Two red lines intersect on a blue background. One line starts from the top right and goes down to the left, ending in a red dot. The other line starts from the top left and goes down to the right, ending in a red dot. They intersect in the middle of the page.

# ETAS ES441.1

## Zähler- und Frequenz-Modul mit Sensor- versorgung

### Benutzerhandbuch

## **Copyright**

---

Die Angaben in diesem Schriftstück dürfen nicht ohne gesonderte Mitteilung der ETAS GmbH geändert werden. Des Weiteren geht die ETAS GmbH mit diesem Schriftstück keine weiteren Verpflichtungen ein. Die darin dargestellte Software wird auf Basis eines allgemeinen Lizenzvertrages oder einer Einzellizenz geliefert. Benutzung und Vervielfältigung ist nur in Übereinstimmung mit den vertraglichen Abmachungen gestattet.

Unter keinen Umständen darf ein Teil dieser Veröffentlichung in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der ETAS GmbH kopiert, vervielfältigt, in einem Retrievalsystem gespeichert oder in eine andere Sprache übersetzt werden.

© **Copyright 2021** ETAS GmbH, Stuttgart

Die verwendeten Bezeichnungen und Namen sind Warenzeichen oder Handelsnamen ihrer entsprechenden Eigentümer.

ES441.1 - Benutzerhandbuch R12 DE - 05.2021

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Über dieses Dokument</b>	<b>7</b>
1.1	Klassifizierung von Warnhinweisen	7
1.2	Darstellung von Handlungsanweisungen	7
1.3	Typografische Konventionen	8
1.4	Darstellung unterstützender Informationen	8
1.5	Lieferumfang	8
1.6	Weitere Informationen	8
<b>2</b>	<b>Grundlegende Sicherheitshinweise</b>	<b>9</b>
2.1	Allgemeine Sicherheitsinformationen	9
2.2	Anforderungen an die Benutzer und Pflichten des Betreibers	9
2.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	9
<b>3</b>	<b>ES400 Produktfamilie</b>	<b>14</b>
3.1	Verkabelungskonzepte in Versuchsfahrzeugen	14
3.2	Eigenschaften der ES400-Baureihe	15
3.2.1	Vorteile des dezentralen Verkabelungskonzepts	15
3.2.2	Weitere Eigenschaften	15
3.3	Gehäuse	16
3.4	Anschlüsse	17
3.4.1	Anschluss „Sensor“	17
3.4.2	Daisy-Chain-Anschlüsse („IN“, „OUT“)	17
3.5	LED	18
3.5.1	Betriebszustand	18
3.5.2	Servicezustand	18
3.5.3	Funktionszustand	18
<b>4</b>	<b>Hardwarebeschreibung</b>	<b>19</b>
4.1	Eigenschaften der ES441.1	19
4.2	Blockdiagramm	20
4.3	Messkanäle	20
4.3.1	Eingangstufe mit Signalerfassung und Signalverarbeitung	20
4.3.2	Sensorversorgung	22
4.4	Datenübertragung	23
4.4.1	Kommunikationsprotokolle	23
4.4.2	Realisierung	24
4.4.3	Beispiele	26
4.5	Stromversorgung	28
4.5.1	Versorgungsspannung	28
4.5.2	Versorgung der ES400-Module über die Anschlussleitung	28
4.5.3	Zusätzliche Versorgung der ES400-Module über ein Y-Boostkabel	28
4.6	Konfiguration	31
4.7	Tool-Integration	31
4.8	Firmware-Aktualisierung	31

4.9	Kalibrierung .....	31
<b>5</b>	<b>Funktionsbeschreibung .....</b>	<b>32</b>
5.1	Messung von Sensorsignalen .....	32
5.1.1	Erfassung und Wandlung .....	32
5.1.2	Konfiguration und Anpassung .....	33
5.2	Definitionen .....	34
5.2.1	Legende .....	34
5.2.2	Status .....	34
5.2.3	Puls .....	35
5.2.4	Periode .....	35
5.2.5	Zyklus .....	36
5.3	Abtastung der Signale .....	37
5.3.1	Abtastung und Raster .....	37
5.3.2	Verhalten bei Überabtastung durch das Applikationsprogramm .....	37
5.4	Übersicht der Messfunktionen der ES441.1 .....	38
5.5	Überlauf .....	39
5.6	Messung des Signalzustandes (Status) .....	39
5.7	Zähler .....	40
5.7.1	Messverfahren .....	40
5.7.2	Zählermodus „Standard ohne qualifizierendes Signal“ .....	41
5.7.3	Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“ .....	42
5.7.4	Zählermodus „Up/Down“ .....	46
5.7.5	Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“ .....	47
5.8	Zeitmessung .....	51
5.8.1	Messverfahren .....	51
5.8.2	Messverfahren ohne qualifizierendes Signal .....	51
5.8.3	Messverfahren mit qualifizierendem Signal .....	53
5.9	Frequenzmessung .....	55
5.9.1	Messverfahren .....	55
5.9.2	Messverfahren ohne qualifizierendes Signal .....	55
5.9.3	Messverfahren mit qualifizierendem Signal .....	56
5.9.4	Messung des Tastverhältnisses .....	58
5.9.5	Messgenauigkeit .....	58
5.10	Timeout (Überwachung des Eingangssignals) .....	60
5.11	Beispiel .....	61
<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>62</b>
6.1	Allgemeine Einbauempfehlungen .....	62
6.1.1	Montageumgebung und Bauteile zur Befestigung .....	62
6.1.2	Potentialausgleich im Fahrzeug und Montage der Module .....	62
6.1.3	Gewährleistung der Eigenschaften nach IP67 .....	62
6.2	Montage .....	63
6.2.1	Verbindungs- und Befestigungsmöglichkeiten von ES400-Modulen ...	63
6.2.2	Mehrere ES400-Module mechanisch verbinden .....	64
6.2.3	ES400-Module an anderen Bauteilen mit den integrierten Montageelementen befestigen .....	66
6.2.4	ES400-Module an Hutschienen mit den integrierten Montageelementen befestigen .....	69
6.2.5	ES400-Module an anderen Bauteilen mit Schrauben befestigen .....	71
6.2.6	ES400-Module an Hutschienen mit Schrauben befestigen .....	73

6.2.7	ES400-Module mit Kabelbindern befestigen.....	75
6.3	Bohrschablone .....	77
6.4	Applikationen .....	78
6.4.1	Allgemeines.....	78
6.4.2	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (MC-Applikation) .....	78
6.4.3	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Rapid Prototyping-Applikation) .....	79
6.5	Verkabelungsbeispiele .....	80
6.5.1	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Measurement and Calibration) .....	80
6.5.2	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen und Drive Recorder (Measurement and Calibration) .....	81
6.5.3	ES400 Module mit ES910.3 (Rapid Prototyping) .....	82
6.5.4	ES400 Module mit ES910.3 und Drive Recorder (Rapid Prototyping) ..	83
6.5.5	ES400 Module mit ETAS RTPRO-PC (Rapid Prototyping) .....	84
6.6	Verkabelung .....	85
6.6.1	Anschluss „Sensor“ .....	85
6.6.2	Daisy-Chain-Anschlüsse („IN“, „OUT“). .....	85
<b>7</b>	<b>Behandlung von Problemen .....</b>	<b>88</b>
7.1	Anzeigen der LEDs.....	88
7.2	Probleme mit der ES441.1 .....	88
7.3	Allgemeine Probleme und Lösungen.....	91
7.3.1	Netzwerkadapter kann im Network Manager nicht ausgewählt werden	91
7.3.2	Suche nach Ethernet-Hardware schlägt fehl .....	92
7.3.3	Personal Firewall blockiert die Kommunikation .....	94
<b>8</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>98</b>
8.1	Allgemeine Daten.....	98
8.1.1	Kennzeichnungen auf dem Produkt .....	98
8.1.2	Standards und Normen.....	99
8.1.3	Umgebungsbedingungen .....	100
8.1.4	Wartung des Produkts.....	101
8.1.5	Reinigung des Produkts .....	101
8.1.6	Mechanische Daten .....	101
8.1.7	ES4xx Systemeigenschaften .....	101
8.2	RoHS-Konformität.....	101
8.3	CE-Konformität.....	101
8.4	UKCA-Konformität.....	101
8.5	KCC-Konformität .....	102
8.6	Produktrücknahme und Recycling .....	102
8.7	Deklarationspflichtige Stoffe .....	102
8.8	Verwendung von Open Source Software.....	102
8.9	Systemvoraussetzungen .....	103
8.9.1	Hardware.....	103
8.9.2	Software.....	103
8.10	Elektrische Daten.....	104
8.10.1	Host-Schnittstelle .....	105
8.10.2	Spannungsversorgung .....	105

8.10.3	Sensorspannungsversorgung .....	106
8.10.4	Eingangskanäle .....	107
8.11	Anschlussbelegung .....	108
8.11.1	Anschluss „IN“ .....	108
8.11.2	Anschluss „OUT“ .....	109
8.11.3	Anschluss „Sensor“ .....	110
<b>9</b>	<b>Kabel und Zubehör .....</b>	<b>111</b>
9.1	Kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel .....	112
9.1.1	Übersicht .....	112
9.1.2	Kabel CBEP410.1 .....	113
9.1.3	Kabel CBEP4105.1 .....	113
9.1.4	Kabel CBEP415.1 .....	114
9.1.5	Kabel CBEP4155.1 .....	114
9.1.6	Kabel CBEP420.1 .....	115
9.1.7	Kabel CBEP4205.1 .....	115
9.1.8	Kabel CBEP425.1 .....	116
9.1.9	Kabel CBEP4255.1 .....	116
9.1.10	Kabel CBEP430.1 .....	117
9.1.11	Kabel CBEP4305.1 .....	117
9.2	Ethernetkabel .....	118
9.2.1	Kabel CBE400.2 .....	118
9.2.2	Kabel CBE401.1 .....	118
9.2.3	Kabel CBE430.1 .....	119
9.2.4	Kabel CBE431.1 .....	119
9.2.5	Kabel CBEX400.1 .....	119
9.2.6	ES4xx_BRIDGE .....	120
9.3	Kabel für den Anschluss „Sensor“ .....	121
9.3.1	Kabel CBAV400.1 .....	121
9.3.2	Kabel CBAV411.1 .....	122
9.3.3	Kabel CBAV417.1 .....	123
9.4	Schutzkappen .....	124
9.4.1	Mitgelieferte Schutzkappen .....	124
9.4.2	Kappe CAP_LEMO_1B .....	124
9.4.3	Kappe CAP_LEMO_1B_LC .....	124
9.4.4	Kappe CAP_SOURIAU_8STA .....	124
9.5	ES4xx-Haltewinkel .....	125
9.5.1	ES4xx-Haltewinkel links .....	125
9.5.2	ES4xx-Haltewinkel rechts .....	125
<b>10</b>	<b>Bestellinformationen .....</b>	<b>126</b>
10.1	ES441.1 .....	126
10.2	Zubehör .....	126
10.2.1	Kabel .....	126
10.2.2	Schutzkappen .....	128
10.2.3	ES4xx-Haltewinkel .....	128
10.2.4	Kalibrierung .....	128
<b>11</b>	<b>Kontaktinformationen .....</b>	<b>130</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>131</b>
	<b>Index .....</b>	<b>134</b>

# 1 Über dieses Dokument

---

## 1.1 Klassifizierung von Warnhinweisen

---

Die hier verwendeten Warnhinweise warnen vor Gefahren, die zu Personen- oder Sachschäden führen können:



### **GEFAHR**

---

kennzeichnet eine gefährliche Situation mit hohem Risiko, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht vermieden wird.



### **WARNUNG**

---

kennzeichnet eine gefährliche Situation mit mittlerem Risiko, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.



### **VORSICHT**

---

kennzeichnet eine gefährliche Situation mit geringem Risiko, die zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

### ***HINWEIS***

---

kennzeichnet eine Situation, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.

## 1.2 Darstellung von Handlungsanweisungen

---

Das zu erreichende Ziel wird in der Überschrift definiert. Die dafür notwendigen Handlungsschritte werden in einer Schritt-für-Schritt-Anleitung aufgeführt:

### Zieldefinition

1. Schritt 1
2. Schritt 2
3. Schritt 3
- > Resultat

## 1.3 Typografische Konventionen

---

<b>Fett</b>	Menübefehle, Schaltflächen, Beschriftungen am Produkt
<i>Kursiv</i>	Inhaltliche Hervorhebungen und neu eingeführte Begriffe

## 1.4 Darstellung unterstützender Informationen

---

 **INFO**

Beinhaltet zusätzliche unterstützende Informationen.

## 1.5 Lieferumfang

---

Bitte überprüfen Sie vor der ersten Inbetriebnahme des Moduls, ob das Modul mit allen erforderlichen Teilen und Kabeln geliefert wurde (siehe Kapitel 10.1 auf Seite 126).

Weitere Kabel und Adapter können separat von der ETAS bezogen werden. Eine Liste des verfügbaren Zubehörs und dessen Bestellbezeichnung finden Sie im Kapitel "Bestellinformationen" auf Seite 126 dieses Handbuchs oder im ETAS Produktkatalog.

## 1.6 Weitere Informationen

---

Die Konfigurationsanleitungen für das Modul unter INCA finden Sie in der entsprechenden Software-Dokumentation.

## 2 Grundlegende Sicherheitshinweise

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Allgemeine Sicherheitsinformationen" auf Seite 9
- "Anforderungen an die Benutzer und Pflichten des Betreibers" auf Seite 9
- "Bestimmungsgemäße Verwendung" auf Seite 9

### 2.1 Allgemeine Sicherheitsinformationen

---

Bitte beachten Sie den Produkt-Sicherheitshinweis („ETAS Safety Advice“) und die nachfolgenden Sicherheitshinweise, um gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Schäden am Gerät zu vermeiden.



#### INFO

---

Lesen Sie die zum Produkt gehörende Dokumentation (Product Safety Advice und dieses Benutzerhandbuch) vor der Inbetriebnahme sorgfältig.

Die ETAS GmbH übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch unsachgemäße Handhabung, nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch und durch Nichteinhaltung der Sicherheitsvorkehrungen entstanden sind.

### 2.2 Anforderungen an die Benutzer und Pflichten des Betreibers

---

Montieren, bedienen und warten Sie das Produkt nur, wenn Sie über die erforderliche Qualifikation und Erfahrung für dieses Produkt verfügen. Fehlerhafte Nutzung oder Nutzung durch Anwender ohne ausreichende Qualifikation kann zu Schaden an Leben bzw. Gesundheit oder Eigentum führen.

Die Sicherheit von Systemen, die das Produkt verwenden, liegt in der Verantwortung des Systemintegrators.

#### Allgemeine Arbeitssicherheit

Die bestehenden Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Unfallverhütung sind einzuhalten. Beim Einsatz dieses Produktes müssen alle geltenden Vorschriften und Gesetze in Bezug auf den Betrieb beachtet werden.

### 2.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

---

#### Einsatzbereich des Produkts

Dieses Produkt wurde für Anwendungen im Automotive-Bereich entwickelt und freigegeben. Das Modul ist für den Einsatz in Innenräumen, in der Fahrgastzelle, im Kofferraum, im Motorraum oder im Außenbereich von Fahrzeugen geeignet.

Für eine Benutzung in anderen Anwendungsfeldern wenden Sie sich bitte an Ihren ETAS-Kontaktpartner.

### **Anforderungen an den technischen Zustand des Produktes**

Das Produkt entspricht dem Stand der Technik sowie den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln. Das Produkt darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst unter Beachtung der zum Produkt gehörenden Dokumentation betrieben werden. Wird das Produkt nicht bestimmungsgemäß eingesetzt, kann der Schutz des Produktes beeinträchtigt werden.

### **Anforderungen an den Betrieb**

- Verwenden Sie das Produkt nur entsprechend den Spezifikationen im zugehörigen Benutzerhandbuch. Bei abweichender Nutzung ist die Produktsicherheit nicht gewährleistet.
- Beachten Sie die Anforderungen an die Umgebungsbedingungen.
- Verwenden Sie das Produkt nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.

### **Elektrosicherheit und Stromversorgung**

- Beachten Sie die am Einsatzort geltenden Vorschriften zur Elektrosicherheit sowie die Gesetze und Vorschriften zur Arbeitssicherheit!
- Schließen Sie an die Anschlüsse des Moduls nur Stromkreise mit Sicherheitskleinspannung gemäß EN 61140 (Schutzklasse III) an.
- Sorgen Sie für die Einhaltung der Anschluss- und Einstellwerte (siehe Informationen im Kapitel „Technische Daten“).
- Legen Sie keine Spannungen an die Anschlüsse des Moduls an, die nicht den Spezifikationen des jeweiligen Anschlusses entsprechen.

### **Stromversorgung**

- Die Stromversorgung für das Produkt muss sicher von der Netzspannung getrennt sein. Verwenden Sie z.B. eine Fahrzeugbatterie oder eine geeignete Laborstromversorgung.
- Verwenden Sie nur Laborstromversorgungen mit doppeltem Schutz zum Versorgungsnetz (mit doppelter Isolation/ mit verstärkter Isolation (DI/ RI)).
- Die Laborstromversorgung muss für eine Einsatzhöhe von 5000 m und für eine Umgebungstemperatur bis zu 120 °C zugelassen sein.
- Bei Normal-Betrieb der Module sowie bei sehr langem Standby-Betrieb ist ein Entleeren der Fahrzeugbatterie möglich.

### **Anschluss an die Stromversorgung**

- Das Stromversorgungskabel darf nicht direkt, sondern nur über eine geeignete Absicherung an die Fahrzeugbatterie oder die Laborstromversorgung angeschlossen werden.
- Sorgen Sie für die leichte Erreichbarkeit der Anschlüsse der Laborstromversorgung, der Stromversorgung am Modul und der Fahrzeugbatterie!
- Verlegen Sie das Stromversorgungskabel so, dass es gegen Abrieb, Beschädigungen, Verformung und Knicken geschützt ist. Stellen Sie keine Gegenstände auf das Stromversorgungskabel!



## **GEFAHR**

### **Gefährliche elektrische Spannung!**

Verbinden Sie das Stromversorgungskabel nur mit einer geeigneten Fahrzeugbatterie oder mit einer geeigneten Laborstromversorgung! Der Anschluss an Netzsteckdosen ist untersagt!

Um ein versehentliches Einstecken in Netzsteckdosen zu verhindern, empfiehlt ETAS, in Bereichen mit Netzsteckdosen die Stromversorgungskabel mit Sicherheits-Bananenstecker einzusetzen.

## **Modul spannungsfrei schalten**

Das Modul hat keinen Betriebsspannungsschalter. Das Modul kann wie folgt spannungsfrei geschaltet werden:

- Trennen der Kabel von den Messeingängen  
*und*
- Trennen des Moduls von der Stromversorgung
  - Ausschalten der Laborstromversorgung  
oder
  - Trennen des Moduls von der Laborstromversorgung  
Trennvorrichtung ist der Laborstecker des Stromversorgungskabels oder der Stecker des Stromversorgungskabels am Anschluss des Moduls  
oder
  - Trennen des Moduls von der Fahrzeugbatterie  
Trennvorrichtung ist der Laborstecker des Stromversorgungskabels oder der Stecker des Stromversorgungskabels am Anschluss des Moduls  
oder
  - Abklemmen der Fahrzeugbatterie.

## **Verkabelung**

Zugelassene Kabel:

- Verwenden Sie an den Anschlüssen des Moduls ausschließlich ETAS-Kabel!
- Halten Sie die maximal zulässigen Kabellängen ein!
- Verwenden Sie keine beschädigten Kabel! Kabel dürfen nur von ETAS repariert werden!



