehl aus [Tabelle 5.6](#). Setzen Sie sample_count auf die Anzahl der auszugebenden Samples. Wenn sample_count auf Null gesetzt ist, gibt die Net Box kontinuierlich aus, bis der Benutzer eine RDT-Anfrage mit dem Befehl Null sendet.

RDT-Datensätze, die in einer RDT-Anfrage gesendet werden, haben folgende Struktur: {

```
    Uint32 rdt_sequence; // RDT-Sequenznummer dieses Pakets. Uint32  
    ft_sequence; // Interne Sequenznummer des Datensatzes Uint32 status;  
                    // Systemstatuscode  
  
    // Kraft- und Drehmomentmesswerte verwenden Zählwerte  
    Int32 Fx;        // Kraft auf der X-Achse  
    Int32 Fy;        // Kraft auf der Y-  
    Achse Int32 Fz; // Kraft auf der Z-  
    Achse Int32 Tx; // Drehmoment der  
    X-Achse Int32 Ty; // Drehmoment auf  
    der Y-Achse Int32 Tz; // Drehmoment  
    der Z-Achse  
}
```

rdt_sequence: Die Position des RDT-Datensatzes innerhalb eines einzelnen Ausgabestroms. Die RDT-Sequenznummer ist nützlich, um festzustellen, ob während der Übertragung Datensätze verloren gegangen sind. Bei einer Anfrage nach 1000 Datensätzen beginnt rdt_sequence beispielsweise bei 1 und läuft bis 1000.
Der RDT-Sequenzzähler springt nach dem Inkrement $4294967295 (2^{32} - 1)$ auf Null zurück.

ft_sequence: Die interne Abtastnummer des in diesem RDT-Datensatz enthaltenen F/T-Datensatzes. Die F/T-Sequenznummer beginnt bei 0, wenn das Net F/T eingeschaltet wird, und wird mit der internen Abtastrate (7000 pro Sekunde) erhöht. Im Gegensatz zur RDT-Sequenznummer wird die ft_sequence nicht auf Null zurückgesetzt, wenn eine RDT-Anfrage empfangen wird. Der F/T-Sequenzzähler springt für die Inkrementierung nach $4294967295 (2^{32} - 1)$ auf Null zurück.

status: Enthält den Systemstatuscode zum Zeitpunkt der Aufzeichnung.

Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz: Die F/T-Daten als Zählwerte.

Bei Verwendung des gepufferten Modus entspricht die Anzahl der in einem UDP-Paket empfangenen RDT-Datensätze der auf der Webseite „Kommunikation“ angezeigten RDT-Puffergröße. Eine Beschreibung der RDT-Puffergröße finden Sie in [Abschnitt 4.7 – Seite „Kommunikationseinstellungen“ \(comm.htm\)](#).

5.2.2 Erweiterte RDT-Anfragen

Das erweiterte RDT-Anfrageformat wird verwendet, wenn der NETrs F/T die UDP-F/T-Daten an eine andere IP-Adresse senden soll als die IP-Adresse, von der die Anfrage stammt. Dies ist beispielsweise nützlich, wenn die NETrs F/T-Stream-Daten an eine Multicast-Adresse gesendet werden, damit mehrere Clients den Stream gleichzeitig empfangen können.

Erweiterte RDT-Anfragen haben folgende Struktur:

```
{  
  uint16 hdr;                /* Immer auf 0x1234 gesetzt */  
  uint16 cmd;                /* Der Befehlscode, wobei das höchstwertige Bit auf „1“  
    gesetzt ist. */ uint32 count; /* Die Anzahl der Samples, die als Antwort gesendet werden  
    sollen. */ uint32 ipaddr_dest; /* Die IP-Adresse, an die die Antwort gesendet werden soll.  
  */ uint16 port_dest;        /* Der Port, an den die Antwort gesendet werden soll. */  
}
```

Die im Extended-RDT-Format verwendeten Befehlscodes entsprechen den Befehlscodes in normalen RDT-Anfragen, mit der Ausnahme, dass das höchstwertige Bit auf „1“ gesetzt ist. Beispielsweise wird der Befehlscode 2 für Hochgeschwindigkeits-Streaming in 0x8002 geändert, um ihn mit der Extended-RDT-Anfragepaketstruktur zu verwenden.

Um beispielsweise Hochgeschwindigkeits-Streaming an die Multicast-Adresse 224.0.5.128, Port 28250, anzufordern, senden Sie ein UDP-Paket mit den folgenden Daten:

```
{ 0x12, 0x34, 0x80, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 224, 0, 5, 128, 0x6e, 0x5a };
```

Kunden können sich dann bei der UDP-Multicast-IP-Adresse 224.0.5.128 anmelden und die Streaming-Daten über Port 28250 empfangen. Informationen dazu, wie man sich bei einer Multicast-IP-Adresse anmeldet, finden Nutzer in der Dokumentation ihres Client-Systems.

5.2.3 Berechnung der F/T-Werte für RDT

Um die tatsächlichen Kraft- und Drehmomentwerte zu erhalten, muss jeder Kraft-Ausgangswert durch den Faktor „Counts per Force“ und jeder Drehmoment-Ausgangswert durch den Faktor „Counts per Torque“ dividiert werden. Die Faktoren „Counts per Force“ und „Counts per Torque“ sind auf der Seite [netftapi2.xml](#) zu finden.

5.2.4 Mehrere Clients

Das RDT-Protokoll ist so konzipiert, dass es nur auf einen Client reagiert. Wenn ein zweiter Client einen Befehl sendet, antwortet das Net F/T dem neuen Client. Mehrere Clients könnten wiederholt einzelne Pakete anfordern, wodurch Probleme minimiert werden (die Java-Demo arbeitet auf diese Weise).

5.2.5 Hinweise zu UDP und dem RDT-Modus

Die RDT-Kommunikation nutzt UDP mit seinem minimalen Overhead, um den Durchsatz zu maximieren. Im Gegensatz zu TCP überprüft UDP nicht, ob ein Paket tatsächlich empfangen wurde.

In einigen Ethernet-Netzwerkkonfigurationen kann dies zum Verlust von RDT-Datensätzen führen. Durch Überprüfung der RDT-Sequenznummer jedes Datensatzes lässt sich feststellen, ob ein Datensatz verloren gegangen ist. Die RDT-Sequenznummer jedes gesendeten Datensatzes ist um eins höher als die des zuletzt für diese RDT-Anfrage gesendeten Datensatzes. Wenn die RDT-Sequenznummer eines empfangenen Datensatzes nicht um eins höher ist als die des zuletzt empfangenen Datensatzes, ist ein Datenverlust aufgetreten (das Programm muss auch den Überlauf der RDT-Sequenznummer berücksichtigen).

Die Wahrscheinlichkeit eines Datenverlusts hängt stark von der Ethernet-Netzwerkkonfiguration ab, und es gibt Möglichkeiten, die Wahrscheinlichkeit eines Datenverlusts auf nahezu Null zu reduzieren.

Die maximale Datenlatenz, gemessen vom Beginn der Datenerfassung bis zum Versand des letzten Datenbits an das Ethernet-Netzwerk, beträgt weniger als 28 µs.

Der NETrs F/T unterstützt jeweils nur eine UDP-Verbindung.

5.2.6 Beispielcode

Beispiel-C-Code finden Sie auf der ATI-Website unter http://www.ati-ia.com/Products/ft/software/net_ft_software.aspx.

5.3 TCP- -Schnittstelle

Die TCP-Schnittstelle lauscht auf dem TCP-Port 49151. Alle Befehle sind 20 Byte lang. Alle Antworten beginnen mit dem 2-Byte-Header 0x12, 0x34.

5.3.1 Befehlscodes

```
READFT          =      0,      /* F/T-Werte lesen. */ READCALINFO
                =      1,      /* Kalibrierungsinformationen lesen.
*/ WRITETRANSFORM =      2,      /* Werkzeugtransformation schreiben.
*/
WRITECondition  =      3,      /* Monitorbedingung schreiben. */
```

5.3.2 Lese-F/T-Befehl

```
{
uint8          Befehl;          /* Muss READFT (0) sein. */
uint8          reserved[15]; /* Sollte ausschließlich aus
Nullen bestehen. */ uint16      MCEnable;      /* Bitmap der zu
aktivierenden MCs. */ uint16      sysCommands; /* Bitmap der
Systembefehle. */
}
```

Jede Bitposition 0–15 in MCEnable entspricht der Monitorbedingung an diesem Index. Ist das Bit eine „1“, ist diese Monitorbedingung aktiviert. Ist das Bit eine „0“, ist diese Monitorbedingung deaktiviert.

Bit 0 von sysCommands steuert die Vorspannung. Ist Bit 0 auf „1“ gesetzt, wird das System vorgespannt. Ist Bit 0 auf „0“ gesetzt, erfolgt keine Aktion.

Bit 1 von sysCommands steuert die Speicherung des Monitorzustands. Ist Bit 1 eine „1“, wird die Speicherung des Monitorzustands gelöscht und die Auswertung des Monitorzustands beginnt von Neuem. Ist Bit 1 eine „0“, erfolgt keine Aktion.

5.3.3 F/T-Antwort lesen

```
{
uint16 header;          /* immer 0x1234. */
uint16 status;          /* Obere 16 Bits des Statuscodes. */
int16  ForceX;          /* 16-Bit   Force  X  Zählungen.*/
int16  ForceY;          /* 16-Bit   Kraft  Y  Zählwerte.*/
int16  ForceZ;          /* 16-Bit   Force  Z  Zählwerte.*/
int16  DrehmomentX;     /* 16-Bit   Drehmom ent XZählwerte. */
int16  TorqueY;         /* 16-Bit   Drehmom ent YZählwerte. */
int16  TorqueZ;         /* 16-Bit   Drehmom ent ZZählwerte. */
}
```

Der Statuscode besteht aus den oberen 16 Bits des 32-Bit-Statuscodes.

Die Kraft- und Drehmomentwerte in der Antwort entsprechen (tatsächlicher ft-Wert × Kalibrierungsimpulse pro Einheit ÷ 16-Bit-Skalierungsfaktor). Die Zählwerte pro Einheit und der Skalierungsfaktor werden mit dem Befehl zum Auslesen der Kalibrierungsinformationen abgerufen.

5.3.4 Befehl „Kalibrierungsinformationen lesen“

```
{
    uint8 Befehl;          /* Muss READCALINFO (1) sein. */
    uint8 reserved[19];    /* Sollte ausschließlich aus Nullen bestehen. */
}
```

5.3.5 Antwort auf Kalibrierungsabfrage

```
{
    uint16 header;          /* immer 0x1234. */
    uint8  forceUnits;      /* Krafteinheiten. */
    uint8  Drehmoment-Einheiten; /* Drehmomenteinheiten. */
    uint32 countsPerForce;  /* Kalibrierungszählwerte pro Krafteinheit. */
    uint32 countsPerTorque; /* Kalibrierungsimpulse pro Drehmomenteinheit. */
    uint16 scaleFactors[6]; /* Weitere Skalierung für 16-Bit-Zählwerte. */
}
```

Der Statuscode besteht aus den oberen 16 Bits des 32-Bit-Statuscodes.

Die Kraft- und Drehmomentwerte in der Antwort entsprechen (tatsächlicher ft-Wert × Kalibrierungszählwerte pro Einheit ÷ 16-Bit-Skalierungsfaktor). Die Zählwerte pro Einheit und der Skalierungsfaktor werden mit dem Befehl zum Auslesen der Kalibrierungsdaten abgerufen.

Die Codes für die Krafteinheiten lauten:

- 1: Pfund
- 2: Newton
- 3: Kilopfund
- 4: Kilonewton
- 5: Kilogramm
- 6: Gramm

Die Codes für die Drehmomenteinheiten lauten:

- 1: Pfund-Zoll
- 2: Pfund-Fuß
- 3: Newtonmeter
- 4: Newton-Millimeter
- 5: Kilogramm-Zentimeter
- 6: Kilonewton-Meter

5.3.6 Befehl „Werkzeug transformieren“

```
{
    uint8 command; /* Muss WRITETRANSFORM (2) sein. */ uint8
transformDistUnits; /* Einheiten von dx, dy, dz */ uint8
transformAngleUnits; /* Einheiten von rx, ry, rz */ int16
transform[6]; /* dx, dy, dz, rx, ry, rz */ uint8 reserved[5]; /*
Sollte ausschließlich Nullen enthalten. */
}
```

Die „transform“-Elemente werden mit 100 multipliziert, um eine gute Granularität mit ganzzahligen Werten zu gewährleisten.