## **VORSICHT**

**Verbinden Sie einen Stecker niemals mit Gewalt mit einem Anschluss.** Achten Sie darauf, dass sich keine Verunreinigungen im und am Anschluss befinden, dass der Stecker zum Anschluss passt und dass Sie die Stecker korrekt mit dem Anschluss ausgerichtet haben.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigung der Anschlüsse der Module oder der ES4xx\_BRIDGE möglich!**

Verschrauben Sie die beiden Module ohne sie zu verkanten bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.



### **VORSICHT**

#### **Potentialausgleich im Fahrzeug über den Schirm der Anschlusskabel der Module möglich!**

Montieren Sie die Module nur an Orte mit gleichem elektrischen Potential oder isolieren Sie die Module vom Montageort.

### **Anforderungen an den Aufstellungsort**

- Stellen Sie das Modul oder den Modulstapel auf einen glatten, ebenen und festen Untergrund.
- Das Modul oder der Modulstapel müssen immer sicher befestigt werden.

### **Anforderung an die Belüftung**

- Halten Sie das Modul von Wärmequellen fern und schützen Sie es vor direkter Sonneneinstrahlung.
- Der Freiraum über und hinter dem Modul muss so gewählt werden, dass eine ausreichende Luftzirkulation gewährleistet ist.

### **Fixieren der Module auf einem Trägersystem**

Beachten Sie bei der Auswahl des Trägersystems die statischen und dynamischen Kräfte, die durch das Modul oder den Modulblock am Trägersystem entstehen können.



### **VORSICHT**

#### **Beschädigung oder Zerstörung der Module möglich.**

Die Module der ES400-Baureihe sind nur für die Montage und den Betrieb an Bauteilen oder an Orten zugelassen, die die Einhaltung der technischen Daten der Module gewährleisten, wie z. B.:

- die Vibrationsfestigkeit der Module (Module beispielsweise nur an gefederten Massen, nicht jedoch an Radaufhängungen oder direkt am Motor montieren) und
- die Temperaturfestigkeit der Module (Module beispielsweise nicht an Motor, Turbolader, Auspuffkrümmer oder deren Umgebung montieren).



### **VORSICHT**

Beachten Sie bei der Montage der Module den zulässigen Temperaturbereich der von Ihnen verwendeten Kabelbinder!

## Beschädigung des Moduls und Verlust der Eigenschaften nach IP67



### **VORSICHT**

#### **Verlust der Eigenschaften nach IP67 möglich!**

Stehendes Wasser am Druckausgleichselement (DAE) beschädigt die Membran!

Bei senkrechtem Einbau des Moduls Einbaurichtung beachten!

### **Transport**

- Verblocken und verbinden Sie die Module erst am Ort der Inbetriebnahme!
- Transportieren Sie die Module nicht am Kabel des Moduls oder an anderen Kabeln.

### **Wartung**

Das Produkt ist wartungsfrei.

### **Reparatur**

Sollte eine Reparatur eines ETAS Hardware-Produktes erforderlich sein, schicken Sie das Produkt an ETAS.

### **Reinigung des Modulgehäuses**

- Verwenden Sie ein trockenes oder leicht angefeuchtetes, weiches, fusselfreies Tuch zum Reinigen des Modulgehäuses.
- Verwenden Sie keine Sprays, Lösungsmittel oder Scheuermittel, die das Gehäuse beschädigen könnten.
- Achten Sie darauf, dass keine Feuchtigkeit in das Gehäuse eindringt. Sprühen Sie Reiniger niemals direkt auf das Modul.

### 3 ES400 Produktfamilie

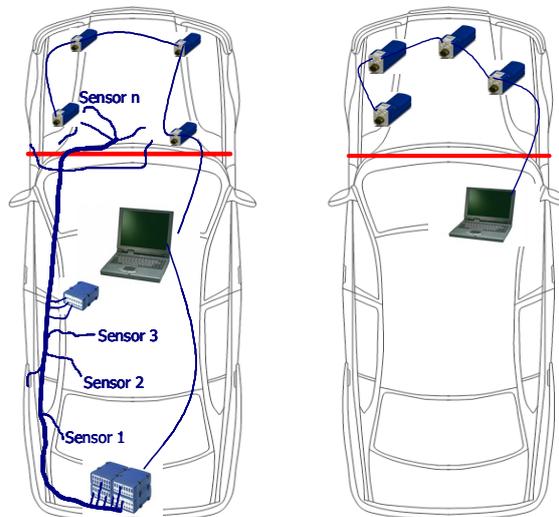
In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Verkabelungskonzepte in Versuchsfahrzeugen" auf Seite 14
- "Eigenschaften der ES400-Baureihe" auf Seite 15
- "Gehäuse" auf Seite 16
- "Anschlüsse" auf Seite 17
- "LED" auf Seite 18

#### 3.1 Verkabelungskonzepte in Versuchsfahrzeugen

In ein Versuchsfahrzeug sind für die Erprobungsphase in vielen Bereichen mehrere hundert Sensoren einzubauen, z.B. im Motorraum und im Bodenbereich. Die über das gesamte Fahrzeug verteilten Sensoren müssen anschließend mit den Messgeräten des Versuchsaufbaus verbunden werden.

Heutige Standard-Lösungen mit einem zentralen Aufbau der Messgeräte im Fahrzeuginnenraum erfordern eine aufwändige Verkabelung der weiträumig verteilten Sensoren mit den Messgeräten. Zahlreiche, zumeist lange Verbindungskabel zwischen Sensoren und Messgeräten, zusammengefasst zu mehreren dicken Kabelbäumen, bedingen eine stark modifizierte Spritzwand des Versuchsfahrzeugs. Das verursacht lange Rüstzeiten und hohe Kosten.



**Abb. 3-1** Zentrale und dezentrale Sensorverkabelung

ETAS bietet mit den ES400 Modulen eine dezentrale Lösung, die den Messaufbau der Sensoren erheblich vereinfacht.

Grundidee dieses Konzeptes ist es, die Module der ES400-Familie räumlich möglichst nahe an den Sensoren unterzubringen, die Module miteinander zu verketteten und nur das erste Modul dieser Kette mit dem Laptop im Fahrzeug zu verbinden.

## 3.2 Eigenschaften der ES400-Baureihe

### 3.2.1 Vorteile des dezentralen Verkabelungskonzepts

- Die kompakten ES400 Module können nahe an den Sensoren mit kurzen Verbindungskabeln montiert werden.
- Das einfache Montage- und Verkabelungsprinzip (Daisy-Chain-Topologie) der Module
  - erfordert zwischen den Modulen nur ein gemeinsames Kabel für die Stromversorgung und die Übertragung der Daten
  - reduziert die Aufbauzeiten für die Versuche erheblich
  - vereinfacht die Wartung und die Erweiterung des Messaufbaus
- Im Fahrzeug ist nur noch der Laptop unterzubringen, der mit den Modulen mit einem einzigen Kabel verbunden wird.
- Mit einem ES400-Messsystem ausgestattete Testfahrzeuge sind flexibel verwendbar, weil die Fahrzeuge für geänderte oder neue Testaufgaben nicht modifiziert werden müssen.

### 3.2.2 Weitere Eigenschaften

Ergänzend zu den Vorteilen der dezentralen Verkabelung weitere Eigenschaften der ES400-Baureihe im Überblick:

- Die Bauform der ES400-Module ist sehr kompakt.
- In jedem Modul ist eine LED zum Lokalisieren des Moduls vorhanden.
- Die Zähler- und Frequenz-Modul mit Sensorversorgung der ES400-Familie verwenden ein XCP-basierendes Protokoll, das zur existierenden ETAS Ethernet-Topologie kompatibel ist.

Das Konzept erfüllt folgende Anforderungen:

- hohe Bandbreite, um viele Kanäle mit hohen Auflösungen (typisch in Mess- und Verstellanwendungen) durch schnelle Abstraten realisieren zu können
- auf der Ethernet-Integration in INCA basierende einfache Anwendung; keine komplizierten Einstellungen von Busparametern
- einfache Integration in Mess- und Verstellwerkzeuge von Drittanbietern durch Verwenden von XCP als Anwendungsprotokoll
- Unterstützung aller in der Automobilindustrie verwendeten Messfühler und Drucksensoren
- Innovatives, batteriesparendes Stromversorgungsmanagement
  - automatische Stromsparfunktion („Standby“)
  - „Wake Up“ über die Ethernet-Schnittstelle
- Teil der ETAS Tool Suite
- Stand-alone Betrieb mit Daisy Chain Configuration Tool

- automotivtaugliche Module, die für den Einsatz im Labor und im Fahrzeug auf Teststrecken geeignet sind:
  - Gehäuse, Anschlüsse und Kabel nach IP65 bzw. IP67 wasser- und staubdicht; für den Einsatz im Motorraum oder Außenbereich des Fahrzeugs konzipiert
  - robust gegenüber Beschleunigungen und mechanischen Beschädigungen
  - robust gegenüber extremen Umweltbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, EMV)
  - Sehr niedrige Temperaturkoeffizienten tragen zur Reduzierung von Messfehlern bei.

Die vollständigen technischen Daten finden Sie im Kapitel "Technische Daten" auf Seite 98.

### 3.3 Gehäuse

Für die ES441.1 wird ein robustes Metallgehäuse mit Anschlüssen auf der Gerätefrontseite verwendet, so dass sie auch in engen Zwischenräumen Platz finden. Die ES441.1 ist für die Unterbringung im Motorraum, aber auch in der Fahrgastzelle konzipiert.

Die Gehäuse der ES400-Familie können schnell und einfach miteinander zu einem Messsystem verbunden werden (siehe Kapitel 6.2 auf Seite 63). Im Fahrzeug oder im Labor können die Module ohne großen Aufwand an ein Trägersystem direkt verschraubt oder mit Kabelbindern befestigt werden.

Diese einfachen und unkomplizierten Befestigungsmöglichkeiten ermöglichen eine flexible Montage der Module. Darüber hinaus ist auch unter rauen Umweltbedingungen (Salznebel, Schmutz) eine hohe Verfügbarkeit der Befestigungsmöglichkeiten gegeben.



#### **VORSICHT**

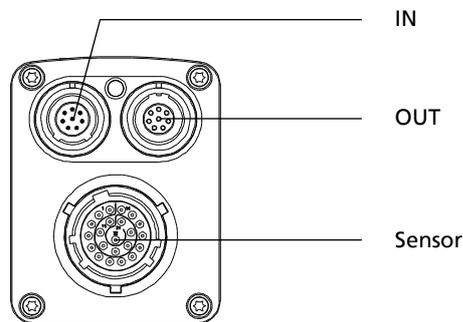
##### **Verlust der Eigenschaften nach IP67!**

Öffnen oder verändern Sie das Modulgehäuse nicht!

Arbeiten am Modulgehäuse dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden.

## 3.4 Anschlüsse

Sämtliche Steckverbindungen der ES400-Messmodule sind auf der Frontseite angebracht (siehe Abb. 3-2 auf Seite 17).



**Abb. 3-2** Frontseite

Die verwendeten LEMO- bzw. Souriau-Steckverbinder werden entsprechend der Schutzart IP67 verbaut. Alle Steckverbindungen sind durch die ausschließliche Verwendung von codierten LEMO- bzw. Souriau-Steckverbindern verpolungssicher.

### 3.4.1 Anschluss „Sensor“

An der Frontseite der ES441.1 befindet sich eine 22-polige Souriau-Anschlussbuchse, an die mit Hilfe eines Adapterkabels vier Sensoren angeschaltet werden können. Für jeden Sensor ist ein eigener Sensorstromversorgungsanschluss vorhanden. Die Verwendung einer „Kabelschwanz-“ bzw. „Peitschenlösung“ mit nur einem Stecker ermöglicht ein schnelles Auswechseln der Module innerhalb komplexer Messaufbauten.

### 3.4.2 Daisy-Chain-Anschlüsse („IN“, „OUT“)

Die Module werden über eine Daisy-Chain-Topologie verbunden. Daraus ergibt sich, dass jedes Modul eine explizite Eingangsbuchse sowie eine explizite Ausgangsbuchse hat. Die Ethernet-Datenleitung und die Spannungsversorgung werden durch die Daisy-Chain-Anschlüsse des Moduls geschleift:

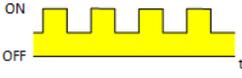
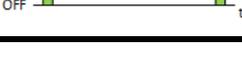
- „IN“ (Eingang)
- „OUT“ (Ausgang)

Am Anschluss „IN“ (Eingang) werden der PC, die ES523, ES59x, ES600.2, ES891, ES910.3 oder der Drive Recorder ES720 angeschlossen. Der Anschluss „OUT“ (Ausgang) wird mit dem folgenden Modul der ES400-Baureihe verbunden bzw. bleibt am letzten Modul der Kette frei.

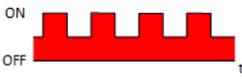
### 3.5 LED

Jedes Modul ist mit einer LED ausgerüstet. Sie zeigt folgende Zustände des Moduls an:

#### 3.5.1 Betriebszustand

Anzeige	Zustand
	aus keine Stromversorgung des Moduls
	gelb blinkend 0,25 s an / 0,25 s reduziert Initialisierung des Moduls noch nicht abgeschlossen - Weitere Module innerhalb einer Kette noch nicht initialisiert
	grün leuchtend halbe Helligkeit normal
	gelb leuchtend halbe Helligkeit Mindestens eine Sensorversorgungsspannung ist eingeschaltet.
	grün blinkend 0,1 s an / 1,9s aus Standby keine Ethernet-Verbindung aufgebaut

#### 3.5.2 Servicezustand

Anzeige	Zustand
	rot blinkend 0,25 s an / 0,25 s reduziert Modulidentifizierung
	rot blinkend 0,1 s an / 0,6 s aus Update der Firmware / HDC

#### 3.5.3 Funktionszustand

Anzeige	Zustand
	gelb-rot blinkend 0,5 s gelb reduziert / 0,5 s rot reduziert Warnung Überlast auf beliebigem Sensorversorgungsspannungskanal
	rot leuchtend volle Helligkeit Fehler während Selbsttest
	rot leuchtend halbe Helligkeit interner Fehler

## 4 Hardwarebeschreibung

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Eigenschaften der ES441.1" auf Seite 19
- "Blockdiagramm" auf Seite 20
- "Messkanäle" auf Seite 20
- "Datenübertragung" auf Seite 23
- "Stromversorgung" auf Seite 28
- "Konfiguration" auf Seite 31
- "Tool-Integration" auf Seite 31
- "Firmware-Aktualisierung" auf Seite 31
- "Kalibrierung" auf Seite 31

### 4.1 Eigenschaften der ES441.1

---



**Abb. 4-1** ES441.1 Gehäuse

Das Zähler- und Frequenz-Modul mit Sensorversorgung ES441.1 gehört zur Familie der ES400-Module. Die ES441.1 kann an vier Eingangskanälen digitale Signale erfassen. Für jeden Kanal ist eine Sensorversorgung vorhanden.

Die vollständigen technischen Daten der ES441.1 finden Sie im Kapitel "Technische Daten" auf Seite 98.

## 4.2 Blockdiagramm

Die ES441.1 ist ein Modul mit vier identisch aufgebauten Messkanälen, einer eigenen Sensorversorgung für jeden Messkanal, zwei gemeinsam genutzten Ethernet-Schnittstellen und einem Netzteil.

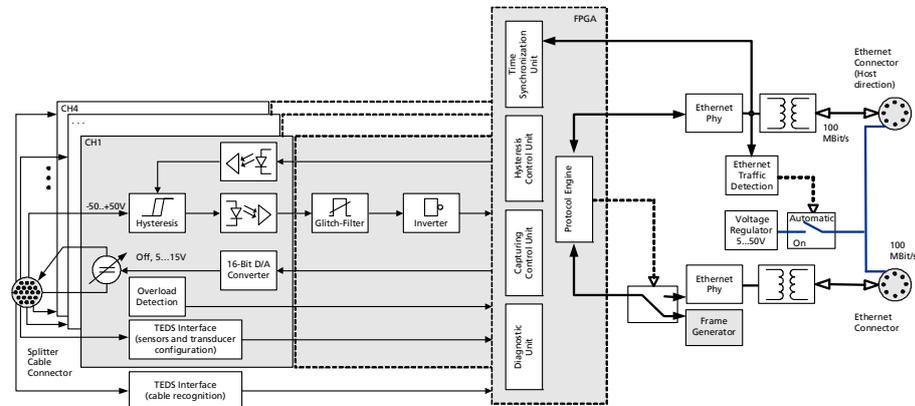


Abb. 4-2 Blockdiagramm

## 4.3 Messkanäle

Alle Messkanäle der ES441.1 sind identisch aufgebaut. Sie bestehen aus einer Eingangsstufe mit Signalerfassung und Signalverarbeitung.

Die Messkanäle sind für Eingangsspannungen von -50 V bis +50 V ausgelegt. Die minimale Pulsbreite ist auf 120 ns beschränkt. Diese Beschränkung vermeidet die Erfassung von Störpulsen an den Messkanälen. Die Eingangsimpedanz ist größer als 2 MΩ .

### 4.3.1 Eingangsstufe mit Signalerfassung und Signalverarbeitung

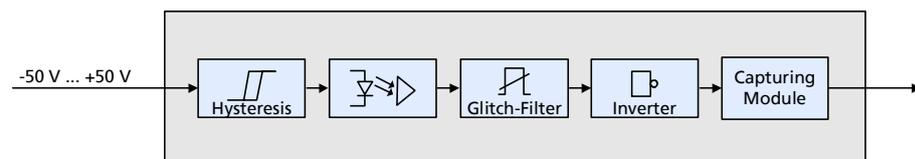


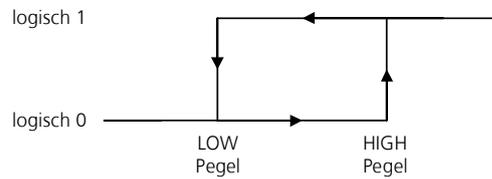
Abb. 4-3 Eingangsstufe

Die Eingangsstufe jedes Messkanals (siehe Abb. 4-3 auf Seite 20) besteht aus folgenden Baugruppen:

- Schmitt-Trigger mit konfigurierbarer Hysterese,
- Galvanische Trennung,
- Störspannungsfiler,
- Inverter und
- Signalerfassung und Signalverarbeitung.

## Konfigurierbare Hysterese

Die Hysterese und die zugehörigen Werte für die LOW und HIGH Pegel können unabhängig voneinander in der Applikationssoftware konfiguriert werden (siehe Abb. 4-4 auf Seite 21).



**Abb. 4-4** Definition der Hysterese für den Eingangskanal

Sie können in einem Bereich von -50 V bis +50 V für jeden Eingangskanal der ES441.1 separat konfiguriert werden. Die minimale Auflösung der Schaltschwellen beträgt 0,1 V. Die Hysterese ist durch beide Pegel und die Flankenrichtung vollständig definiert.

Die konfigurierbare Hysterese bewirkt eine Rauschunterdrückung. Diese Eigenschaft erleichtert die Anwendung in Umgebungen mit Rauschstörungen bzw. bei verrauschten Signalen. Die Qualität der Signalinterpretation wird erheblich verbessert.

## Galvanische Isolation

Die Messkanäle sind gegeneinander und zur Stromversorgung galvanisch isoliert.

## StörspannungsfILTER

In der Eingangsstufe befreit ein StörspannungsfILTER das Eingangssignal von kurzen Störspitzen. Die Filtercharakteristik (Zeitdauer) ist in der Applikationssoftware konfigurierbar. Das StörspannungsfILTER kann bei Bedarf abgeschaltet werden.

## Inverter

Das Eingangssignal jedes Kanals der ES441.1 kann bei Bedarf unabhängig von den anderen Kanälen invertiert werden. Die Auswahl erfolgt in der Applikationssoftware.

## Signal Erfassung und Signalverarbeitung.

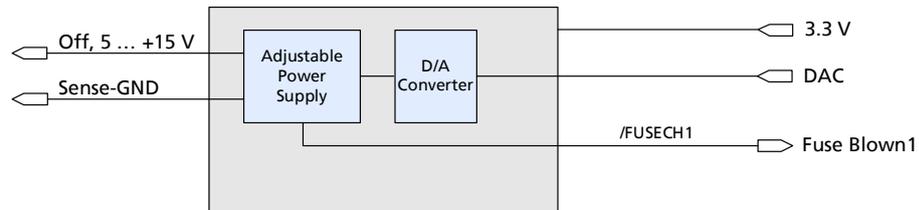
In dieser Funktionsgruppe wird das Eingangssignal entsprechend der im Applikationssoftware ausgewählten Messfunktion abgetastet und verarbeitet. Für die Messkanäle der ES441.1 können unabhängig voneinander Messfunktionen ausgewählt werden.

Die Messfunktionen der ES441.1 werden im Kapitel 5 auf Seite 32 beschrieben.

### 4.3.2 Sensorversorgung

Jedem an die ES441.1 angeschalteten Sensor steht eine separate, getrennt einstellbare Sensorversorgungsspannung zur Verfügung.

Das an den Sensoranschluss der ES441.1 angeschlossene Kabel überträgt für jeden Sensor die Sensorversorgungsspannung. Zusätzliche Kabel oder ein zusätzliches externes Stromversorgungsgerät für die Sensorversorgungsspannung sind nicht erforderlich.



**Abb. 4-5** Sensorversorgung für einen Sensorkanal

In jedem Sensorkanal wird die Sensorversorgungsspannung aus der Modul-Betriebsspannung erzeugt. Die Sensorversorgungsspannung ist veränderbar. Der Anwender kann im Applikationssoftware die Sensorversorgungsspannung jedes Sensorkanals ausschalten, einen der zwischen +5 V und +15 V vorgegebenen Werte auswählen oder einen beliebigen Wert innerhalb des Wertebereiches eintragen bzw. vorgeben.

Bei einem Kurzschluss des Sensorversorgungsspannung gegen Masse schaltet die Sensorspannungsversorgung dieses Kanals automatisch ab. Jeder Sensorversorgungsausgang ist gegen Überspannungen geschützt. Ein Überschreiten des Maximalwertes löst eine Sicherung aus. Das Applikationssoftware erhält bei Kurzschlüssen und ausgelöster Sicherung eine auswertbare, kanalspezifische Information.

#### INFO

Die Versorgungsspannungen der Sensoren sind zur Betriebsspannung des Moduls nicht galvanisch isoliert.

## 4.4 Datenübertragung

Die ES930.1 sowie die ES4xx- und die ES63x-Module nutzen zur Datenübertragung eine 100 Mbit/s Ethernet-Netzwerk-Verbindung im Duplex-Betrieb. Die Datenübertragung kann sehr flexibel an den Messaufbau und an die Messaufgabe angepasst werden.

### INFO

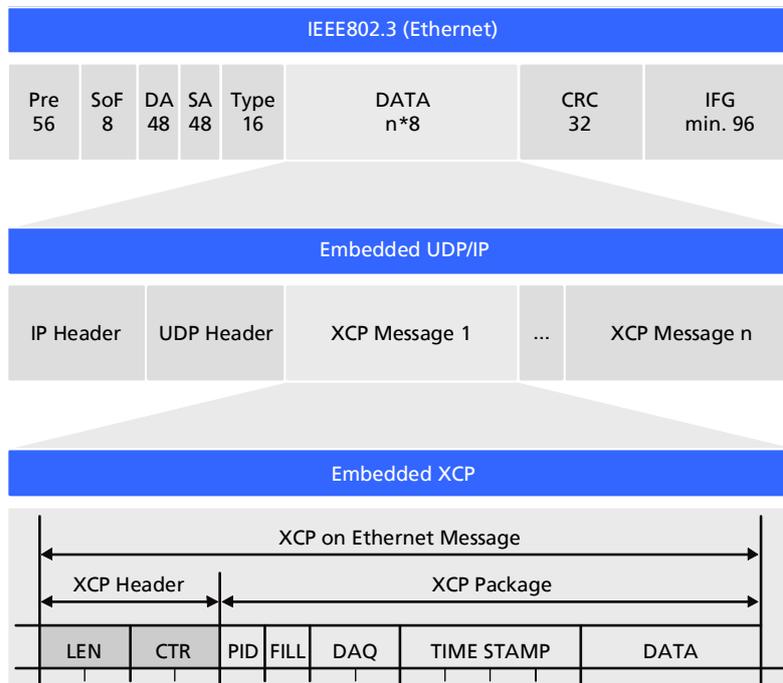
Sowohl für Messdaten als auch für Stellgrößen steht die vollständige Ethernet-Bandbreite zur Verfügung.

Verstellvorgänge können in einer Rapid Prototyping-Anwendung ohne Verzögerung erfolgen, während gleichzeitig Messdaten erfasst werden.

### 4.4.1 Kommunikationsprotokolle

Zur seriellen Kommunikation dient das universelle ASAM-Mess- und Applikationsprotokoll XCP. Auf der Ethernettransport- und Netzwerkschicht kommt das UDP/IP-Protokoll zum Einsatz (siehe Abb. 4-6 auf Seite 23).

Die Module übertragen innerhalb des XCP-Protokolls u.a. Modulkennung, Zeitstempel und Mess- bzw. Stimulationsdaten in einem hoch genauen und vorher-sagbaren Zeitraster. Das für die Module verwendete Kommunikationsprotokoll vermeidet die wiederholte Übertragung von Protokoll-daten wie etwa bei Hands-hake-basierten Systemen. Dadurch wird eine hohe Bandbreite für die Nutz-daten zur Verfügung gestellt.



**Abb. 4-6** Nachrichtenformat „XCP on UDP“ (schematisch)

Die Verwendung des UDP/IP Standards zur Datenübertragung ermöglicht eine direkte Verbindung der Module mit einem PC, einem Router oder einem Switch. Bei der XCP-Kommunikation übernimmt der PC die Master-Funktion.

An die Applikation werden dabei keine Echtzeitanforderungen gestellt. Eine Messdatenerfassung auf einem PC, die im Allgemeinen keine hohen Echtzeitanforderungen erfüllen muss, kann also direkt an eine ES400-Kette angeschlossen werden. Mit einem echtzeitfähigen Master, wie z. B. einem Rapid Prototyping-System, ist der Zugriff auf viele verschiedenartige I/O-Signale bei extrem kurzen Zykluszeiten möglich.



#### INFO

Das von der ES400-Familie verwendete Kommunikationsprotokoll bietet Drittanbietern die Möglichkeit, nach der Konfiguration der Module mit dem „ES4xx Configuration Tool aus ES4xx\_DRV\_SW“ das Kommunikationsprotokoll für eigene, ETAS-unabhängige Applikationen zu nutzen.

## 4.4.2 Realisierung

### Zeitscheibenverfahren

Die hintereinander geschalteten Module übertragen die Daten auf einer 100 MBit/s Ethernet-Verbindung zeitgesteuert, d. h. ohne Anforderung, zum Master. Die Funktion des Masters übernimmt der PC. Die Module verhalten sich im Verbund wie ein einziges Ethernet-Gerät mit einer MAC-Adresse.

In allen verketteten Modulen ist ein Generator vorhanden, der nur im jeweils letzten Modul der Kette nach Anschluss des Messaufbaus an den PC aktiviert ist. Die Frequenz des Generators bzw. die Periodendauer der erzeugten Zeitscheiben ist im Applikationsprogramm einstellbar. Sie entspricht der Messfrequenz des Messkanals mit der höchsten Erfassungsrate innerhalb der Kette.

Ein an den Generator gekoppelter Binär-Zähler zählt die erzeugten Zeitscheiben periodisch (Wertebereich:  $2^{16} = 65536$ ). Das letzte Modul der Kette verschickt die jeweilige Nummer der Zeitscheiben im IP-Header. Die Ethernet-Frames werden in der Kette von Modul zu Modul weitergereicht.

Jedes Modul der Kette erhält Bandbreite zur Übertragung seiner Messdaten in frei wählbaren Zeitscheiben innerhalb der Periode des Binärzählers zugeordnet. Mit Hilfe der Nummer der Zeitscheibe stellt das Modul fest, ob es in die aktuelle Zeitscheibe eine XCP-Message mit seinen Messdaten einfügen darf.

Das schnellste Modul, das mit seinen Daten die Periodendauer der erzeugten Zeitscheiben bestimmt, überträgt in jeder Zeitscheibe Daten. Ein Ethernet-Frame enthält dann mindestens ein XCP-on-Ethernet Datenpaket. Die Länge des innerhalb einer Zeitscheibe übertragenen Ethernet-Frames steigt mit der Anzahl der Module, die ihre Daten in diese Zeitscheibe einfügen dürfen.

Die Nummerierung der Zeitscheiben stellt sicher, dass beispielsweise zwei Module, die mit der halben Abtastrate des Generators arbeiten, niemals ihre Daten an den gleichen Ethernet-Frame anhängen. Das eine Modul verwendet nur die ungeraden Frame-Nummern und das andere Modul nur die geraden Frame-Nummern. Dieser Mechanismus ermöglicht außerdem, dass die zugeordneten Frames die Länge einer Zeitscheibe mit Sicherheit nicht überschreiten.

Die Messdaten werden auf die Frames automatisch so aufgeteilt, dass die verfügbare Bandbreite optimal genutzt wird.

Das Zeitscheibenverfahren ermöglicht sowohl Messungen von schnellen Signalen als auch die Erfassung sehr vieler Kanäle mit niedriger Abtastrate.

Werden in einer Kette einige schnelle und viele langsame Signale erfasst, so kann die Übertragung der langsamen Signale im Zeitmultiplexverfahren erfolgen.



#### INFO

Aufgrund der Datenübertragung über Ethernet gibt es selbst bei schnellen Abtastraten nahezu keine Einschränkungen hinsichtlich der Anzahl von Modulen in einer Modulkette.

### Taktgeber für die Synchronisation der Module

Taktgeber für die Synchronisation der Module ist entweder das erste Modul in einer Modul-Kette oder das Netzwerkmodul ES600. Die Synchronisation der Messdaten erfolgt in beiden Fällen mit einer Genauigkeit von einer Mikrosekunde. Mit Hilfe eines ES600-Netzwerkmoduls können mehrere ES4xx/ES63x/ES93x-Ketten miteinander oder mit den Modulen der ES600-Serie synchronisiert werden. Die ES4xx/ES63x/ES93x- und ES600-Module fügen zu jedem Messwert den zugehörigen Zeitstempel in das Ethernet-Datenpaket ein. Die damit erreichte exakte zeitliche Zuordnung der Messdaten der verwendeten ES4xx/ES63x/ES93x- und ES600-Module ermöglicht eine präzise Analyse der Korrelationen von Mess-Signalen.

### Synchronisation der Module und INCA-Signalverarbeitung

Die Datenübertragung setzt keine Synchronisation der lokalen Zeitbasen der ES4xx/ES63x/ES93x-Module voraus. Die Zeitstempel werden vom System dennoch synchronisiert, um Messdaten und Abtastzeitpunkte von verschiedenen Modulen im Anschluss an die Datenübertragung zeitlich korrelieren zu können. Dazu findet in den Modulen eine präzise Zeit- und Drift-Synchronisation über eine Hardware-Schaltung statt.

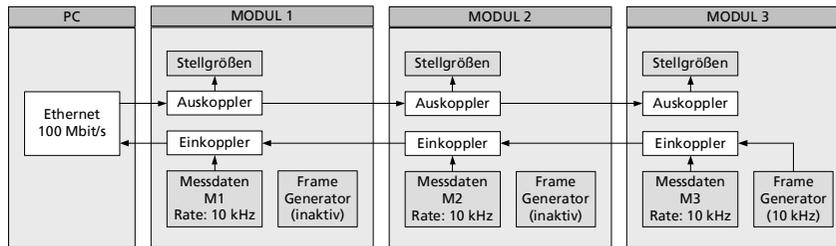
Im Gegensatz zur Zeitsynchronisation nach IEEE1588 (Precision Time Protocol) wird hierfür keine Bandbreite benötigt. Die Module fügen zu jedem Messdatum den Zeitstempel mit in das Ethernet-Datenpaket ein.

Durch die Kombination aus Zeitstempelsynchronisierung, Vollduplex- und Zeitscheibenverfahren wird eine sehr hohe Nutzdatenrate der Module erreicht.

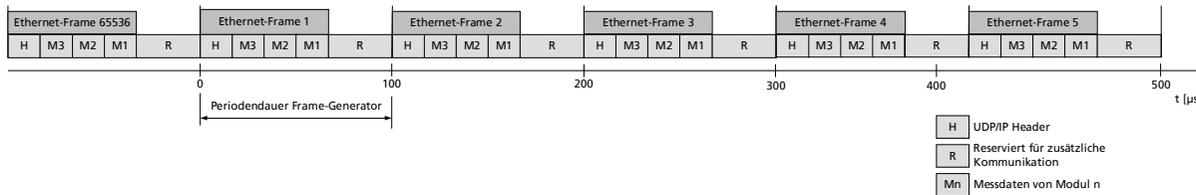
### 4.4.3 Beispiele

#### Beispiel 1

Abb. 4-7 auf Seite 26 zeigt ein Anwendungsbeispiel mit drei verketteten ES400-Modulen mit gleichen Erfassungsraten. Das Übertragungsschema für diese Konfiguration ist in Abb. 4-8 auf Seite 26 dargestellt.



**Abb. 4-7** Zeitmultiplexe Datenübertragung zwischen einer ES400-Modulkette und PC



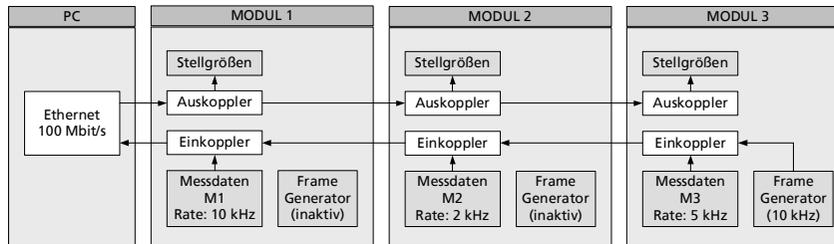
**Abb. 4-8** Übertragungsschema für Beispiel 1 (vereinfacht; nicht maßstabsgetreu)

In diesem Beispiel erzeugt das dritte Modul periodisch  $2^{16}$  (65536) Zeitscheiben mit jeweils 100 Mikrosekunden Länge. Die Module 1, 2 und 3 erfassen Messwerte mit der gleichen Rate von jeweils 10 kHz. Modul 1, Modul 2 und Modul 3 koppeln ihre Messwerte in jede Zeitscheibe ein (siehe Abb. 4-8 auf Seite 26).

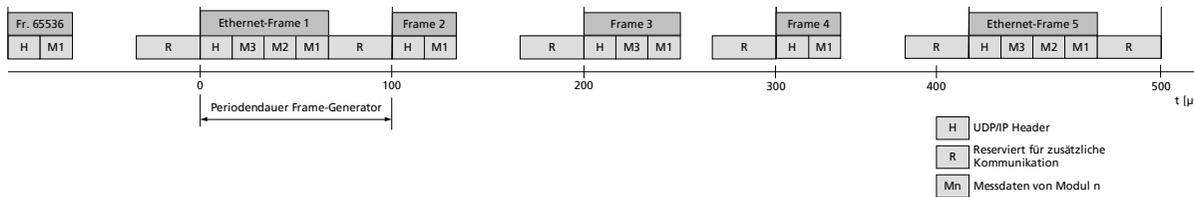
Unabhängig davon können gleichzeitig Stellwerte vom PC zu den Modulen übertragen werden.

## Beispiel 2

Abb. 4-9 auf Seite 27 zeigt ein Beispiel, in dem drei Module mit unterschiedlichen Erfassungsraten miteinander verkettet sind. Das Übertragungsschema für diese Konfiguration ist in Abb. 4-10 auf Seite 27 dargestellt.



**Abb. 4-9** Zeitmultiplexe Datenübertragung zwischen einer ES400-Modulkette und PC



**Abb. 4-10** Übertragungsschema für Beispiel 2 (vereinfacht; nicht maßstabsgetreu)

Im Beispiel erzeugt das dritte Modul periodisch  $2^{16}$  (65536) Zeitscheiben (Ethernet-Frames) mit jeweils 100 Mikrosekunden Länge. Die ES400-Module 1, 2 und 3 erfassen Messwerte mit einer Rate von 10 kHz, 2 kHz und 5 kHz. Modul 1 koppelt seine Messwerte in jeden, Modul 2 in jeden fünften und Modul 3 in jeden zweiten Ethernet-Frame ein (unteres Bild).

Unabhängig davon können gleichzeitig Stellwerte vom PC zu den Modulen übertragen werden.

## 4.5 Stromversorgung

---

### 4.5.1 Versorgungsspannung

DC/DC-Wandler in jedem Modul garantieren sowohl den Betrieb als auch den Start der ES400-Module bei Versorgungsspannungen zwischen 5 V und 50 V DC über den gesamten Temperaturbereich.

Mit dem Stromversorgungsmanagement der ES441.1 können Sie eine automatische Stromsparfunktion („Standby“) sowie eine „Wake Up“-Funktion über die Ethernet-Schnittstelle nutzen.

### 4.5.2 Versorgung der ES400-Module über die Anschlussleitung

Im einfachsten Anwendungsfall sind die Module direkt verkettet. Dabei werden sie über das jeweils vorhergehende Modul mit der Versorgungsspannung verbunden.

### 4.5.3 Zusätzliche Versorgung der ES400-Module über ein Y-Boostkabel

Sollte am Speisepunkt (Eingang) eines Moduls die Versorgungsspannung durch die Stromaufnahme der vorhergehenden Module zu niedrig sein, kann in längeren Modul-Ketten eine Mehrfacheinspeisung der Versorgungsspannung diesem und den folgenden Modulen eine ausreichende Versorgungsspannung gewährleisten.

In diesem Anwendungsfall müssen Sie die Modulkette auftrennen. Tauschen Sie das vorhandene Verbindungskabel zwischen den beiden Modulen gegen ein Y-Boostkabel zur zusätzlichen, direkten Einspeisung der Versorgungsspannung aus. Die Modulkette ist jetzt wieder geschlossen und die Stromversorgung der folgenden Module ist gewährleistet.

Der spezielle Aufbau des Y-Boostkabels verhindert eine Rückspeisung in den vorderen Teil der Modulkette und dadurch entstehende Potentialunterschiede.

#### Wann ist es erforderlich, ein Y-Boostkabel zu verwenden?

Eine genaue Berechnung des Stromverbrauchs einer Modulkette ist nur unter Kenntnis zahlreicher Variablen möglich:

- Versorgungsspannung des ersten Moduls am Speisepunkt
- minimale Versorgungsspannung am letzten Modul der Kette
- Anzahl und Typ der Module
- Verbrauch der Sensorstromversorgung der angeschlossenen Sensoren
- Kabellänge
- Kabeltyp
- Umgebungstemperatur

Die erforderliche Mindestspannung zur Versorgung des Systems ist für jeden Versuchsaufbau extra zu ermitteln.