Die Codes für die Entfernungseinheiten lauten:

- 1: Zoll
- 2: Fuß
- 3: Millimeter
- 4: Zentimeter
- 5: Meter

Die Codes für die Winkleinheiten lauten:

- 1: Grad
- 2: Radiant.

Die Antwort ist eine Standard-Schreibantwort

5.3.7 Befehl zur Überwachung des Schreibzustands

```
{
    uint8 Befehl; /* Muss WRITECondition sein. */ uint8
index; /* Index der Überwachungsbedingung. 0-31. */
uint8 axis; /* 0 = fx, 1 = fy, 2 = fz, 3 = tx, 4 = ty, 5 = tz. */ uint8
outputCode; /* Ausgabecode des Monitorzustands. */
int8 comparison; /* Vergleichscode. 1 für „größer als“ (>), -1 für „kleiner
als“ (<). */
int16 compareValue; /* Vergleichswert, geteilt durch den 16-Bit-
Skalierungsfaktor. */
}
```

5.3.8 Antwort schreiben

```
{
    uint16 header; /* Immer 0x1234. */ uint8
commandEcho; /* Gibt den Befehl
wieder. */
uint8 status; /* 0 bei Erfolg, ungleich Null andernfalls. */
}
```

5.4 EtherNet/IP™

Ausführliche Informationen zur EtherNet/IP™-Kommunikation finden Sie im [NET FT-Handbuch](#).

5.5 PROFINET

Ausführliche Informationen zur PROFINET-Kommunikation finden Sie im [NET FT-Handbuch](#).

5.6 DeviceNet®

Ausführliche Informationen zur DeviceNet®-Kommunikation finden Sie im [NET FT-Handbuch](#).

5.7 Controller Area Network

Ausführliche Informationen zur Controller Area Network (CAN)-Kommunikation finden Sie im [NET FT-Handbuch](#).

5.8 LEDs

Der Sensor verfügt über vier LED-Anzeigen: Power, Serial, EtherNET und Status. Jede dieser LEDs kann ausgeschaltet sein, rot oder grün leuchten oder sowohl rot als auch grün, was orange erscheinen kann.

Abbildung 5.2 – NETrs-LEDs



Beim Einschalten durchläuft jede LED (Power, Serial, EtherNet, Status) einmal die folgende Testsequenz: aus, rot blinken, grün blinken, orange blinken (rot und grün gleichzeitig), aus.

Tabelle 5.7 gibt einen Überblick über das LED-Verhalten im Normalbetrieb.

Tabelle 5.7 – Beschreibung der LED- en des NETrs-Sensors			
LED	Bezeichnung	LED-Zustand	Beschreibung
Serielle Aktivität	SER	Dauerhaft rot	Nicht verwendet
		Grün	Die LED leuchtet nach jeder seriellen Aktivität fünf Sekunden lang grün
Stromversorgung	PWR	Aus	Keine Stromversorgung
		Dauerhaft grün	Eingeschaltet
Ethernet-Aktivität	NET	Dauerhaft rot	Nicht in Gebrauch
		Grün	Die LED leuchtet nach jeder Ethernet-Aktivität fünf Sekunden lang grün
Status	STA	Dauerhaft grün	Keine Fehler
		Langsam blinkendes rotes Licht	Fehler bei der Kalibrierungsprüfsumme
		Schnell blinkendes Rot	Ethernet-Kommunikationsfehler
		Dauerhaft orange (rot und grün)	Fehler: Achse außerhalb des Bereichs.
		Dauerhaftes rotes Leuchten	Schwerwiegender Statusfehler. Siehe Abschnitt 7.2 – Statuswort .

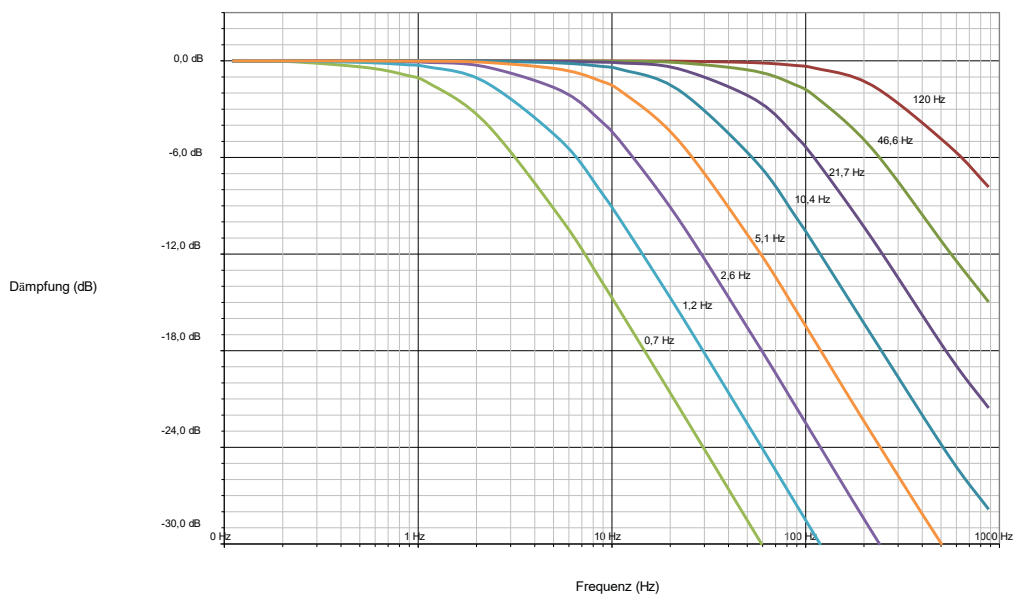
5.9 Filterung

Die Grenzfrequenz hängt von der internen Abtastrate ab, die standardmäßig 1000 Hz beträgt. Der Benutzer kann die Abtastrate durch Senden eines Set-Befehls konfigurieren (siehe [Tabelle 5.3](#)). Die relativen Grenzfrequenzen für verschiedene Werte dieses Koeffizienten sind:

Tabelle 5.8 – Filterung		
Koeffizient	Grenzfrequenz (Prozent der internen Abtastrate)	Frequenz ¹
0	Kein Filter	15,9 kHz
1	11,97 %	120 Hz
2	4,66 %	46,6 Hz
3	2,17 %	21,7 Hz
4	1,04 %	10,4 Hz
5	0,51 %	5,1 Hz
6	0,26 %	2,6 Hz
7	0,12 %	1,2 Hz
8	0,07 %	0,7 Hz

Anmerkung:
1. Die Werte werden auf Basis einer Abtastrate von 1 kHz angezeigt, was der Standardeinstellung für ATI NETrs-Sensoren entspricht.

Abbildung 5.3 – Filterdämpfung bei einer Abtastrate von 1 kHz



6. Planmäßige Wartung

Bei den meisten Anwendungen müssen während des normalen Betriebs keine Teile ausgetauscht werden. Bei industriellen Anwendungen, bei denen die Verkabelung des Systems ständig oder häufig bewegt wird, sollte die Kabelummantelung regelmäßig auf Anzeichen von Verschleiß überprüft werden.

Der Messwandler muss frei von übermäßigem Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit gehalten werden. Bei Anwendungen mit metallischen Partikeln (d. h. elektrisch leitenden) muss der Messwandler vor diesen Partikeln geschützt werden. Messwandler ohne werkseitig installierten Schutz gelten als ungeschützt. Die interne Struktur der Messwandler kann durch Partikel verstopft werden, wodurch sie unkalibriert oder sogar beschädigt werden.

7. Fehlerbehebung

Dieser Abschnitt enthält Antworten auf einige Probleme, die bei der Einrichtung und Verwendung des NETrs F/T-Systems auftreten können. Die Frage oder das Problem wird aufgeführt, gefolgt von der wahrscheinlichen Antwort oder Lösung. Sie sind zur leichteren Orientierung kategorisiert.

Die Informationen in diesem Abschnitt sollten viele Fragen beantworten, die im praktischen Einsatz auftreten können. Der Kundendienst steht Anwendern zur Verfügung, die Probleme oder Fragen haben, die in den Handbüchern behandelt werden.

Informationen zum Net FT-System von ATI, einschließlich aller Net Box-Modelle (9105-NETB), finden Sie im [NET FT-Handbuch](#).

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. Wandlermodell (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 Unterstützung wenden Sie sich bitte an einen der folgenden Ansprechpartner:

ATI Industrial Automation (ein Unternehmen von Novanta)

1031 Goodworth Drive
Apex, NC 27539 USA
www.ati-ia.com
Tel.: +1 919-772-0115
Fax: +1 919-772-8259

Anwendungstechnik

E-Mail: ft.support@novanta.com

24/7-Support: +1 855 ATI-IA 00 (+1 855-284-4200)

7.1 System- -Statuscode

Der NETrs F/T führt während des Betriebs zahlreiche Diagnosetests durch und meldet die Ergebnisse in einem 32-Bit-Systemstatuscode. Jeder F/T-Datensatz enthält diesen Systemstatuscode. Die Bitmuster aller vorliegenden Fehlerzustände werden miteinander verknüpft (OR-Verknüpfung), um den Systemstatuscode zu bilden. Liegt ein Fehlerzustand vor, wird Bit 31 des Systemstatuscodes gesetzt.

Bit 16 wird gesetzt, wenn eine Bedingung gelatcht ist. Dieses Bit weist nicht auf einen Systemfehler

hin. Der Systemstatuscode sollte lauten:

0x00000000, wenn keine Fehler vorliegen und keine Bedingungsanweisungen verletzt wurden

0x80010000, wenn keine Fehler vorliegen und eine Condition-Anweisung verletzt wurde.

Jeder andere Code bedeutet, dass ein schwerwiegender Fehler vorliegt. Mögliche Fehler und ihre Bit-Zuordnungen sind in [Tabelle 8.1](#) aufgeführt.

7.2 Status- -Wort

Das Statuswort ist eine Bitmap, die Informationen über die Fehler enthält, die in verschiedenen Teilsystemen des NETrs F/T-Sensors auftreten können.

Tabelle 7.1 – Bitbelegung des Statusworts					
Bit	Bitmuster	Beschreibung			
0	0x00000001	Die Messgerätetemperatur liegt außerhalb des erwarteten Bereichs von -5 bis 70 °C ()			
1	0x00000002	Die Versorgungsspannung liegt außerhalb des erwarteten Bereichs von 12 V bis 32 V			
2	0x00000004	Defektes Messgerät			
3	0x00000008	Busy-Bit			
4	0x00000010	PCB-Temperatur außerhalb des zulässigen Bereichs			
5	0x00000020	Allgemeines Fehlerbit			
6	0x00000040	MCU-Temperatur			
7	0x00000080	Messwert übergelaufen			
8	0x00000100	Abgesicherter Modus			
9-10		Reserviert			
11	0x00000800	IMU-Genauigkeit unzuverlässig			
12-15		Reserviert			
16	0x00010000	Monitor-Zustand 0 Ausgang			
17-18	0x00060000	Statusbit 18	Statusbit 17	Dezimalwert	Beschreibung
		0	0	0	Unzuverlässig
		0	1	1	Geringe Genauigkeit
		1	0	2	Genauigkeit: Mittel
		1	1	3	Genauigkeit Hoch
19	0x00080000	IMU-Fehler			
20-25		Reserviert			
26	0x04000000	Warnung: Messgerät außerhalb des Messbereichs			
27	0x08000000	Messwert außerhalb des Bereichs			
28	0x10000000	Simulierter Fehler			
29	0x20000000	Fehler bei der Kalibrierungsprüfsumme.			
30	0x40000000	Kraft/Drehmoment außerhalb des Bereichs			
31	0x80000000	Fehler			