### **Beispiel 1:**

ETAS empfiehlt für Modulketten, die ausschließlich mit ES410.1, oder ES441.1 bestückt sind, den Einsatz von Y-Boostkabeln, wenn die Länge der Modulkette größer als 10 Module ist.

### **Beispiel 2:**

ETAS empfiehlt für Modulketten, die ausschließlich mit ES411.1 oder ES413.1 oder ES421.1 bestückt sind, den Einsatz von Y-Boostkabeln, wenn die Länge der Modulkette

- größer als 16 Module (ohne Sensorspeisung) oder
- größer als 10 Module (mit Sensorspeisung) ist.

### **Beispiel 3:**

ETAS empfiehlt für Modulketten, die ausschließlich mit ES415.1 oder ES420.1 bestückt sind, den Einsatz von Y-Boostkabeln, wenn die Länge der Modulkette

- größer als 8 Module (ohne Sensorspeisung) oder
- größer als 5 Module (mit Sensorspeisung) ist.

### **Beispiel 4:**

Bei einer Mindestspannung von 7,7 V wird noch keine Zusatzspeisung mit einem Y-Kabel benötigt, wenn die Modulkette aus folgenden Modulen besteht:

- neun ES420.1 oder ES421.1
- vier ES410.1 oder ES411.1 oder ES413.1 (ohne Sensorspeisung)
- eine ES441.1

### **Beispiel 5:**

Bei einer Mindestspannung von 7,7 V wird noch keine Zusatzspeisung mit einem Y-Kabel benötigt, wenn die Modulkette aus folgenden Modulen besteht:

- fünf ES420.1 oder ES421.1
- zwei ES415.1 (ohne Sensorspeisung)
- eine ES441.1

### **Beispiel 6:**

Bei einer Mindestspannung von 9 V wird noch keine Zusatzspeisung mit einem Y-Kabel benötigt, wenn die Modulkette aus folgenden Modulen besteht:

- neun ES420.1 oder ES421.1
- vier ES410.1 oder ES411.1 oder ES413.1 (mit Sensorspeisung)
- eine ES441.1

### Beispiel 7:

Bei einer Mindestspannung von 9 V wird noch keine Zusatzspeisung mit einem Y-Kabel benötigt, wenn die Modulkette aus folgenden Modulen besteht:

- fünf ES420.1 oder ES421.1
- zwei ES415.1 (mit Sensorspeisung)
- eine ES441.1



#### INFO

Die Beispiele gelten bei einer Umgebungstemperatur von 85 °C.

## 4.6 Konfiguration

---

Die Konfiguration der ES441.1 erfolgt vollständig über die grafische Benutzeroberfläche Ihrer INCA Applikationssoftware.

Die Konfiguration der einzelnen Kanäle wird wahlweise in INCA oder in den einzelnen ES400-Modulen gespeichert. Im ersten Fall können Sie Einstellungen für spezifische Messaufgaben, z. B. im Labor, vorbereiten. Der zweite Fall ist für Anwender von Interesse, die sich gemeinsam einen Versuchsträger mit einem dazugehörigen ES400-Messaufbau teilen. Mehrere Anwender können so die einmal gespeicherte Konfiguration direkt aus den Modulen abrufen.

## 4.7 Tool-Integration

---

Die ES400-Module sind im Applikationsprogramm auswählbar und konfigurierbar und unterstützen das offene Protokoll XCP-on-Ethernet. Deshalb ist eine Integration der Module auch in eine andere Messsoftware leicht möglich.

Das Messsystem kann direkt am Ethernet-Port des PCs angeschlossen werden. Es sind keine weiteren Zusatzgeräte oder Schnittstellenwandler erforderlich.

## 4.8 Firmware-Aktualisierung

---

Die Firmware des Moduls kann vom Anwender aktualisiert werden, sodass auch künftige Versionen des Moduls eingesetzt werden können. Die Firmware-Aktualisierung geschieht mit Hilfe der Servicesoftware „Hardware Service Pack“ (HSP) vom angeschlossenen PC aus.



### INFO

---

Während einer Firmware-Aktualisierung darf weder die Spannungsversorgung noch die Ethernetverbindung unterbrochen werden!

## 4.9 Kalibrierung

---

Für dieses Produkt steht Ihnen ein Kalibrierservice zur Verfügung. Lassen Sie das Produkt regelmäßig kalibrieren, um eine zuverlässige Genauigkeit der Messwerte zu gewährleisten.

### **HINWEIS**

---

ETAS empfiehlt ein Kalibrierungsintervall von 12 Monaten.

Das Prüfsiegel am Produkt zeigt das Datum der letzten Kalibrierung. Im Kalibrierschein finden Sie Informationen zur Messgenauigkeit.

Auskünfte über den Ablauf des Kalibrierservice erteilt Ihnen Ihr ETAS Kontaktpartner (siehe Kapitel „Kontaktinformationen“ auf Seite 130). Die Bestellinformationen zum Kalibrierservice finden Sie im Kapitel „Kalibrierung“ auf Seite 128.

## 5 Funktionsbeschreibung

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Messung von Sensorsignalen" auf Seite 32
- "Definitionen" auf Seite 34
- "Abtastung der Signale" auf Seite 37
- "Übersicht der Messfunktionen der ES441.1" auf Seite 38
- "Überlauf" auf Seite 39
- "Messung des Signalzustandes (Status)" auf Seite 39
- "Zähler" auf Seite 40
- "Zeitmessung" auf Seite 51
- "Frequenzmessung" auf Seite 55
- "Timeout (Überwachung des Eingangssignals)" auf Seite 60
- "Beispiel" auf Seite 61

### 5.1 Messung von Sensorsignalen

---

#### 5.1.1 Erfassung und Wandlung

Im Automotivbereich sind häufig nichtelektrische Größen wie z.B. Temperatur, Drehmoment, Kraft, Druck, Füllstand, Weg (Strecke) und Durchfluss zu messen. Diese nichtelektrischen physikalischen Größen werden mit Messaufnehmern und Sensoren in elektrische Signale umgewandelt und anschließend weiterverarbeitet.

Die Erfassung dieser Signale ist die Grundlage zur Bestimmung von Informationen. Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele:

Messfunktion	Ermittelbare Informationen
Frequenzmessung	Umdrehungen pro Minute
	Geschwindigkeit
Zählermessung	Durchflußrate
	Position
PWM-Messung	Aktivierungsdauer von Stellmotoren
	Steuerung von Heizelementen

## 5.1.2 Konfiguration und Anpassung

### Konfiguration der Signale in der Applikationssoftware

Die erfassten Signale können beispielsweise nach folgenden Kriterien konfiguriert werden:

- nach Name oder
- nach Einheit oder
- nach Erfassungsrate.

### Anpassung der Signale in der Applikationssoftware

Es besteht die Möglichkeit, die ermittelten Werte mit Hilfe mathematischer Algorithmen anzupassen bzw. zu korrigieren.

Folgende Methoden stehen zur Verfügung:

- Offset: Addition einer Konstante zu den Messwerten
- Faktor: Multiplikation der Messwerte mit einem festen Faktor
  - Umwandlung in physikalische Größen  
Beispiel: Umwandlung vom Tastverhältnis zur elektrischen Leistung
  - Kompensation von Skalierungsfaktoren der Messhardware  
Beispiel: Vorteiler in Turbolader-Messsensoren  
Beispiel: Messung in Radkästen mit angetriebenen Achsen
- Linearisierung der Messkurven bzw. aller Messergebnisse
  - Korrektur von Messfehlern
  - Kompensation der Nichtlinearität von Sensoren  
Beispiel: Durchflusssensor, Achsgeschwindigkeit ist nicht proportional zur Durchflußrate

Die gemessenen Signale und deren Anpassung ermöglichen eine Darstellung der physikalischen, technischen und abgeleiteten Größen sowie der Messgrößen in der gewünschten physikalischen Einheit.

## 5.2 Definitionen

In diesem Abschnitt werden Signale definiert, die bei der Beschreibung der Messfunktionen der ES441.1 verwendet werden.



### INFO

Alle Definitionen in diesem Abschnitt sind Definitionen für digitale Signale.

### 5.2.1 Legende

In der Tab. 5-1 auf Seite 34 werden die in den Abbildungen des Kapitels Funktionsbeschreibung verwendeten Symbole zusammengefasst.

Symbol	Bedeutung
	Zeitstempel für vorangegangene Abtastungen (festes Raster)
	Aktueller Zeitstempel (festes Raster)
	Resultierender Abtastwert

Tab. 5-1 Verwendete Symbole

### 5.2.2 Status

Der Begriff Status beschreibt den Pegel eines Signals zu einem Abtastzeitpunkt. Der Status eines Eingangssignals ist entweder aktiv oder inaktiv. Der aktive Status wird durch den Wert 1 bzw. HIGH, der inaktive Status durch den Wert 0 bzw. LOW dargestellt.

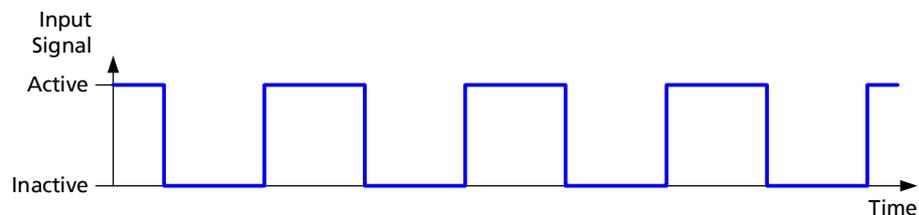


Abb. 5-1 Aktiver und inaktiver Status

### 5.2.3 Puls

Der Begriff Puls beschreibt den zeitlichen Verlauf eines Signalwechsels von einem Status in den anderen und wieder zurück in den Ausgangsstatus.

Ein Puls wird von genau einer inaktiv-aktiven und einer aktiv-inaktiven Flanke begrenzt. Die beiden Flanken folgen aufeinander.

Der Puls eines Eingangssignals ist entweder aktiv oder inaktiv. Ein aktiver Puls beginnt mit einer inaktiv-aktiven Flanke, ein inaktiver Puls beginnt mit einer aktiv-inaktiven Flanke.

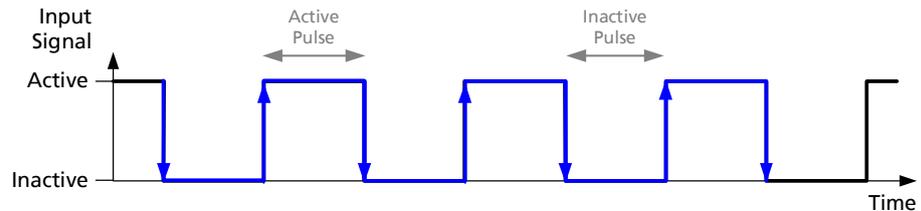


Abb. 5-2 Aktiver und inaktiver Puls

### 5.2.4 Periode

Eine Periode beginnt mit einem Zustandswechsel bzw. einer inaktiv-aktiven oder einer aktiv-inaktiven Flanke des Signals. Sie besteht immer aus einem aktiven und einem inaktiven Puls.

Beginnt die Periode mit einer inaktiv-aktiven Flanke, so setzt sich die Periode aus der Abfolge aktiver Puls mit anschließendem inaktiven Puls zusammen. Beginnt die Periode mit einer aktiv-inaktiven Flanke, so setzt sich die Periode aus der Abfolge inaktiver Puls mit anschließendem aktiven Puls zusammen.

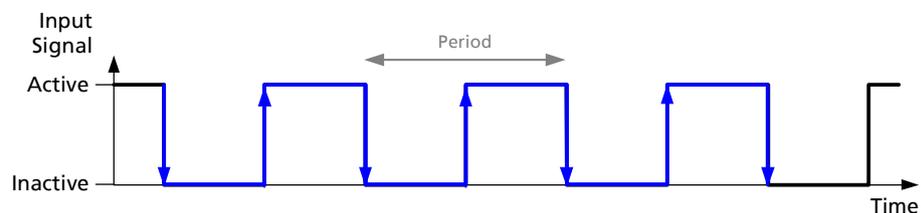


Abb. 5-3 Periode, beginnend mit einer aktiv-inaktiven Flanke

### 5.2.5 Zyklus

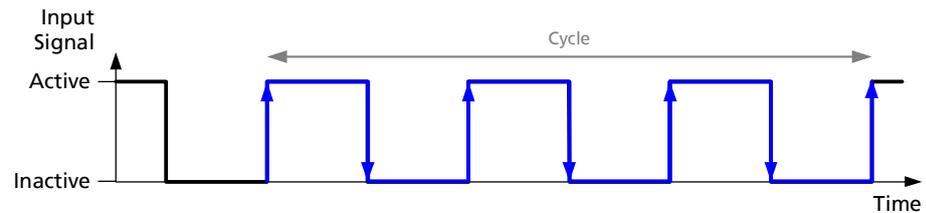
Ein Zyklus umfasst eine wiederholte Aufeinanderfolge einer oder mehrerer Perioden.

Ein Zyklus beschreibt ein ganzzahliges Vielfaches einer Periode:

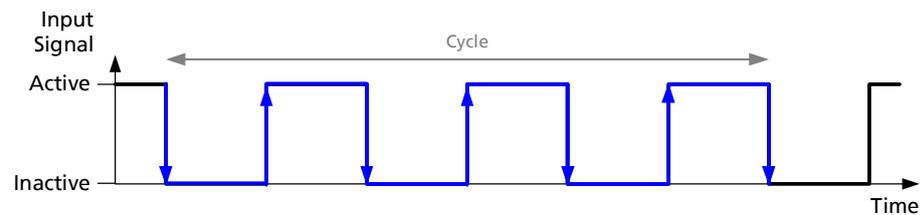
$$\text{Zyklus} = n * \text{Periode}$$

Ein Zyklus kann beginnen mit:

- einer inaktiv-aktiven Flanke oder
- einer aktiv-inaktiven Flanke.



**Abb. 5-4** Zyklus, beginnend mit einer inaktiv-aktiven Flanke und  $n=3$

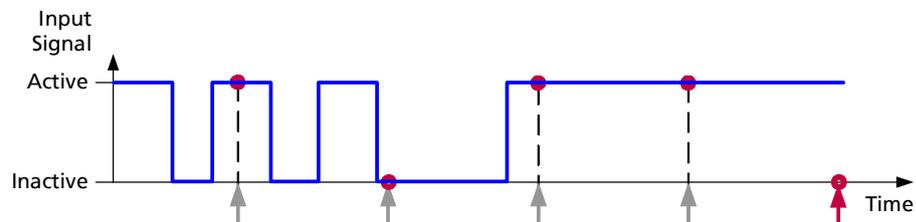


**Abb. 5-5** Zyklus, beginnend mit einer aktiv-inaktiven Flanke und  $n=3$

### 5.3 Abtastung der Signale

#### 5.3.1 Abtastung und Raster

Die Abtastrate kann unabhängig für jeden Kanal der ES441.1 im Applikationssoftware in festen Schritten ausgewählt werden. Die Daten werden mit einer festen Abtastrate synchron abgetastet.

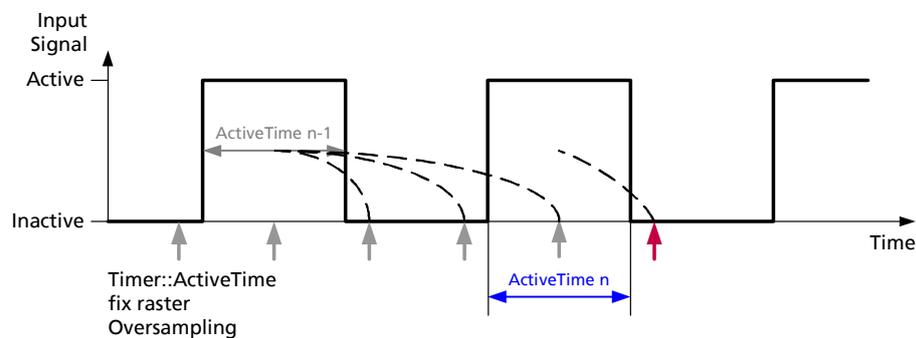


**Abb. 5-6** Abtastung der Daten

Das Modul unterstützt feste Messraster. Jedem Eingang können mehrere Messraster gleichzeitig zugeordnet werden. Pro ES441.1 Modul werden maximal acht verschiedene Abtastraster gleichzeitig unterstützt.

#### 5.3.2 Verhalten bei Überabtastung durch das Applikationsprogramm

Bei Überabtastung wird ein Signal mit einer höheren Abtastrate erfasst, als für die Übertragung der Signalbandbreite eigentlich erforderlich ist.



**Abb. 5-7** Überabtastung

Wird das relativ langsame Eingangssignal mit einer hohen Abtastrate abgetastet (Überabtastung), kann nicht bei jeder Abtastung ein neuer Messwert ermittelt werden (siehe Abb. 5-7 auf Seite 37). Es wird dann der zuletzt erfasste gültige Messwert noch einmal verwendet.

## 5.4 Übersicht der Messfunktionen der ES441.1

Das Modul ES441.1 kann an den vier Eingangskanälen digitale Signale erfassen und mit Hilfe unterschiedlicher Messfunktionen bewerten:

Messfunktion	Messsignal
Status (Signalzustand)	Status
Ereigniszählung	Ereignisse
Zeitmessung	Inaktive Zeitdauer
	Aktive Zeitdauer
	Periodendauer
Frequenzmessung	Frequenzmessung innerhalb einer Periode mit Unterstützung der relativen Fehlerschätzung bei der Konfiguration
	Bestimmung des Tastverhältnisses
	Periode

### INFO

In der Applikationssoftware kann jedem Messkanal in allen Messfunktionen ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal zugeordnet werden.

### INFO

In der Applikationssoftware kann für jeden Eingangskanal unabhängig von den anderen Eingangskanälen zeitgleich eine beliebige Messfunktion ausgewählt werden.

In allen Kanälen können alle Messsignale der jeweils ausgewählten Messfunktion gleichzeitig ausgeführt werden.

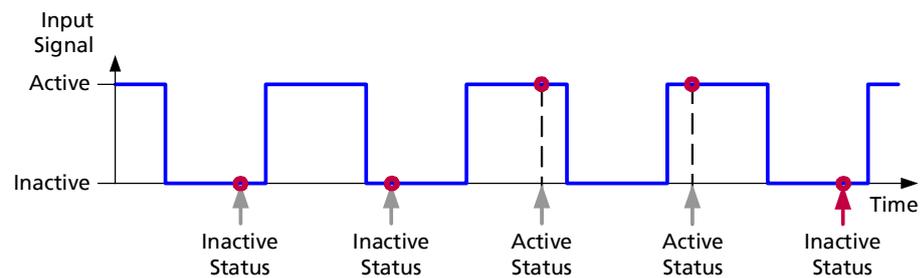
Alle oben genannten Signale können gleichzeitig an allen vier Kanälen der ES441.1 erfasst werden.

## 5.5 Überlauf

Die Basis für die Zählerfunktion und für die Zeitmessung sind voneinander unabhängige 32-Bit Zähler. Jeder Zählerwert entspricht einer Zeiteinheit von 20 ns. Erreicht ein Zähler seinen Maximalwert, erfolgt ein Zählerüberlauf. Der Zähler setzt den Zählvorgang fort.

## 5.6 Messung des Signalzustandes (Status)

Zu jedem Abtastzeitpunkt wird der aktive oder inaktive Status des Eingangssignals bestimmt. Der aktive Status wird durch den Wert 1 bzw. HIGH, der inaktive Status durch den Wert 0 bzw. LOW dargestellt.



**Abb. 5-8** Messung aktiver und inaktiver Status (festes Messraster)

Es kann in der Applikationssoftware festgelegt werden, an welchen Eingangskanälen der ES441.1 der Status gemessen werden soll.

Im Zusatzsignal "stateCombined" wird der zeitgleiche Status der vier Eingangskanäle gemeinsam in einem Byte dargestellt. Jeweils ein Bit des Signals repräsentiert den Status des Signals eines fest zugeordneten Eingangskanals (siehe Tabelle).

Eingangskanal	Bitposition in „stateCombined“
1	$2^0$
2	$2^1$
3	$2^2$
4	$2^3$

In der Applikationssoftware kann zusätzlich konfiguriert werden, welcher der vier Eingangskanäle zur Generierung des Zusatzsignals „stateCombined“ verwendet werden soll.

### INFO

Der Status eines nicht ausgewählten Eingangskanals wird auf den Wert 0 gesetzt.

## 5.7 Zähler

---

### 5.7.1 Messverfahren

In der Applikationssoftware können für jeden Messkanal Parameter und Messverfahren für die Ereigniszählung ausgewählt werden:

- Zählermodi mit frei konfigurierbaren Parametern
  - Art der zu zählenden Ereignisse (Flanken oder Zyklen),
  - Auswertung des Signals am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen oder
  - Auswertung des Signals am Messkanal abhängig von einem beliebigen anderen Messkanal des Moduls, der dem Messkanal als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet wird,
- Zählermodi mit eingeschränkt konfigurierbaren Parametern.

Diese Messverfahren der ES441.1 in der Funktion Zähler können in vier Gruppen zusammengefasst werden:

#### **Zählermodus „Standard ohne qualifizierendes Signal“**

Das Signal am Messkanal wird unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen gezählt (siehe Kapitel 5.7.2 auf Seite 41). Alle Zählerparameter sind in der Applikationssoftware frei konfigurierbar.

#### **Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“**

Jedem Messkanal kann im Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“ ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet werden. Abhängig von der Konfiguration in der Applikationssoftware wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und die Messung am zugeordneten Messkanal gesteuert (siehe Kapitel 5.7.3 auf Seite 42). Alle Zählerparameter sind in der Applikationssoftware frei konfigurierbar.

#### **Zählermodus „Up/Down“**

Dem Zähler jedes Messkanals können im Zählermodus „Up/Down“ zusätzlich zu den Eingangssignalen des eigenen Messkanals die Eingangssignale eines beliebigen anderen Messkanals des Moduls zugeordnet werden. Die Flanken der Signale dieser beiden Messkanäle werden analysiert und der Zählerstand inkrementiert oder dekrementiert (siehe Kapitel 5.7.4 auf Seite 46). Einige Zählerparameter sind in der Applikationssoftware frei konfigurierbar.

#### **Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“**

Jedem Messkanal kann in den Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“ ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet werden. Einige Zählerparameter sind bei Anwendung der Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“ voreingestellt und können in der Applikationssoftware nicht verändert werden. Abhängig vom ausgewählten Zählermodus wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und die Messung am zugeordneten Messkanal gesteuert (siehe Kapitel 5.7.5 auf Seite 47).

### 5.7.2 Zählermodus „Standard ohne qualifizierendes Signal“

Im Zählermodus „Standard ohne qualifizierendes Signal“ wird das Signal am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen gezählt. Der dem Messkanal zugeordnete Zähler ist als Vorwärtszähler konfiguriert.

Die ES441.1 kann in dieser Betriebsart entsprechend der Konfiguration in der Applikationssoftware mit folgenden Messverfahren Flanken zählen:

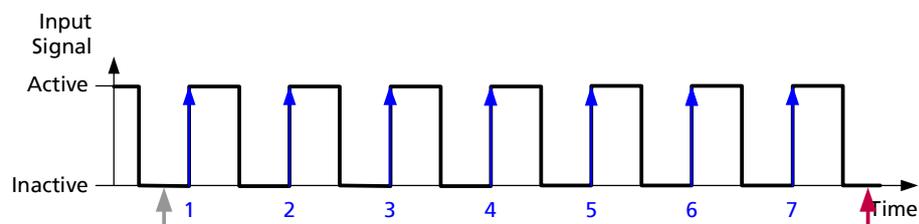
- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom inaktiven in den aktiven Zustand,
- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom aktiven in den inaktiven Zustand,
- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom inaktiven in den aktiven Zustand und vom aktiven in den inaktiven Zustand und
- Zählung der Zyklen.

In der Applikationssoftware können für Messverfahren ohne qualifizierendes Signal folgende Betriebsarten des Zählers ausgewählt werden:

- Zurücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zähler im Free Running Mode. Der Zähler zählt ab dem Start der Messung, ohne während der Messung zurückgesetzt zu werden. Wird der Zählumfang (Überlauf) erreicht und die Messung ist noch nicht beendet, beginnt der Zähler von vorn zu zählen. Der Überlauf des Zählers erfolgt nach  $2^{32}$  zu zählenden Signalübergängen.

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele für den Zählermodus „Standard ohne qualifizierendes Signal“.

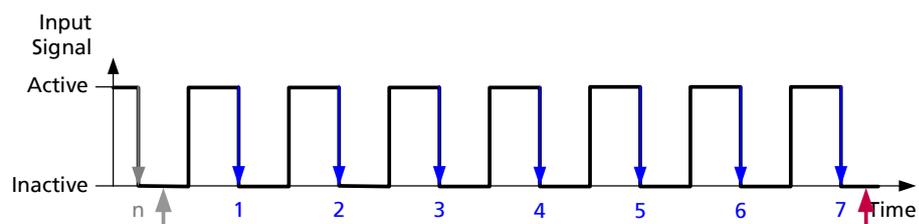
#### Zählung der inaktiv-aktiven Flanken



**Abb. 5-9** Zählung der inaktiv-aktiven Flanken

Im Beispiel Abb. 5-9 wird der Zähler zu jedem Abtastzeitpunkt zurückgesetzt.

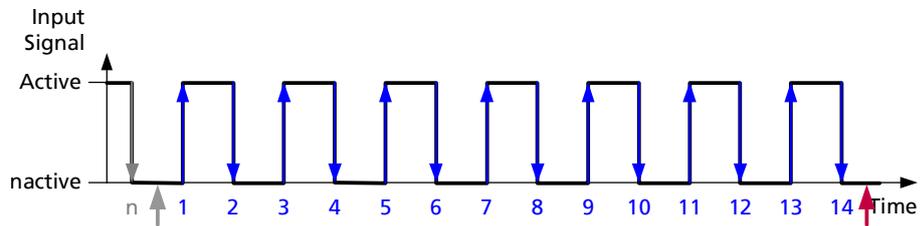
#### Zählung der aktiv-inaktiven Flanken



**Abb. 5-10** Zählung der aktiv-inaktiven Flanken

Im Beispiel Abb. 5-10 wird der Zähler zu jedem Abtastzeitpunkt zurückgesetzt.

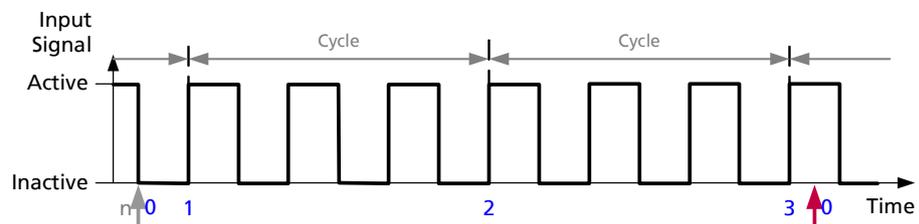
### Zählung der inaktiv-aktiven und der aktiv-inaktiven Flanken



**Abb. 5-11** Zählung der inaktiv-aktiven und der aktiv-inaktiven Flanken

Im Beispiel Abb. 5-11 wird der Zähler zu jedem Abtastzeitpunkt zurückgesetzt.

### Zählung von Zyklen



**Abb. 5-12** Zählung von Zyklen

Der Zähler wird zu jedem Abtastzeitpunkt zurückgesetzt.

## 5.7.3 Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“

Jedem Messkanal kann im Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“ ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet werden. Abhängig von der Konfiguration in der Applikationssoftware wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und die Messung am zugeordneten Messkanal gesteuert.

Die ES441.1 kann in dieser Betriebsart mit folgenden zusätzlichen Messverfahren Flanken zählen:

- Vorwärtszähler mit Steuerung der Messung (Triggerung) durch
  - den Status des qualifizierenden Signals,
  - die Flanken des qualifizierenden Signals und
- Vorwärts-/Rückwärtszähler mit Steuerung der Zählrichtung durch den Status des qualifizierenden Signals.

In der Applikationssoftware können für Messverfahren mit qualifizierendem Signal folgende Betriebsarten des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Rücksetzen des Zählers mit der in der Applikationssoftware ausgewählten Flanke des qualifizierenden Kanals oder

- Zähler im Free Running Mode. Der Zähler zählt ab dem Start der Messung, ohne während der Messung zurückgesetzt zu werden. Wird der Zählumfang (Überlauf) erreicht und die Messung ist noch nicht beendet, beginnt der Zähler von vorn zu zählen. Der Überlauf des Zählers erfolgt nach  $2^{32}$  zu zählenden Signalübergängen.



### INFO

Bereits während der durch das qualifizierende Signal bestimmten Messphase stehen ständig aktualisierte Ergebnisse der Zählung zur Verfügung.

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele für den Zählermodus „Standard mit qualifizierendem Signal“.

### Zählung mit Rücksetzen durch das qualifizierende Signal

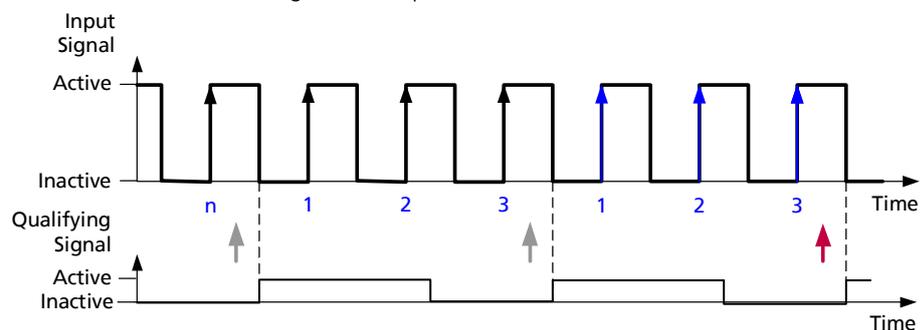
Die ES441.1 ist in diesem Zählermodus als Vorwärtszähler mit Rücksetzen des Zählers durch das Signal am qualifizierenden Kanal (Triggerkanal) konfiguriert.

Die ES441.1 kann in dieser Betriebsart entsprechend der Konfiguration in der Applikationssoftware mit folgenden Messverfahren Flanken zählen:

- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom inaktiven in den aktiven Zustand,
- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom aktiven in den inaktiven Zustand,
- Zählung der Flanken beim Wechsel des Eingangssignals vom inaktiven in den aktiven Zustand und vom aktiven in den inaktiven Zustand und
- Zählung der Zyklen.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Rücksetzen des Zählers mit der inaktiv-aktiven Flanke des Signals am qualifizierenden Kanal oder Rücksetzen des Zählers mit der aktiv-inaktiven Flanke des Signals am qualifizierenden Kanal.



**Abb. 5-13** Zählung der inaktiv-aktiven Flanken mit Rücksetzen mit der inaktiv-aktiven Flanke des qualifizierender Kanals

Im Beispiel Abb. 5-13 auf Seite 43 setzt eine konfigurierbare Flanke des zugeordneten qualifizierenden Signals den Zähler zurück. Das Signal am Messkanal wird mit der inaktiv-aktiven Flanke des qualifizierenden Signals gezählt.

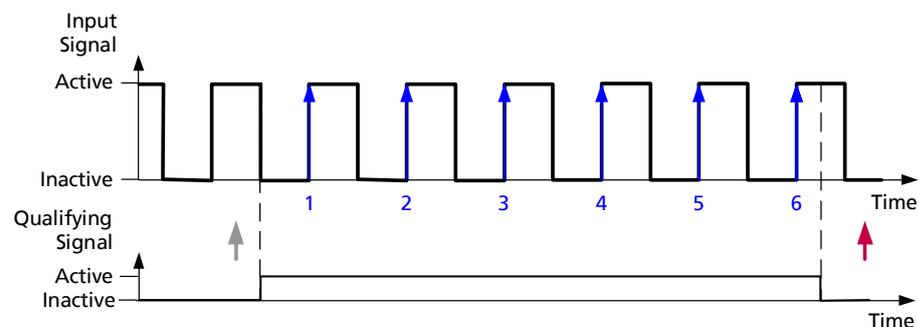
## Zählung während definiertem Status des qualifizierenden Signals

Die Zählung der in der Applikationssoftware ausgewählten Flanken am Messkanal wird durch die Bewertung des Status des Signals am qualifizierenden Kanal (Triggerkanal) gesteuert:

- „Gate1“: Zählung der Flanken am Messkanal nur während dem aktivem Status des qualifizierenden Kanals oder
- „Gate2“: Zählung der Flanken am Messkanal nur während dem inaktivem Status des qualifizierenden Kanals.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Rücksetzen des Zählers mit der in der Applikationssoftware ausgewählten Flanke des qualifizierenden Kanals oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Zählerrücksetzen).



**Abb. 5-14** Zählung der inaktiv-aktiven Flanken während dem aktivem Status des qualifizierenden Signals

Im Beispiel Abb. 5-14 setzt die aktiv-inaktive Flanke des zugeordneten qualifizierenden Signals den Zähler zurück. Das Signal am Messkanal wird während des aktiven qualifizierenden Signals gezählt.

## Zählrichtungssteuerung durch den Status des qualifizierenden Signals

Die ES441.1 ist in diesem Zählermodus als Vorwärts-/Rückwärtszähler mit Steuerung der Zählrichtung durch den Status am zugeordneten qualifizierenden Kanal (Triggerkanal) konfiguriert. Der Zähler kann positive und negative Werte annehmen.

Bei den Zählermodi „Up/Down1“ und „Up/Down2“ wird der Zählerstand durch den Vergleich des Status des Signals am Messkanal und am qualifizierenden Kanal inkrementiert oder dekrementiert:

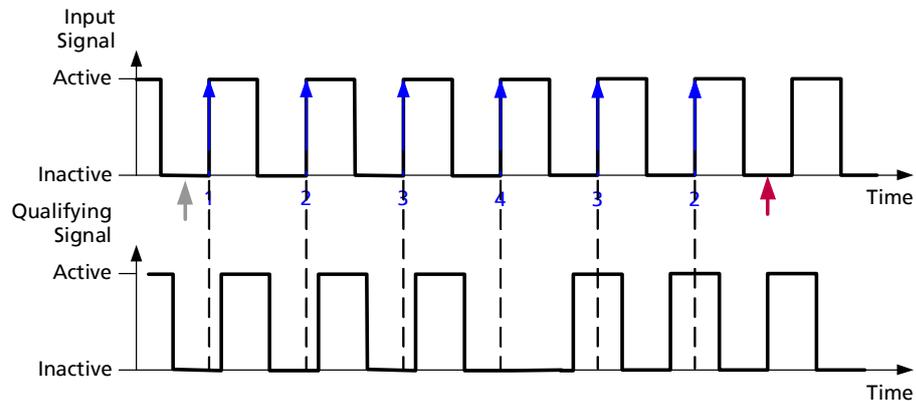
- „Up/Down1“: Inkrementierung des Zählerstandes bei ungleichem Status und Dekrementierung des Zählerstandes bei gleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal,
- „Up/Down2“: Inkrementierung des Zählerstandes bei gleichem Status und Dekrementierung des Zählerstandes bei ungleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal.

Bei den Zählermodi „Up/Down3“ und „Up/Down4“ wird der Zählerstand durch Auswertung des Status des Signals am qualifizierenden Kanal inkrementiert oder dekrementiert:

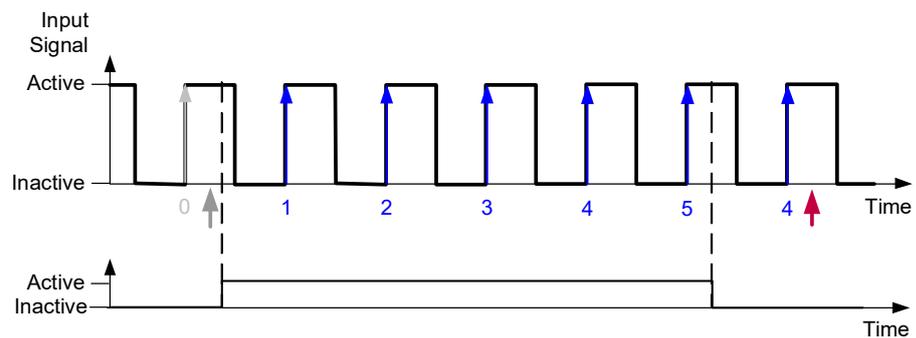
- „Up/Down3“: Inkrementierung des Zählerstandes bei aktivem Status und Dekrementierung des Zählerstandes bei inaktivem Status des qualifizierenden Kanals,
- „Up/Down4“: Inkrementierung des Zählerstandes bei inaktivem Status und Dekrementierung des Zählerstandes bei aktivem Status des qualifizierenden Kanals.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Rücksetzen des Zählers mit der in der Applikationssoftware ausgewählten Flanke des qualifizierenden Kanals oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Rücksetzen des Zählers).



**Abb. 5-15** Zählung der inaktiv-aktiven Flanken im Zählermodus „Up/Down1“



**Abb. 5-16** Zählung der inaktiv-aktiven Flanken im Zählermodus „Up/Down3“

### 5.7.4 Zählermodus „Up/Down“

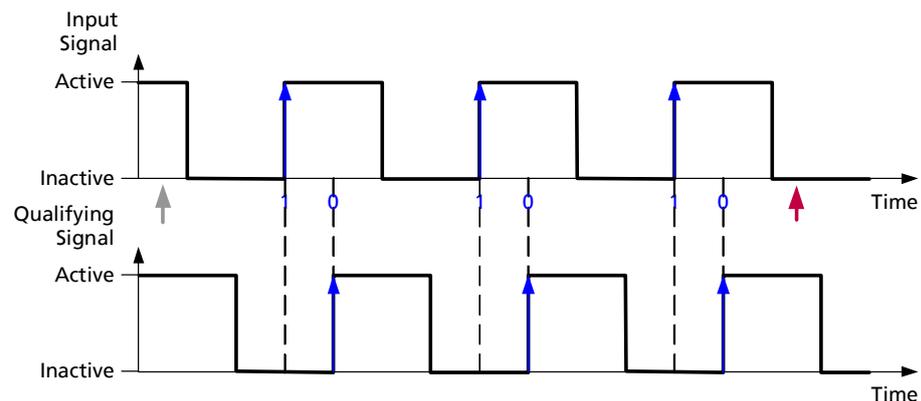
Dem Zähler jedes Messkanals können im Zählermodus „Up/Down“ zusätzlich zu den Eingangssignalen des eigenen Messkanals die Eingangssignale eines beliebigen anderen Messkanals des Moduls zugeordnet werden. Die zugeordnete Messkanäle sind als A/B-Zählereingänge eines Vorwärts-/Rückwärtszähler konfiguriert.