7.3 Fragen und Antworten

Tabelle 7.2 – Kommunikation	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Welche IP-Adresse ist dem NETrs F/T zugewiesen?	Wenn Sie die Konsolenkommunikation verwenden, senden Sie den Befehl „status“. Die aktuelle IP-Adresse finden Sie in der Zeile „Network“. Der Benutzer kann auch das Discover Tool von ATI herunterladen, das auf der ATI-Software-Webseite zu finden ist. Diese Software identifiziert alle IP-Adressen von ATI-Geräten in Ihrem lokalen Netzwerk.
Wie kann das NETrs F/T-System auf die Standard-IP-Adresse 192.168.1.1 eingestellt werden?	Die IP-Adresse des Sensors kann auf den FT-Webseiten konfiguriert werden. Siehe Abschnitt 4.1 – ATI-Kraft-/Drehmoment-Webseiten . Wenn Sie die serielle Kommunikation verwenden, setzen Sie zusätzlich mit dem Befehl „cal sipadr“ eine neue IP-Adresse. Siehe Abschnitt 5.1 – Konsolenbefehle über die serielle Schnittstelle .
DHCP weist keine IP-Adresse zu	Das Ethernet-LAN muss beim Einschalten verbunden sein. DHCP ist auf der Webseite „Kommunikation“ nicht als IP-Adressmodus ausgewählt (siehe Abschnitt 4.1 – ATI-Webseiten für Kraft/Drehmoment). Der DHCP-Server benötigt mehr als 30 Sekunden, um zu antworten.
Der Browser kann das NETrs F/T im Ethernet-Netzwerk nicht finden, obwohl das NETrs F/T-Konfigurationsprogramm eine IP-Adresse meldet.	Löschen Sie die ARP-Tabelle des Windows-Computers, um den Speicher eines früheren Geräts zu entfernen, das dieselbe IP-Adresse wie der NETrs F/T verwendet hat, indem Sie den Computer neu starten oder, mit Administratorrechten, im Startmenü des Computers „Ausführen...“ auswählen und „arp -d *“ eingeben.
Falsche CAN-Bus-Basisadresse, DeviceNet-MAC-ID und/oder Baudrate gemeldet	Der Pwr/CAN-Anschluss muss mit Strom versorgt sein, damit diese Werte korrekt gemeldet werden.
Der Systemstatus meldet einen DeviceNet-Protokollfehler bei Verwendung von DeviceNet	DeviceNet ist nur verfügbar, wenn am Pwr/CAN-Anschluss Spannung anliegt.

Tabelle 7.3 – Java-Demo	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Die Demo zeigt Nullen für Kraft- und Drehmomentwerte und Fragezeichen für Konfigurationsdaten an	IP-Adresse überprüfen und Demo neu starten.
IO-Ausnahme: Fehler wegen Zeitüberschreitung beim Empfang	Die Ethernet-Verbindung wurde unterbrochen. Überprüfen Sie die Ethernet-Verkabelung und die Stromversorgung des NETrs F/T.
Fehlermeldung: E/A-Ausnahme: <Pfad und Dateiname> (Der Prozess kann nicht auf die Datei zugreifen, da sie von einem anderen Prozess verwendet wird)	Die für die Daten ausgewählte Datei wird von einem anderen Programm verwendet. Schließen Sie die Datei oder ändern Sie den Dateinamen und klicken Sie erneut auf „Collect Streaming“.
Die Meldung „Die Hauptklasse konnte nicht gefunden werden. Das Programm wird beendet“ erscheint in einem Fenster mit dem Titel „Java Virtual Machine Launcher“.	Ihr Computer benötigt eine neuere Java-Version. Java kann unter www.java.com/getjava heruntergeladen werden.

Tabelle 7.4 – Webseiten	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Die Seite „Ungültige Anfrage“ wird angezeigt	Ein oder mehrere Einträge auf der vorherigen Webseite waren ungültig oder lagen außerhalb des zulässigen Bereichs. Kehren Sie zur vorherigen Seite zurück und überprüfen Sie den letzten Eintrag. Nehmen Sie jeweils nur eine Änderung vor, um die Fehlersuche zu vereinfachen.

Tabelle 7.4 – Webseiten	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Die Seite „HTTP 1.0 401-Fehler – Nicht autorisiert“ wird angezeigt	Ein erfolgloser Versuch, auf eine geschützte Seite des Webserverns zuzugreifen. Diese Seiten sind für die Wartung durch ATI Industrial Automation reserviert.

Tabelle 7.5 – IMU-Genauigkeit	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Die Genauigkeit der IMU ist nicht hoch.	Die Nullpunktabweichungen der IMU-Hardware sind möglicherweise nicht korrekt eingestellt. Führen Sie die dynamische Kalibrierung der IMU durch, wie im Handbuch des Messwandlers beschrieben.

7.3.1 Fehler bei Kraft- und Drehmomentmesswerten

Ungültige Daten von den Dehnungsmessstreifen des Messwandlers können zu Fehlern bei den Kraft-/Drehmomentmesswerten führen. Diese Fehler können Probleme bei der Zustandsüberwachung, der Messwandler-Vorspannung und der Genauigkeit verursachen. Die grundlegenden Ursachen für ungültige Daten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Verwenden Sie diese Tabelle zur Fehlerbehebung. In den meisten Fällen lassen sich Probleme besser identifizieren, wenn Sie sich die Rohdaten der Dehnungsmessstreifen ansehen, die auf der Snapshot-Webseite angezeigt werden. Siehe [Abschnitt 4.1 – ATI-Webseiten zu Kraft und Drehmoment](#).