In diesem Zählermodus werden die inaktiv-aktiven Flanken der Signale an beiden Messkanälen analysiert und der Zählerstand inkrementiert oder dekrementiert:

- Inkrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven Flanken am Messkanal,
- und
- Dekrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven Flanken am qualifizierenden Kanal.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Rücksetzen des Zählers).



**Abb. 5-17** Zählermodus „Up/Down“

Anwendungsbeispiele für den Zählermodus „Up/Down“:

- Erfassung der Daten von inkrementalen Messwertgebern
- Positionserfassung

### 5.7.5 Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“

Jedem Messkanal kann in den Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“ ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet werden.

Einige Zählerparameter sind bei Anwendung der Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“ voreingestellt und können in der Applikationssoftware nicht verändert werden.

Abhängig vom ausgewählten Zählermodus wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und die Messung am zugeordneten Messkanal gesteuert.

Die ES441.1 kann in dieser Betriebsart mit folgenden zusätzlichen Messverfahren Flanken zählen:

Vorwärts-/Rückwärtszähler mit Steuerung der Zählrichtung durch

- die Flanken des qualifizierenden Signals (Zählermodus „X1“),
- die Flanken des qualifizierenden Signals (Zählermodus „X2“) und
- die Flanken des qualifizierenden Signals mit Analyse des qualifizierenden Signals (Zählermodus „X4“).

Anwendungsbeispiele für die Zählermodi „X1“, „X2“ und „X4“:

- Codierung/ Encodierung digitaler Signale
- Einsatz in digitalen Regelkreisen mit Bewegungssteuerungs- und digitalen Dateneingabesystemen
- Quadratur-Funktionen
- lineare oder rotierende inkrementale Quadratur-Encoder
- digitale Potentiometer

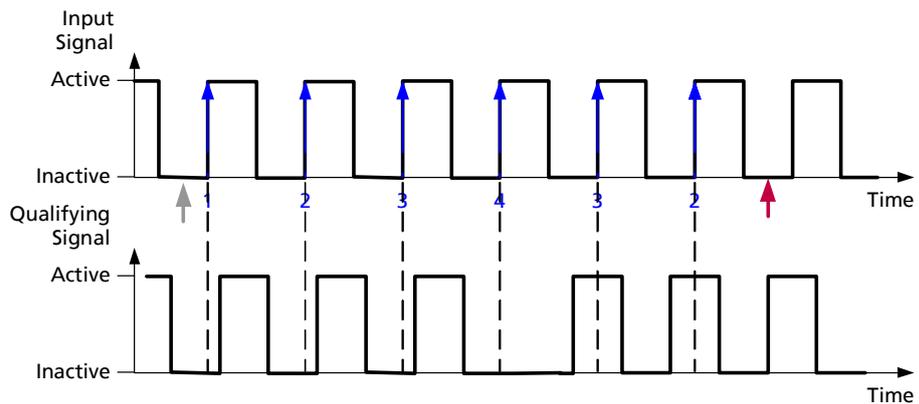
#### Zählermodus „X1“

Die ES441.1 ist im Zählermodus „X1“ als Vorwärts-/Rückwärtszähler mit Steuerung der Zählrichtung durch den Vergleich des Status der Signale am Messkanal und am qualifizierenden Kanal (Triggerkanal) konfiguriert. Am Messkanal werden die aktiv-inaktiven Flanken gezählt:

- Inkrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven Flanken am Messkanal und ungleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal,  
und
- Dekrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven Flanken am Messkanal und gleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Rücksetzen des Zählers).



**Abb. 5-18** Zählermodus X1

### Zählermodus „X2“

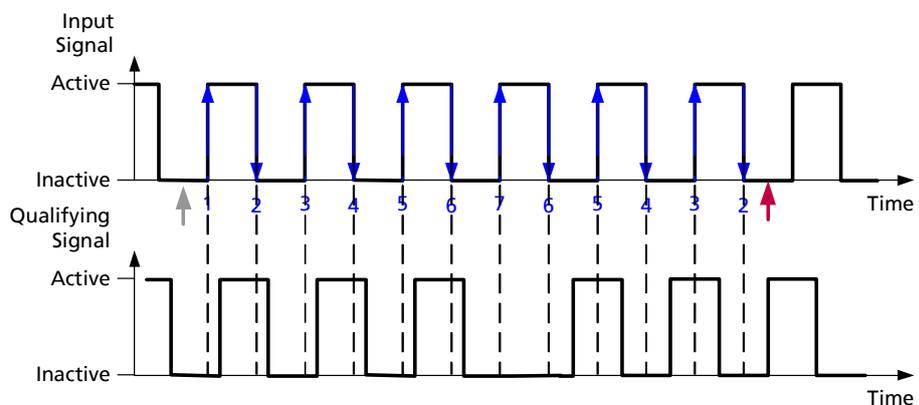
Die ES441.1 ist im Zählermodus „X2“ als Vorwärts-/Rückwärtszähler mit Steuerung der Zählrichtung durch den Vergleich des Status der Signale am Messkanal und am qualifizierenden Kanal (Triggerkanal) konfiguriert. Am Messkanal werden die inaktiv-aktiven und die aktiv-inaktiven Flanken gezählt:

- Inkrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven und aktiv-inaktiven Flanken am Messkanal und ungleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal,
- und
- Dekrementierung des Zählerstandes bei inaktiv-aktiven und aktiv-inaktiven Flanken am Messkanal und gleichem Status von Messkanal und qualifizierendem Kanal.

Die Phasendifferenz der Signale der beiden Kanäle bestimmt die Zählrichtung.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Rücksetzen des Zählers).



**Abb. 5-19** Zählermodus X2

## Zählermodus „X4“

Die ES441.1 ist im Zählermodus „X4“ als Vorwärts-/Rückwärtszähler konfiguriert, dessen Messkanal und dessen zugeordneter zweiter Kanal als gleichwertige Kanäle analysiert werden. Beide Flanken der Signale am Messkanal und am zugeordneten zweiten Kanal werden nach unterschiedlichen Regeln bewertet. Die Phasendifferenz der Signale der beiden Kanäle bestimmt die Zählrichtung.

Regeln für die Bewertung der Flanken des Signals am Messkanal:

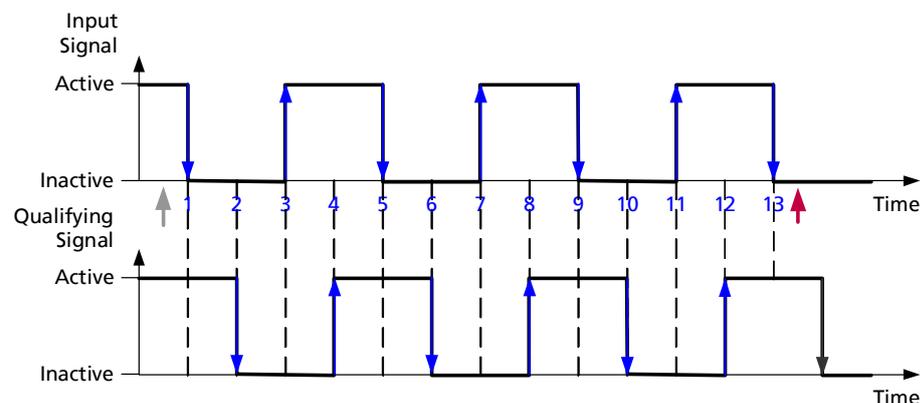
- Inkrementierung des Zählerstandes bei ungleichem Status der Flanken des Signals am Messkanal und des Status des Signals am qualifizierenden Kanal und
- Dekrementierung des Zählerstandes bei gleichem Status der Flanken des Signals am Messkanal und des Status des Signals am qualifizierenden Kanal.

Regeln für die Bewertung der Flanken des Signals am qualifizierenden Kanal:

- Inkrementierung des Zählerstandes bei gleichem Status der Flanken des Signals am qualifizierenden Kanal und des Status des Signals am Messkanal und
- Dekrementierung des Zählerstandes bei ungleichem Status der Flanken des Signals am qualifizierenden Kanal und des Status des Signals am Messkanal.

In der Applikationssoftware kann für diesen Zählermodus die Art des Rücksetzens des Zählers ausgewählt werden:

- Rücksetzen des Zählers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zähler im Free Running Mode (kein Rücksetzen des Zählers).



**Abb. 5-20** Zählermodus X4

Voraussetzungen für die Anwendung des Zählermodus X4:

- Das Signal am Messkanal und das Signal am qualifizierenden Kanal haben die gleiche Signalform und
- die Phasendifferenz zwischen beiden Signalen beträgt etwa ein Viertel der Periodendauer der Frequenz des Signals am Messkanal.

Vorteile des Zählermodus X4 im Vergleich zu den Zählermodi X1 und X2:

- höhere Auflösung des Zählergebnisses und

- höhere Genauigkeit des Zählergebnisses.

Anwendungsbeispiele für den Zählermodus X4:

- Erfassung der Daten von inkrementalen Messwertgebern (phasenverschobene Signale),
- Positionserfassung,
- Quadraturencoder/ Quadraturdecoder für Inkrementalgeber

## 5.8 Zeitmessung

---

### 5.8.1 Messverfahren

Die ES441.1 erfasst bei der Zeitmessung unabhängig von der in der Applikationssoftware ausgewählten Messgröße immer die aktive Zeit, die inaktive Zeit und die Periodendauer des Signals am Messkanal. Mit diesen Messwerten können die Signale in unterschiedlichen Zeiträumen vollständig bestimmt werden.

In der Applikationssoftware können für jeden Messkanal Parameter und Messverfahren für die Zeitmessung ausgewählt werden:

- Dauer des Zeitraums für die Messung,
- Auswertung des Signals am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen (ohne qualifizierendes Signal) oder
- Auswertung des Signals am Messkanal abhängig von einem beliebigen anderen Messkanal des Moduls, der dem Messkanal als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet wird.

### 5.8.2 Messverfahren ohne qualifizierendes Signal

Bei den Messverfahren ohne qualifizierendes Signal wird das Signal am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen für die Zeitmessung verwendet. Mit jedem Messkanal kann die aktive und/ oder die inaktive Zeitdauer des Eingangssignals bestimmt werden. Der Zeitraum für die Messung dieser Zeit wird in der Applikationssoftware konfiguriert. Die ES441.1 kann mit folgenden zeitgesteuerten Messverfahren aktive und inaktive Zeiten ermitteln:

- Messung während der letzten Periode,
- Messung während des letzten vollständigen Zyklus,
- Messung zwischen zwei Abtastpunkten und
- Messung bis zum letzten aktuellen Abtastzeitpunkt.

In der Applikationssoftware können für Messverfahren ohne qualifizierendes Signal folgende Betriebsarten für die Zeitmessung ausgewählt werden:

- Zurücksetzen des Timers nach jedem Abtastpunkt oder
- Zurücksetzen des Timers mit der in der Applikationssoftware ausgewählten Flanke des qualifizierenden Kanals oder
- Timer im Free Running Mode. Der Timer zählt ab dem Start der Messung, ohne während der Messung zurückgesetzt zu werden. Wird der Zählumfang (Überlauf) erreicht und die Messung ist noch nicht beendet, beginnt der Timer von vorn zu zählen. Der Überlauf des Timers erfolgt nach  $2^{32}$  zu zählenden Signalübergängen bzw. nach  $2^{32} * 20 \text{ ns} = 85,9 \text{ s}$ .

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele zur Ermittlung unterschiedlicher Zeitabschnitte vom Start der Messung bis zum aktuellen Abtastzeitpunkt aufsummiert ohne qualifizierendes Signal.

Messung der aktiven Zeit während der letzten Periode

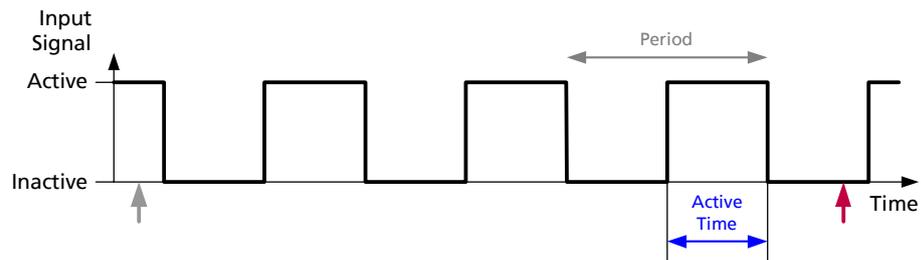


Abb. 5-21 Messung der aktiven Zeit während der letzten Periode

Messung der aktiven Zeit eines Zyklus

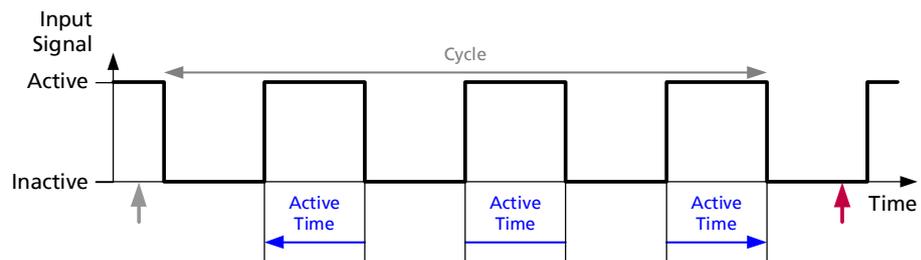


Abb. 5-22 Messung der aktiven Zeit eines Zyklus

Messung der aktiven Zeit zwischen zwei Abtastpunkten

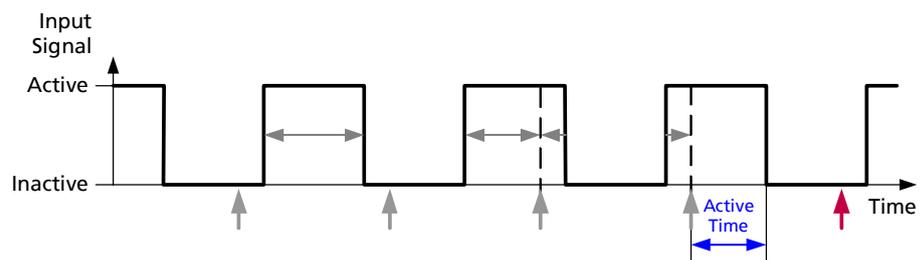


Abb. 5-23 Messung der aktiven Zeit zwischen zwei Abtastpunkten

Messung der aktiven Zeit bis zum letzten aktuellen Abtastzeitpunkt

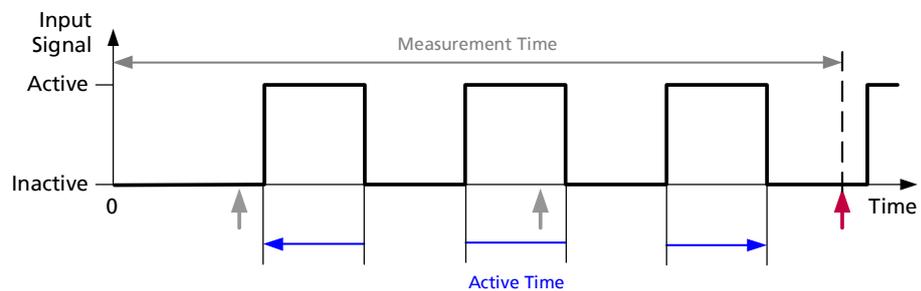
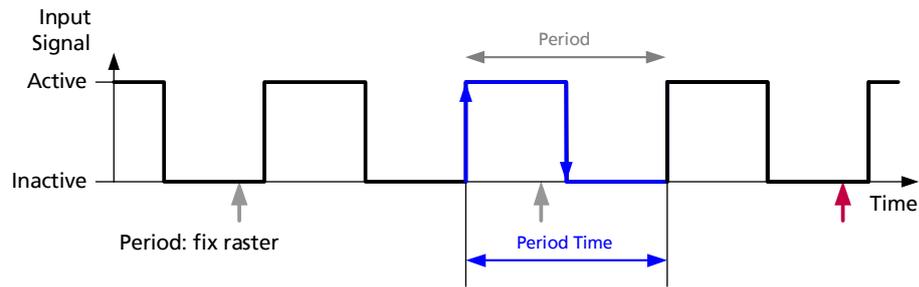


Abb. 5-24 Messung der aktiven Zeit bis zum letzten aktuellen Abtastzeitpunkt

Die Summe der aktiven Zeit kann über die gesamte Messzeit lückenlos ermittelt werden (siehe Abb. 5-24 auf Seite 52).

## Messung der Periodendauer



**Abb. 5-25** Messung der Periodendauer

Die Periodendauer wird durch die Messung der aktiven Zeit und der inaktiven Zeit ermittelt.

Die Messung der Periodendauer erfolgt entsprechend der Auswahl der Periode in der Applikationssoftware, d.h. ob die Periode mit einer inaktiv-aktiven Flanke oder mit einer aktiv-inaktiven Flanke beginnen soll (siehe Kapitel 5.2.4 auf Seite 35).

### 5.8.3 Messverfahren mit qualifizierendem Signal

Jedem Messkanal kann ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal zugeordnet werden. Abhängig von der Konfiguration in der Applikationssoftware wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und die Messung am zugeordneten Messkanal gesteuert. Dieses Messverfahren kann nur eingesetzt werden, wenn in der Applikationssoftware "Messung bis zum letzten aktuellen Abtastzeitpunkt" ausgewählt wird.

Mit dieser Zuordnung kann die ES441.1 mit folgenden zusätzlichen Messverfahren aktive und inaktive Zeiten ermitteln:

- „Window1“: Messung nur während aktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals,
- „Window2“: Messung nur während inaktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals.

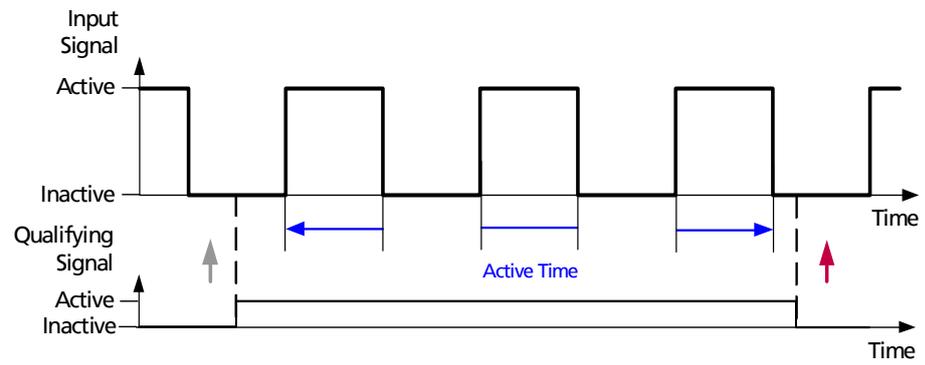
In der Applikationssoftware kann für Messverfahren mit qualifizierendem Signal für die Zeitmessung kein Rücksetzen des Timers ausgewählt werden.

#### INFO

Da die Flanken des Signals am Messkanal und des Signals am qualifizierenden Kanal nicht zwangsläufig zusammenfallen müssen, steht ein neuer Messwert erst dann zur Verfügung, wenn das durch das qualifizierende Signal definierte Fenster beendet wurde.

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel zur Ermittlung unterschiedlicher Zeitabschnitte mit qualifizierendem Signal.

Messung der aktiven Zeit mit qualifizierendem Signal



**Abb. 5-26** Messung der aktiven Zeit während aktivem qualifizierendem Signal

## 5.9 Frequenzmessung

---

Die ES441.1 erfasst bei der Frequenzmessung unabhängig von der in der Applikationssoftware ausgewählten Messgröße immer die Zeitdauer innerhalb einer Periode oder eines Zyklus des Signals am Messkanal.

Die direkt gemessene Periodendauer ist die Basis zur anschließenden Berechnung der Frequenz in der ES441.1:

$$f = 1 / T$$

Die rechnerisch ermittelten Größen sind mit einem zusätzlichen Rechenfehler verbunden, der an das Auflösungsvermögen der ES441.1 gekoppelt ist (siehe Kapitel 5.9.5 auf Seite 58).

### 5.9.1 Messverfahren

In der Applikationssoftware können für jeden Messkanal Parameter und Messverfahren für die Frequenzmessung ausgewählt werden:

- Dauer des Zeitraums für die Messung,
- Auswertung des Signals am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen (ohne qualifizierendes Signal) oder
- Auswertung des Signals am Messkanal abhängig von einem beliebigen anderen Messkanal des Moduls, der dem Messkanal als qualifizierender Kanal (Triggerkanal) zugeordnet wird.

### 5.9.2 Messverfahren ohne qualifizierendes Signal

Bei den Messverfahren ohne qualifizierendes Signal wird das Signal am Messkanal unabhängig von Signalen an anderen Messkanälen für die Frequenzmessung verwendet. Die von der ES441.1 zu messende Zeitdauer zur Ermittlung der Frequenz wird in der Applikationssoftware ausgewählt:

- Messung der Zeitdauer der letzten Periode oder
- Messung der Zeitdauer des letzten Zyklus.

Aus diesen Messungen werden die Frequenz und das Tastverhältnis berechnet.

Mit der Frequenz, ermittelt auf der Basis der Messung der Zeitdauer des letzten Zyklus, und der Anzahl der Perioden pro Zyklus kann die ES441.1 die Umdrehungen pro Minute (RPM) berechnen (siehe Beispiel in Kapitel 5.11 auf Seite 61).

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele zur Ermittlung von Frequenzen innerhalb unterschiedlicher Zeitabschnitte ohne qualifizierendes Signal.

### Frequenzmessung innerhalb der letzten Periode

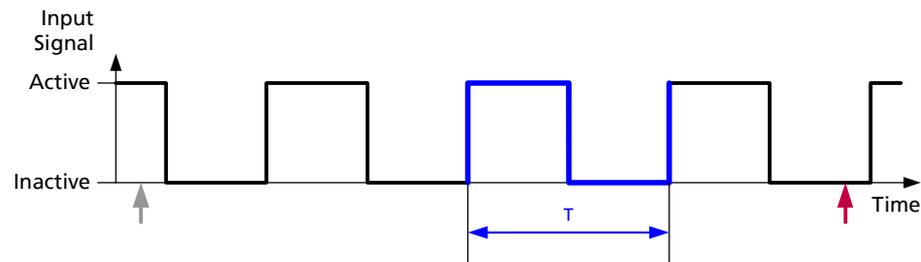


Abb. 5-27 Frequenzmessung innerhalb der letzten Periode

### Frequenzmessung innerhalb eines Zyklus

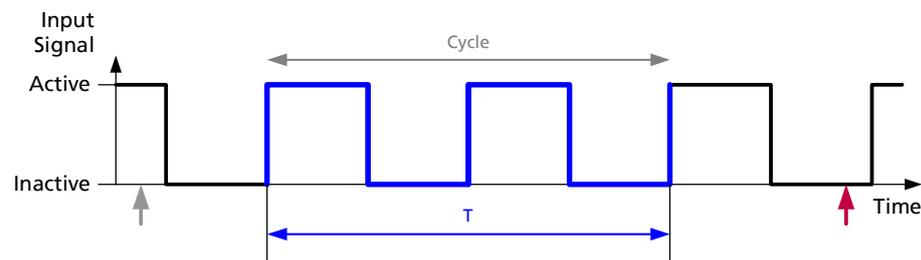


Abb. 5-28 Frequenzmessung innerhalb eines Zyklus

## 5.9.3 Messverfahren mit qualifizierendem Signal

Jedem Messkanal kann ein beliebiger anderer Messkanal des Moduls als qualifizierender Kanal zugeordnet werden. Abhängig von der Konfiguration in der Applikationssoftware wird das Eingangssignal des qualifizierenden Kanals bewertet und das Vorzeichen der Frequenz des Signals am Messkanal bestimmt.

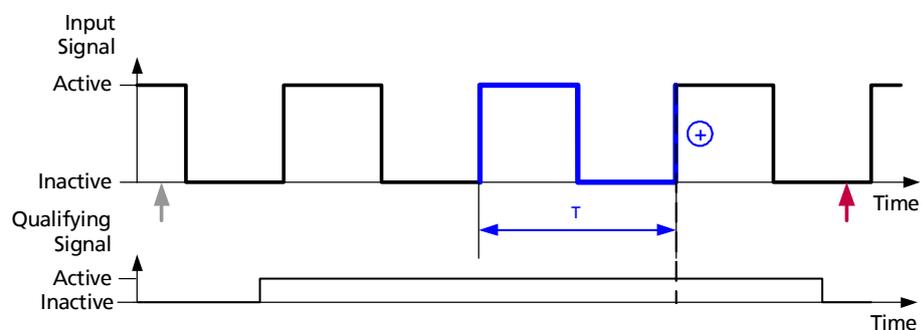
Diese Messverfahren der ES441.1 in der Funktion Frequenz können in vier Gruppen zusammengefasst werden:

- „Sign1“: Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes durch Bewertung des Status des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „+“ während aktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „-“ während inaktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals
- „Sign2“: Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes durch Bewertung des Status des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „-“ während aktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „+“ während inaktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals
- „Sign3“: Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes durch Vergleich der Flanken des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „+“ während gleichem Status des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals

- Zuordnung des Vorzeichens „-“ während ungleichem Status des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals.
- „Sign4“: Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes durch Vergleich der Flanken des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „-“ während gleichem Status des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals
  - Zuordnung des Vorzeichens „+“ während ungleichem Status des Signals am Messkanal und des Signals des qualifizierenden Kanals.

Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele zum Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes abhängig von einem qualifizierenden Signal.

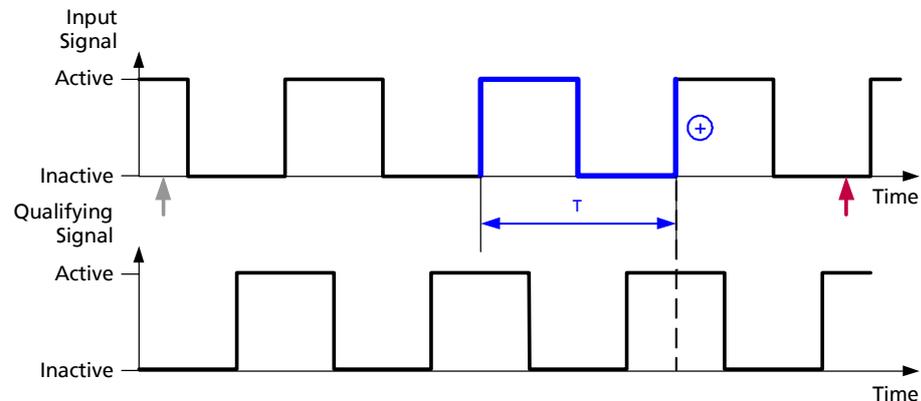
### Vorzeichenzuordnung durch den Status des qualifizierenden Signals



**Abb. 5-29** Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes während aktivem Status des qualifizierenden Signals

Der Status des Signals am qualifizierenden Kanal wird bewertet. Die ES441.1 wurde im Beispiel (siehe Abb. 5-29 auf Seite 57) in der Applikationssoftware so konfiguriert, daß während aktivem Status des Signals des qualifizierenden Kanals das Vorzeichen des ermittelten Frequenzwertes auf „+“ gesetzt wird.

## Vorzeichenzuordnung durch den Vergleich des Status des Signals am Messkanal mit dem Status des qualifizierenden Signals



**Abb. 5-30** Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes während gleichem Status der Signale am Messkanal und am qualifizierenden Kanal

Der Status des Signals am Messkanal und der Status des Signals des qualifizierenden Kanals werden verglichen. Die ES441.1 wurde im Beispiel (siehe Abb. 5-30 auf Seite 58) in der Applikationssoftware so konfiguriert, daß während gleichem Status der Signale am Messkanal und am qualifizierenden Kanal das Vorzeichen des ermittelten Frequenzwertes auf „+“ gesetzt wird.

### 5.9.4 Messung des Tastverhältnisses

Das Tastverhältnis gibt das Verhältnis der Länge des aktiven Zustands (Impulsdauer) zur Periodendauer des digitalen Signals an.

Berechnung des Tastverhältnisses:

$$\text{Tastverhältnis} = \text{aktive Zeit} / (\text{aktive Zeit} + \text{inaktive Zeit}) \text{ in } \%$$

Das Tastverhältnis wird aus der Zeitmessung der aktiven und inaktiven Zeit als Quotient der aktiven und der inaktiven Zeit während einer Periode ermittelt.

### 5.9.5 Messgenauigkeit

#### Theoretischer Fehler bei der Frequenzmessung

Die ES441.1 misst die Periodendauer mit der Genauigkeit der internen Zeitbasis von 20 ns. Die zu ermittelnde Frequenz wird berechnet und entspricht dem reziproken Wert der Periodendauer:

$$f = 1 / T.$$

Bedingt durch die Integerdivision im ES441 Modul wird das Ergebnis der Frequenzmessung als Integerwert mit einer Auflösung von 0,02 Hz ausgegeben (Quantisierung). Der Jitter der internen Zeitbasis ist vernachlässigbar und wird bei der Betrachtung des Messfehlers ausgeschlossen.

Mit der Frequenz  $f$  und  $n$  Perioden je Zyklus gilt:

$$x = f / n$$

Damit beträgt der theoretische Fehler  $e(x)$ :

$$e(x) = x \cdot 20 \text{ ns} + 0,02 \text{ Hz} / x$$

Bei niedrigen zu messenden Frequenzen wird die Messgenauigkeit hauptsächlich vom Fehler der Integerdivision bestimmt. Bei hohen zu messenden Frequenzen hat die Auflösung der internen Zeitbasis der ES441.1 größeren Einfluß auf die Messgenauigkeit.

### Erhöhung der Messgenauigkeit bei niedrigen Frequenzen

Bei der Ermittlung niedriger Frequenzen kann das Ergebnis durch die Integerberechnungen fehlerbehaftet sein. Dieser Fehler kann durch Messen der Periodendauer anstelle der Frequenz und Berechnung des reziproken Wertes in der Applikationssoftware auf dem PC (entweder als Formel in der A2L-Datei oder als berechnetes Signal) vermieden werden.

- Vorteil des Verfahrens:
  - kein zusätzlicher Fehler durch die Integerdivision
- Nachteile des Verfahrens:
  - eine mögliche Division durch Null in der Applikationssoftware muß berücksichtigt werden,
  - die Funktion Timeout ist für die Frequenz nicht verfügbar.

### Erhöhung der Messgenauigkeit bei hohen Frequenzen

Bei der Ermittlung hoher Frequenzen kann das Ergebnis durch Messfehler bei der Ermittlung der Periodendauer durch die interne Zeitbasis fehlerbehaftet sein. Dieser Fehler kann vermieden bzw. verringert werden, wenn die Frequenz anstelle über die Periodendauer über einen Zyklus gemessen wird. Der Fehleranteil der internen Zeitbasis am Messfehler verteilt sich dann auf die n Perioden des Zyklus.

Beim Messen eines Zyklus der Frequenz  $f_c$  mit n Perioden anstelle einer Periode der Frequenz  $f_p$  gilt für das Messergebnis:

$$f_p = n \cdot f_c$$



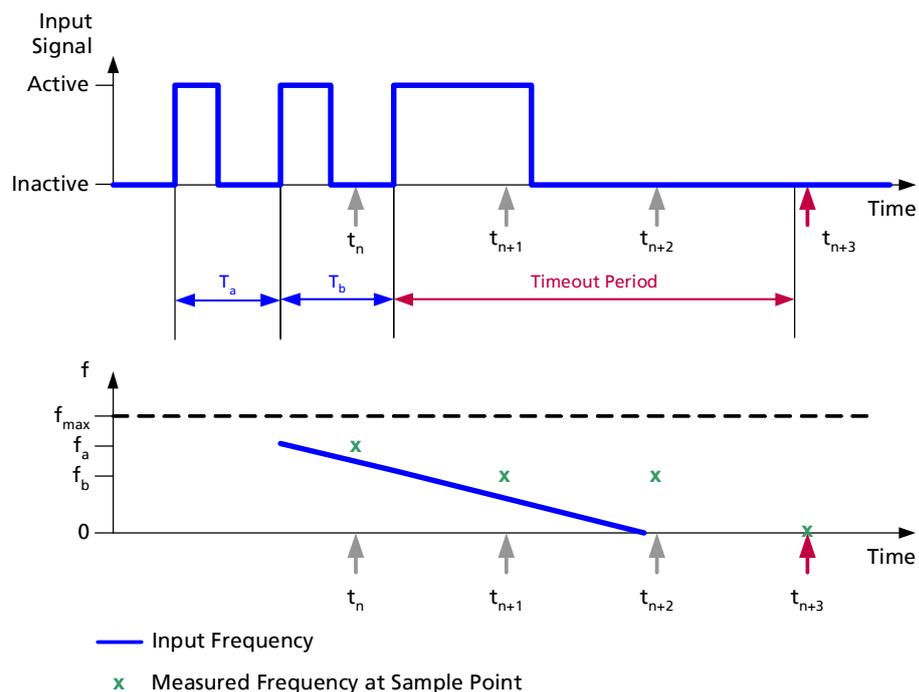
#### INFO

Der Messfehler kann bei der Messung sehr hoher Frequenzen bzw. sehr kurzer Perioden sehr hoch sein, da die Periodendauer des zu messenden Signals und die Auflösung der internen Zeitbasis der ES441.1 vergleichbarer Größenordnung sind. Deshalb sollte bei hohen Frequenzen die Frequenz über die Zyklusdauer und nicht über die Periodendauer bestimmt werden.

## 5.10 Timeout (Überwachung des Eingangssignals)

Die Funktion Timeout ermöglicht eine Überwachung der Signale an den Eingangskanälen. Diese Zeit ist in der Applikationssoftware für jeden Messkanal getrennt konfigurierbar.

Es wird geprüft, ob innerhalb dieses Zeitraums mindestens ein Signalwechsel erfolgt. Bleiben die Signalwechsel aus, können keine neuen Messwerte ermittelt werden. Abhängig von der aktivierten Messfunktion ordnet die ES441.1 mit der Funktion Timeout allen zeitlich folgenden Abtastwerten fest definierte Werte zu. Sie werden bei der nächsten Abtastung an das Applikationsprogramm übermittelt. Diese Werte sind passend zur Messfunktion festgelegt.



**Abb. 5-31** Timeout

Ist der Timeout der ES441.1 abgelaufen, werden

- die gemessene Frequenz (Umdrehungen/min, Geschwindigkeit, Durchfluß, ...) auf Null gesetzt,
- das Tastverhältnis abhängig vom Status auf 0% oder 100% gesetzt,
- die aktive und die inaktive Zeit bei Messungen des Status, der Periodendauer oder von Zyklen auf Null gesetzt und
- die Periodendauer auf Null gesetzt.

Frequenzen, deren Periodendauer das gewählte Timeout übersteigt, können nicht gemessen werden.

Die Funktion Timeout wird auch verwendet, wenn das Eingangssignal außerhalb des Messbereiches der ES441.1 liegt.

### Beispiel: Frequenzmessung nahe Null

Erfolgt in der Messfunktion Frequenzmessung keine Änderung des Eingangssignals nach Ablauf des Timeouts, wird der Messwert auf  $f = 0$  Hz festgelegt.

## 5.11 Beispiel

Im Automotivbereich ist die Messung der Drehzahl von Rädern, Getrieben, Lüftern, Wasserpumpen, Turbinen entscheidend, um beispielsweise die Fahrzeuggeschwindigkeit oder den Durchfluß bestimmen zu können.

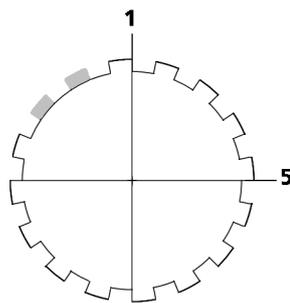
Für die Ermittlung der Drehzahl in Umdrehung/Minute wird eine erweiterte Konfiguration der Anzahl der Perioden pro Umdrehung erforderlich.

### Anwendung

Ein auf der Kurbelwelle montiertes Drehzahlgeberrad mit 60-2 Zähnen liefert über einen Sensor ein periodisch strukturiertes Signalmuster. Die Anzahl der Umdrehungen pro Zeiteinheit ist ein Maß für die Geschwindigkeit des Rades. Dieses Rad mit der 60er-Teilung besitzt üblicherweise 58 Zähne. Die Position der beiden fehlenden Zähne definiert die Bezugsmarke für die Stellung der Kurbelwelle. Eine Umdrehung des Rades wird durch einen Zyklus beschrieben, der aus  $60-2=58$  Perioden besteht.

### Vereinfachtes Beispiel

Das Konfigurationsprinzip wird an folgendem vereinfachten Beispiel demonstriert.



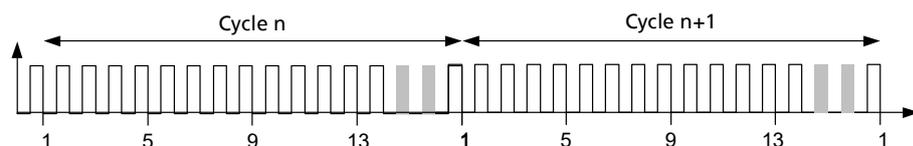
**Abb. 5-32** 16-2 „Drehzahlgeberrad“

Um mit der ES441.1 eine Drehzahl bestimmen zu können, muß in der Konfigurationssoftware ein Zyklus definiert werden., z.B.:

$$1 \text{ Umdrehung} = 1 \text{ Zyklus} = (16-2) \text{ Perioden} = 14 \text{ Perioden}$$

Das Modul zählt immer vollständige Zyklen. Das Ergebnis ist eine Frequenz bzw. Anzahl Umdrehungen pro Minute.

Mit diesem Verfahren kann mit periodischen Eingangssignalen die durchschnittliche Drehzahl bestimmt werden.



**Abb. 5-33** Prinzip des Eingangssignals eines „Drehzahlgeberrads“

Jeder Zyklus des Beispiels hat 14 Perioden (siehe Abb. 5-33 auf Seite 61). Ein Zyklus kann einer vollen Umdrehung oder einem Abschnitt zugeordnet werden. Das Messergebnis ist unabhängig vom Beginn des Zyklus.

## 6 Inbetriebnahme

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Allgemeine Einbauempfehlungen" auf Seite 62
- "Montage" auf Seite 63
- "Bohrschablone" auf Seite 77
- "Applikationen" auf Seite 78
- "Verkabelungsbeispiele" auf Seite 80
- "Verkabelung" auf Seite 85

### 6.1 Allgemeine Einbauempfehlungen

---

#### 6.1.1 Montageumgebung und Bauteile zur Befestigung



#### **VORSICHT**

##### **Beschädigung oder Zerstörung des Moduls möglich.**

Die Module der ES400-Baureihe sind nur für die Montage und den Betrieb an Bauteilen oder an Orten zugelassen, die während ihres Betriebes die Einhaltung der technischen Daten der Module (siehe Kapitel 8 auf Seite 98) gewährleisten.