Tabelle 7.6 – Fehler bei Kraft- und Drehmomentmesswerten	
Frage/Problem	Antwort/Lösung
Rauschen	Sprünge in den Rohmesswerten der Dehnungsmessstreifen (bei unbelastetem Messwandler) von mehr als 250 Zählwerten gelten als abnormal. Rauschen kann durch mechanische Schwingungen und elektrische Störungen verursacht werden, möglicherweise durch eine schlechte Erdung. Es kann auch auf einen Komponentenausfall innerhalb des Systems hinweisen. Siehe Abschnitt 7.4 – Rauschunterdrückung .
Drift	Nachdem eine Last entfernt oder aufgebracht wurde, stabilisiert sich der Rohmesswert nicht, sondern steigt oder sinkt weiter an. Dies lässt sich im Modus „Aufgelöste Daten“ mithilfe des Befehls „Bias“ leichter beobachten. Die Drift wird durch Temperaturänderungen, mechanische Kopplung oder interne Fehler verursacht. Eine mechanische Kopplung entsteht, wenn eine physische Verbindung zwischen der Werkzeugplatte und dem Messwandlerkörper hergestellt wird (z. B. durch Späne zwischen der Werkzeugadapterplatte und dem Messwandlerkörper). Eine gewisse mechanische Kopplung ist üblich, wie z. B. bei Schläuchen und Kabeln, die an einem Werkzeug befestigt sind.
Hysteresis	Wenn der Messwandler belastet und anschließend entlastet wird, kehren die Messwerte nicht schnell und vollständig zu ihren ursprünglichen Werten zurück. Hysteresis wird durch mechanische Kopplung (erläutert im Abschnitt „Drift“) oder interne Fehler verursacht.
Der Sensor liefert unerwartete Werte.	Führen Sie eine Genauigkeitsprüfung durch. Siehe Abschnitt 7.6 – Genauigkeitsprüfung . Sollten die Probleme weiterhin bestehen, wenden Sie sich bitte an den ATI-Kundendienst unter ft.support@novanta.com .

7.4 Geräuschreduzierung

7.4.1 Mechanische Schwingungen

In vielen Fällen handelt es sich bei wahrgenommenen Geräuschen tatsächlich um reale Schwankungen der Kraft und/oder des Drehmoments, die durch Schwingungen im Werkzeug oder im Roboterarm verursacht werden. Das NETrs F/T-System bietet digitale Tiefpassfilter, die Frequenzen oberhalb eines bestimmten Wertes dämpfen können. Sollte dies nicht ausreichen, fügen Sie der Anwendungssoftware einen digitalen Filter hinzu.

7.4.2 Elektrische Störungen

Wenn Sie Störungen durch Motoren oder andere geräuschverursachende Geräte feststellen, überprüfen Sie die Erdungsanschlüsse des NETrs F/T. Wenn eine ausreichende Erdung nicht möglich ist oder das Rauschen nicht reduziert, ziehen Sie die Verwendung der digitalen Tiefpassfilter des NETrs F/T in Betracht. Stellen Sie sicher, dass ein Netzteil der Klasse 1 mit Erdungsanschluss verwendet wird.

Alternativ können Sie ein Tischnetzteil mit einem DeviceNet-Kabel verwenden und den Drain-Draht an der Stromversorgung mit der Funktionserde verbinden.

Eine weitere mögliche Lösung besteht darin, Drain und Masse (-) am Netzteil über eine kurze, feste Verbindung miteinander zu verbinden.

7.5 Steigern Sie die Leistung des Betriebssystems

Beachten Sie Folgendes, um eine optimale Computerleistung als Reaktion auf die hohen Datenraten des NETrs F/T zu erzielen:

- **Deaktivieren Sie die Software-Firewall.** Eine Möglichkeit, die Ethernet-Leistung zu verbessern, besteht darin, keine Software-Firewall aktiviert zu lassen. In einigen Fällen ist möglicherweise die Unterstützung durch IT-Personal erforderlich.
- **Deaktivieren Sie die Datei- und Druckerfreigabe.** Die mit der Datei- und Druckerfreigabe verbundenen Prozesse können die Reaktion des Betriebssystems auf Ethernet-Daten verlangsamen und zu Datenverlusten führen.
- **Deaktivieren Sie unnötige Netzwerkdienste.** Unnötige Netzwerkdienste und -protokolle können die Reaktion des Betriebssystems auf Ethernet-Daten verlangsamen und zu Datenverlusten führen. Für eine optimale UDP-Leistung sollten Sie versuchen, alle Netzwerkdienste außer TCP/IP zu deaktivieren.
- **Verwenden Sie einen Ethernet-Traffic-Snooper.** Ein Ethernet-Traffic-Snooper kann von unschätzbarem Wert sein, um unvorhergesehene Prozesse zu erkennen, die Ethernet-Bandbreite beanspruchen und möglicherweise die Reaktion des Betriebssystems des Computers verlangsamen. Ein Traffic-Snooper ist eine fortgeschrittene Technik, die möglicherweise von der IT-Abteilung eines Benutzers eingerichtet werden muss. Das kostenlose Softwareprogramm Wireshark (www.wireshark.org) wird häufig als Traffic-Snooper verwendet.
- **Verwenden Sie einen dedizierten Computer.** Ein dedizierter Messcomputer, der vom Unternehmensnetzwerk isoliert ist und nicht durch die Prozesse des Unternehmensnetzwerks belastet wird.

7.6 Genauigkeitsprüfung

Führen Sie die folgenden Schritte nach der Erstinstallation des Sensors am Roboter sowie einmal jährlich zu Wartungszwecken durch.

HINWEIS: Die Masse auf der Werkzeugseite kann das Gewicht des in der Anwendung verwendeten Werkzeugs sein.

1. Befestigen Sie eine feste Masse an der Werkzeugseite des F/T-Sensors:
 - a. Entfernen Sie Kabel, die eine Brücke zwischen der Befestigungsseite und der Werkzeugseite des Sensors bilden.
2. Schalten Sie den Sensor ein. Lassen Sie ihn 30 Minuten lang aufwärmen. Minimieren Sie externe Quellen für Temperaturänderungen.

HINWEIS: Für optimale Ergebnisse erstellen Sie ein Roboterprogramm, das den Sensor und die Masse nacheinander in jede der folgenden Positionen bewegt. An jeder Position sollte der Roboter anhalten, um den Ausgang des Sensors aufzuzeichnen. Vermeiden Sie es, den Roboter im Jog-Modus zu betreiben und zwischen den einzelnen Positionen mehrere Minuten zu warten.

3. Bewegen Sie den Roboter so, dass sich der Sensor an den folgenden Positionen befindet:
 - a. Zeichnen Sie den Sensorausgang $F_{x,Punkt n}$, $F_{y,Punkt n}$, $F_{z,Punkt n}$ an jedem Punkt ohne Vorspannung auf.
 - Punkt 1: +Z nach oben
 - Punkt 2: +X nach oben
 - Punkt 3: +Y nach oben
 - Punkt 4: -X nach oben
 - Punkt 5: -Y nach oben
 - Punkt 6: -Z nach oben
4. Berechne $F_{x, \text{Mittelwert}}$, $F_{y, \text{Mittelwert}}$ und $F_{z, \text{Mittelwert}}$:
 - a. Verwende die folgenden Gleichungen, um die Berechnungen durchzuführen:

$$F_{x,average} = \frac{F_{x,point 1} + F_{x,point 2} + \dots + F_{x,point 6}}{6}$$

$$F_{y,average} = \frac{F_{y,point 1} + F_{y,point 2} + \dots + F_{y,point 6}}{6}$$

$$F_{z,average} = \frac{F_{z,point 1} + F_{z,point 2} + \dots + F_{z,point 6}}{6}$$

5. Führen Sie für jeden der 6 Punkte die folgende Berechnung durch:

$$F_x = F_{x,point n} - F_{x,average}$$

$$F_y = F_{y,point n} - F_{y,average}$$

$$F_z = F_{z,point n} - F_{z,average}$$

$$\text{Tooling Mass} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

6. Die berechneten Werkzeugmassen für alle (6) Punkte sollten voneinander um weniger als das Doppelte der schlechtesten Genauigkeitsangabe des Sensors abweichen.
 - Beispiel: Die Nenngenaugkeit des Axia80-M20-Sensors beträgt 2 % des Messbereichs auf allen Achsen. Bei einem Messbereich von 500 N F und einem Messbereich von 900 N F_z betragen die zulässigen Fehler für jeden einzelnen Datenpunkt $\pm 10 \text{ N } F_x$ y bzw. $\pm 18 \text{ N } F_z$. Da F_z die größere Toleranz aufweist, könnte ein Datenpunkt +18 N und ein anderer Datenpunkt -18 N betragen, was einen Gesamtfehler (Max-Min) von 36 N ergibt.
 - Darüber hinaus sollte die Werkzeugmasse innerhalb von 36 N der Ergebnisse dieses Tests liegen, wenn dieser mit einem neuen Sensor durchgeführt wurde.
7. Sollte dieser Test fehlschlagen, sollte der Sensor zur Diagnose oder Neukalibrierung an ATI zurückgeschickt werden.

8. Technische Daten

Spezifische technische Daten zum Messwandler finden Sie im [Messwandler-Handbuch](#). Alle technischen Daten zu Net FT-Systemen, einschließlich der Net Box, finden Sie im [Net FT-Handbuch](#).

Weitere technische Daten oder andere relevante Unterlagen speziell zum NETrs-System finden Sie auf der [ATI-Website](#).

8.1 Lagerungs- und Betriebsbedingungen

Tabelle 8.1 – Temperatur		
Komponente	Lagertemperatur, °C	Betriebstemperatur, °C
NETrs-Elektronik	-40 bis +100	-20 bis +70
NETrs CEB	-40 bis +100	-20 bis +70

8.2 Elektrische Spezifikationen (Stromversorgung)

Tabelle 8.2 – Anforderungen an die Stromversorgung			
Stromquelle ¹	Mindestspannung	Maximale Spannung	Maximale Leistungsaufnahme
Strom	12 V	30 V	3 W
Hinweis:			
- Die Stromversorgung erfolgt jeweils nur über eine einzige Stromquelle. - Entspricht IEEE 802.3af, Klasse 0, Stromversorgung über Datenleitungen. Verwendet Modus A zur Stromversorgung. Modus B wird nicht unterstützt.			

8.2.1 Gegenstecker

Tabelle 8.3 – Mechanische Spezifikationen der Steckverbinder			
Stecker	Anschlussart	Empfohlenes Drehmoment	Maximales Drehmoment
Standard-Messwandler	M12 12-polig, Stecker	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
Mini-/Nano-Messwandler	Rund, Stecker	0,7 Nm	1,5 Nm
Splitterbox-Eingang: Wandlerkabel	M12 12-polig Buchse	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
Splitterbox-Ausgang: Ethernet	M12 D-kodiert, 4-polige Buchse	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
Ausgang der Splitterbox: Seriell	M12 D-kodiert, 4-polige Buchse	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
Stromversorgung der Splitterbox	M12 5-poliger Stecker	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
NETrs CEB-Eingang: Wandlerkabel	Rund, Buchse	0,7 Nm	1,5 Nm
NETrs CEB-Ausgang: Ethernet	M12 D-kodiert, 4-polige Buchse	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
NETrs CEB-Ausgang: Seriell	M12 D-kodiert, 4-polige Buchse	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm
NETrs CEB-Stromversorgung	M12 5-poliger Stecker	0,8 Nm bis 1,0 Nm	3,0 Nm

8.3 Anschlussbelegung

8.3.1 Splitterbox

Die Pinbelegung für die Splitterbox (9105-GEN3-SPLIT-001) ist unten aufgeführt.

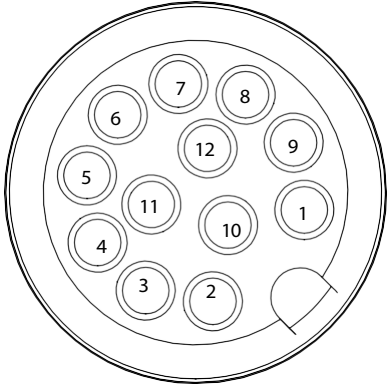
Tabelle 8.4 – Stecker des Wandlerkabels der Splitterbox ¹		
Stecker	Pin	Belegung
	1	RS422_TX+ ODER RS485+
	2	RS422_TX- ODER RS485-
	3	RS422_RX+
	4	RS422_RX-
	5	SYNC_GND
	6	SYNC+
	7	V_0(GND)
	8	V+
	9	Ethernet TX+
	10	Ethernet TX-
	11	Ethernet RX+
	12	Ethernet RX-
	Gehäuse	Ablauf
Hinweis:		
1. Die RS422-Kommunikation nutzt die Pins 1, 2, 3 und 4. Die RS485-Kommunikation nutzt nur die Pins 1 und 2.		

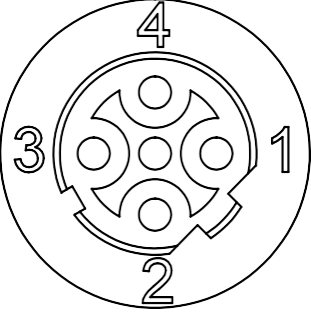
Tabelle 8.5 – Splitterbox RS422/RS485- -Anschluss ¹		
Anschluss	Pin	Belegung
	1	RS422_TX+ ODER RS485+
	2	RS422_RX+
	3	RS422_TX- ODER RS485-
	4	RS422_RX-
Hinweis:		
1. Bei der RS422-Kommunikation werden alle vier Pins verwendet. Bei der RS485-Kommunikation werden nur die Pins 1 und 3 verwendet.		

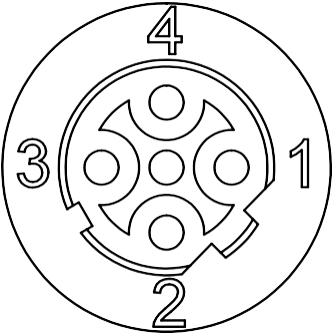
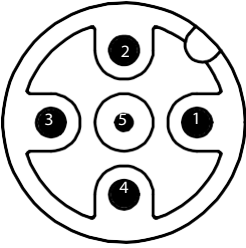
Tabelle 8.6 – Ethernet-Anschluss der Splitterbox		
Anschluss	Pin	Belegung
	1	Ethernet TX+
	2	Ethernet RX+
	3	Ethernet TX-
	4	Ethernet RX-

Tabelle 8.7 – Stromanschluss der Splitterbox		
Anschluss	Pin	Belegung
	1	Ablauf
	2	V+
	3	V_0 (GND)
	4	SYNC+
	5	SYNC_GND

8.3.2 NETrs CEB

Informationen zum NETRS CEB finden Sie im Folgenden. Detaillierte Pinbelegungen der Net Box (9105-NETB) finden Sie im [Net FT-Handbuch](#).

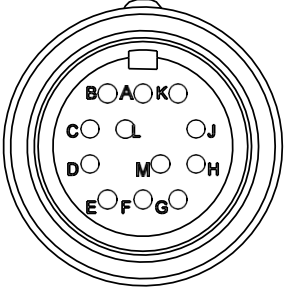
Tabelle 8.8 – NETrs CEB-Wandleranschluss		
Anschluss	Pin	Belegung
	B	G4
	C	G5
	D	G2
	E	G3
	F	G0
	G	G1
	J	-VSG
	K	+VSG

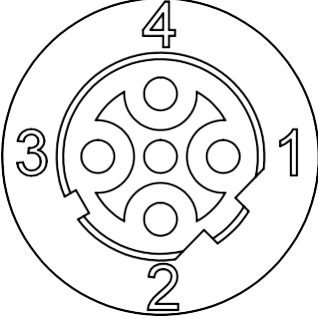
Tabelle 8.9 – NETrs CEB RS422/RS485-Stecker ¹		
Stecker	Pin	Belegung
	1	RS422_TX+ ODER RS485+
	2	RS422_RX+
	3	RS422_TX- ODER RS485-
	4	RS422_RX-
Hinweis: 1. Bei der RS422-Kommunikation werden alle vier Pins verwendet. Bei der RS485-Kommunikation werden nur die Pins 1 und 3 verwendet.		

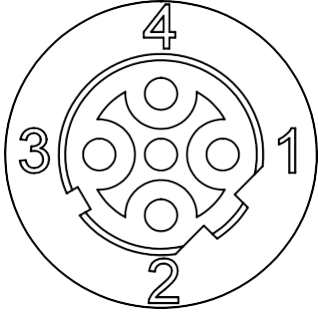
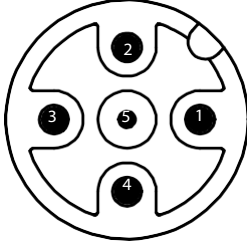
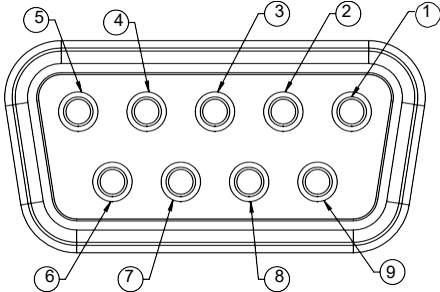
Tabelle 8.10 – NETrs CEB-Ethernet-Anschluss		
Anschluss	Pin	Belegung
	1	Ethernet TX+
	2	Ethernet RX+
	3	Ethernet TX-
	4	Ethernet RX-

Tabelle 8.11 – NETrs CEB-Stromanschluss		
Anschluss	Pin	Belegung
	1	Ablauf
	2	V+
	3	V_0 (GND)
	4	SYNC+
	5	SYNC_GND

8.3.3 Serielles Kabel

Tabelle 8.12 – Serielles Adapterkabel M12 auf DB9 (9105-C-D09F1-MD4M1-01-5.0) ¹			
Stecker	Pin	Aderfarbe	Belegung
	1	Grün	RS422_RX-
	2	Weiß/Grün	RS422_RX+
	3	Weiß/Orange	RS422_TX+ ODER RS485+
	4	Orange	RS422_TX- ODER RS485-
	5–9	Nicht verwendet	

Hinweis:

1. Bei der RS422-Kommunikation werden alle vier Pins verwendet. Bei der RS485-Kommunikation werden nur die Pins 3 und 4 verwendet.

9. Zeichnungen

Zeichnungen sind auf der [ATI-Website](#) verfügbar oder können bei einem ATI-Vertreter angefordert werden.