Beachten Sie für den Betrieb die technischen Daten der Module, wie z.B.:

- die Vibrationsfestigkeit der Module (Module beispielsweise nur an gefederten Massen, nicht jedoch an Radaufhängungen oder direkt am Motor montieren)
- die Temperaturfestigkeit der Module (Module beispielsweise nicht an Motor, Turbolader, Auspuffkrümmer oder deren Umgebung montieren)

#### 6.1.2 Potentialausgleich im Fahrzeug und Montage der Module



#### **VORSICHT**

##### **Potentialausgleich im Fahrzeug über den Schirm der Ethernetverbindungskabel der Module möglich!**

Montieren Sie die Module nur an Bauteile mit gleichem elektrischen Potential oder isolieren Sie die Module von den Bauteilen.

#### 6.1.3 Gewährleistung der Eigenschaften nach IP67

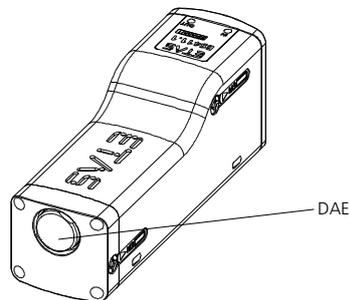


#### **VORSICHT**

##### **Verlust der Eigenschaften nach IP67 möglich!**

Stehendes Wasser am DAE beschädigt die Membran!  
Bei senkrechtem Einbau des Moduls Einbaurichtung beachten!

An Einbauorten, an denen sich Wasser oder andere Flüssigkeiten auf den ES400-Modulen sammeln könnten, sind die Module so einzubauen, dass das (schwarze) Druckausgleichselement (DAE) an der Rückseite der Module nicht nach oben zeigt bzw. dass Flüssigkeiten dort ablaufen können.

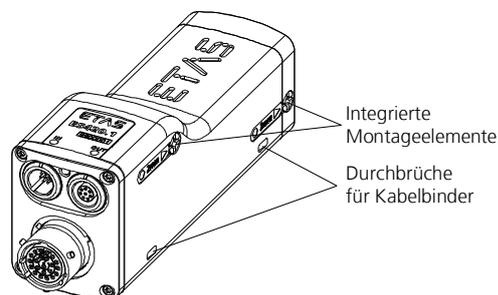


**Abb. 6-1** Lage des Druckausgleichselements

Stehende bzw. nicht ablaufende Flüssigkeiten auf dem DAE können dauerhaft die Membran beschädigen. Das Modul verliert die Eigenschaften nach IP67.

## 6.2 Montage

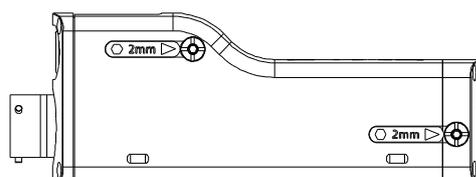
### 6.2.1 Verbindungs- und Befestigungsmöglichkeiten von ES400-Modulen



**Abb. 6-2** Befestigungsmöglichkeiten an den ES400-Modulen

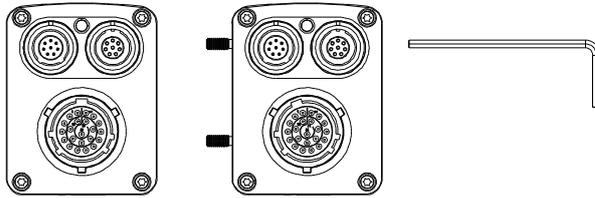
#### Integrierte Montageelemente

Jedes ES400-Modul verfügt über zwei integrierte Montageelemente für unterschiedliche Anbaumöglichkeiten. Werden mehrere Module an einer Stelle benötigt, können sie schnell und ohne zusätzliche Teile mit den integrierten Montageelementen zu einem Messgeräteblock verbunden werden (Kaskadierung). Die beiden integrierten Montageelemente bieten zusätzlich die Möglichkeit, die Module direkt mit anderen Bauteilen (Karosserieteile, Aggregate) zu verschrauben.



**Abb. 6-3** Zugang zu den integrierten Montageelementen

Die integrierten Montageelemente eines Moduls können Sie über die beiden gekennzeichneten Bohrungen (siehe Abb. 6-3 auf Seite 63) an der rechten Modulseite erreichen und betätigen.



**Abb. 6-4** Herausgeschraubte integrierte Montageelemente

### Durchbrüche für Kabelbinder

An der rechten und der linken Unterseite der Module sind je zwei Durchbrüche für die Befestigung an anderen Bauteilen mit Kabelbindern vorhanden.

### Montagebeispiele

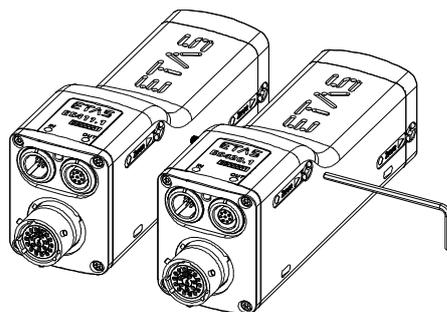
Beispiele für die Montage unter Nutzung der unterschiedlichen Verbindungs- und Befestigungsmöglichkeiten von ES400-Modulen sind:

- ES400-Module mit den integrierten Montageelementen verbinden (kaskadieren)
- ES400-Module mit den integrierten Montageelementen befestigen:
  - an Hutschienen mit ES4xx-Haltewinkeln (links)
  - an anderen Bauteilen
- ES400-Module mit Schrauben befestigen:
  - an Hutschienen mit ES4xx-Haltewinkeln (rechts)
  - an anderen Bauteilen
- ES400-Module mit Kabelbindern befestigen:
  - an Hutschienen mit ES4xx-Haltewinkeln (links)
  - an Hutschienen mit ES4xx-Haltewinkeln (rechts)
  - an anderen Bauteilen

## 6.2.2 Mehrere ES400-Module mechanisch verbinden

Mit den integrierten Montageelementen der ES400-Module können Sie beliebige ES400-Module miteinander verbinden.

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie die ES400-Module mit Hilfe der integrierten Montageelemente.



**Abb. 6-5** ES400-Module mit den integrierten Montageelementen verbinden

## Regeln zum Verbinden der Module

Damit Sie die Module in der gewünschten Anordnung verbinden können, beachten Sie folgende Regeln:

### INFO

Die beiden integrierten Montageelemente sind nur von der rechten Seite des Moduls zugänglich und mit einem Inbusschlüssel drehbar. Sie müssen deshalb zum Verbinden der Module grundsätzlich das rechts stehende Modul an das links daneben stehende Modul schrauben. Nur an die rechte Seite dieses Modulblocks können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben. Beachten Sie die so vorgegebene Reihenfolge beim Aufbau von Modulblöcken.

## Vorbereiten der Module

### Die Module positionieren:

1. Stellen Sie die zu verbindenden Module in der gewünschten Reihenfolge auf.

### INFO

Die Anschlüsse beider Module müssen nach links zeigen.

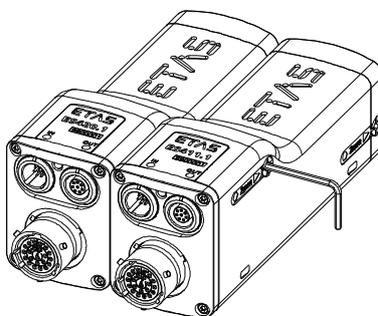
2. Positionieren Sie die Module so, dass deren Frontflächen in einer Linie stehen.
3. Halten Sie die beiden zusammengestellten Module an ihren äußeren Seitenflächen fest zusammen.

## Verbinden der Module

Zum Verbinden mehrerer ES400-Module benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

### Die Module verbinden:

1. Stecken Sie den Inbusschlüssel in einen Innensechskant auf der rechten Seite des rechten Moduls.



**Abb. 6-6** Miteinander verbundene ES400-Module

2. Verschrauben Sie beide Module durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.

**INFO**

Verschrauben Sie die beiden Module, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Module sind jetzt mechanisch an einer Seite verbunden.

3. Stecken Sie den Inbusschlüssel in den anderen Innensechskant des rechten Moduls.
4. Verschrauben Sie beide Module durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.

**INFO**

Verschrauben Sie die beiden Module, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Module sind jetzt mechanisch vollständig verbunden.

## Verbinden mit weiteren Modulen

**INFO**

Nur an die rechte Seite dieses Moduls können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben.

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit weiteren Modulen benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

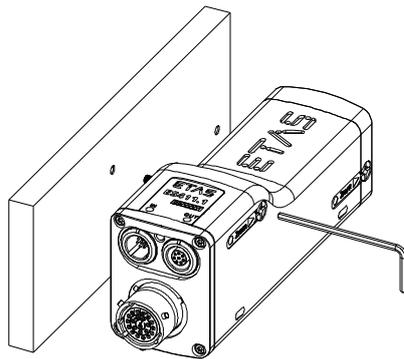
### Mit weiteren Modulen verbinden:

1. Montieren Sie weitere Module nach dem Verfahren, das in Kapitel 6.2.2 auf Seite 64 beschrieben ist.

## 6.2.3 ES400-Module an anderen Bauteilen mit den integrierten Montageelementen befestigen

Mit den integrierten Montageelementen der ES400-Module können Sie die Module nicht nur miteinander, sondern auch mit anderen Bauteilen verbinden.

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul mit dem Bauteil mit Hilfe der integrierten Montageelemente. Die Verschraubung erfolgt nach dem Prinzip der Verbindung mehrerer Module.



**Abb. 6-7** Befestigung an anderen Bauteilen mit den integrierten Montageelementen

### Regeln zum Befestigen der Module an anderen Bauteilen

Damit Sie die Module in der gewünschten Anordnung an anderen Bauteilen befestigen können, beachten Sie folgende Regeln:

#### INFO

Die beiden integrierten Montageelemente sind nur von der rechten Seite des Moduls zugänglich und mit einem Inbusschlüssel drehbar.

Sie müssen deshalb grundsätzlich das Modul von rechts an das andere Bauteil schrauben.

Nur an die rechte Seite dieses Moduls können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben.

### Vorbereiten des Bauteils

#### Die Gewinde im Bauteil schneiden:

1. Schneiden Sie in das gewählte Bauteil zwei Gewinde M3.

Die Gewinde sollten 8 mm tief geschnitten sein..

#### INFO

Verwenden Sie zur Vorbereitung des Bauteils die Bohrschablone (siehe Abb. 6-13 auf Seite 77).

### Verbinden des Moduls mit dem Bauteil

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit dem Bauteil benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

#### Das Modul und das Bauteil verbinden:

1. Positionieren Sie das Modul rechts vom anderen Bauteil.
2. Richten Sie die integrierten Montageelemente des Moduls zu den Bohrungen aus.
3. Stecken Sie den Inbusschlüssel in einen Innensechskant auf der rechten Seite des Moduls.

4. Verschrauben Sie beide Teile durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.

**i** **INFO**

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch an einer Seite verbunden.

5. Stecken Sie den Inbusschlüssel in den anderen Innensechskant des Moduls.
6. Verschrauben Sie beide Teile durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.

**i** **INFO**

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch vollständig verbunden.

## Verbinden mit weiteren Modulen

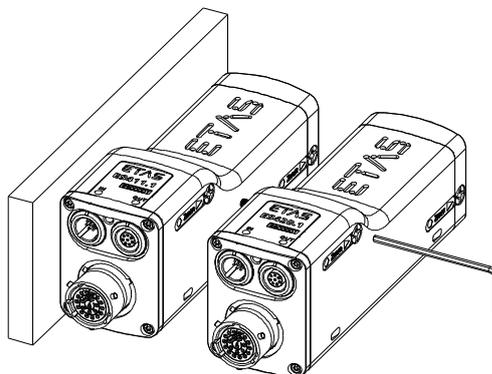
**i** **INFO**

Nur an die rechte Seite dieses Moduls können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben.

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit weiteren Modulen benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

### Mit weiteren Modulen verbinden:

1. Montieren Sie weitere Module nach dem in Kapitel 6.2.2 auf Seite 64 beschriebenen Verfahren.



**Abb. 6-8** Verbinden mit weiteren Modulen

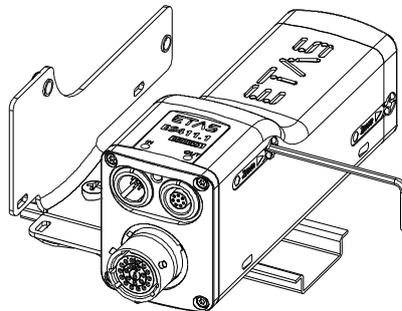
## 6.2.4 ES400-Module an Hutschienen mit den integrierten Montageelementen befestigen

Mit den integrierten Montageelementen der ES400-Module können Sie die Module nicht nur miteinander, sondern auch mit Hutschienen verbinden.

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul mit der Hutschiene mit Hilfe eines ES4xx-Haltewinkels (links). Die Verschraubung erfolgt nach dem Prinzip der Verbindung mehrerer Module.

Befestigen Sie ES400-Module an Hutschienen mit den integrierten Montageelementen in folgenden Schritten:

1. Verbinden Sie das Modul mit dem ES4xx-Haltewinkel (links).
2. Verbinden Sie das Modul mit weiteren Modulen (bei Bedarf).
3. Verbinden Sie den ES4xx-Haltewinkel mit der Hutschiene.



**Abb. 6-9** Befestigung an einem ES4xx-Haltewinkel (links) mit den integrierten Montageelementen

### Regeln zum Befestigen der Module an Hutschienen mit dem ES4xx-Haltewinkel (links)

Damit Sie die Module in der gewünschten Anordnung mit dem ES4xx-Haltewinkel (links) an Hutschienen befestigen können, beachten Sie folgende Regeln:

#### INFO

Die beiden integrierten Montageelemente sind nur von der rechten Seite des Moduls zugänglich und mit einem Inbusschlüssel drehbar.

Sie müssen deshalb grundsätzlich das Modul von rechts an den ES4xx-Haltewinkel (links) schrauben.

Nur an die rechte Seite dieses Moduls können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben.

### Verbinden des Moduls mit dem ES4xx-Haltewinkel (links)

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit dem ES4xx-Haltewinkel (links) benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

#### Das Modul und den ES4xx-Haltewinkel (links) verbinden:

1. Positionieren Sie das Modul rechts vom ES4xx-Haltewinkel (links).
2. Richten Sie die integrierten Montageelemente des Moduls zu den Bohrungen aus.
3. Stecken Sie den Inbusschlüssel in einen Innensechskant auf der rechten Seite des Moduls.
4. Verschrauben Sie beide Teile durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.



#### INFO

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch an einer Seite verbunden.

5. Stecken Sie den Inbusschlüssel in den anderen Innensechskant des Moduls.
6. Verschrauben Sie beide Teile durch Drehung am Inbusschlüssel im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.



#### INFO

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch vollständig verbunden.

### Verbinden mit weiteren Modulen



#### INFO

Nur an die rechte Seite dieses Moduls können Sie nacheinander weitere Module, jedoch keine Modulblöcke, schrauben.

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit weiteren Modulen benötigen Sie einen 2 mm Inbusschlüssel (Mindestlänge 20 mm).

#### Mit weiteren Modulen verbinden:

1. Montieren Sie weitere Module nach dem Verfahren, das in Kapitel 6.2.2 auf Seite 64 beschrieben ist.

## Verbinden des ES4xx-Haltewinkels mit der Hutschiene

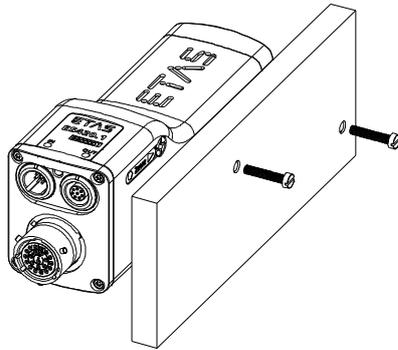
### Den ES4xx-Haltewinkel (links) mit der Hutschiene verbinden

1. Setzen Sie den ES4xx-Haltewinkel auf die Hutschiene auf.
2. Hängen Sie die Haken des ES4xx-Haltewinkels in den oberen Teil der Hutschiene ein.
3. Rasten Sie den ES4xx-Haltewinkel durch Drücken auf den ES4xx-Haltewinkel bzw. das Modul in die Hutschiene ein.

Das mit dem ES4xx-Haltewinkel verbundene Modul ist an der Hutschiene befestigt.

### 6.2.5 ES400-Module an anderen Bauteilen mit Schrauben befestigen

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul mit dem Bauteil mit Hilfe zweier zusätzlicher, durch die Bohrungen des Bauteils gesteckter Schrauben M3. Die integrierten Montageelemente des Moduls werden nicht verwendet.



**Abb. 6-10** Befestigung an anderen Bauteilen mit zusätzlichen Schrauben

#### Regeln zum Befestigen der Module an anderen Bauteilen

Damit Sie die Module in der gewünschten Anordnung an anderen Bauteilen befestigen können, beachten Sie folgende Regeln:

#### INFO

Die beiden integrierten Gewindebohrungen im Modul zur Aufnahme der Schrauben sind nur von der rechten Seite des Moduls zugänglich.

Sie müssen deshalb grundsätzlich das andere Bauteil von rechts an das Modul schrauben.

Ist das Modul mit dem anderen Bauteil verschraubt, können Sie keine weiteren Module mehr mit diesem Modul verschrauben.

## Vorbereiten des Bauteils



### INFO

Der Zapfen des integrierten Montageelementes kann etwa 6 mm aus dem Modul herausgedreht werden.

### Die Durchgangsbohrungen im Bauteil bohren:

1. Bohren Sie in das gewählte Bauteil zwei Durchgangsbohrungen.



### INFO

Verwenden Sie zur Vorbereitung des Bauteils die Bohrschablone (siehe Abb. 6-13 auf Seite 77).

## Verbinden des Moduls mit dem Bauteil

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit dem Bauteil benötigen Sie zwei Schrauben M3 und einen Schraubendreher.

### Das Modul und das Bauteil verbinden:

1. Positionieren Sie das Modul links vom anderen Bauteil.
2. Richten Sie die Gewindebohrungen der integrierten Montageelemente auf der rechten Seite des Moduls zu den Durchgangsbohrungen des Bauteils aus.
3. Stecken Sie die eine Schraube durch eine Bohrung des Bauteils.
4. Verschrauben Sie die Schraube von der rechten Bauteilseite aus mit dem Modul.



### INFO

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch an einer Seite verbunden.

5. Stecken Sie die andere Schraube durch die andere Bohrung des Bauteils.
6. Verschrauben Sie die Schraube von der rechten Bauteilseite aus mit dem Modul.



### INFO

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch vollständig verbunden.

## Verbinden mit weiteren Modulen

### INFO

Ist ein Modul mit dem anderen Bauteil verschraubt, können Sie keine weiteren Module an diese Modul-Bauteil-Verbindung schrauben.

Sie können mehrere ES400-Module mit der in diesem Kapitel beschriebenen Verbindungsart am anderen Bauteil befestigen, wenn Sie zuerst alle anzubauenden Module Schritt für Schritt miteinander verbinden (siehe Kapitel 6.2.2). Das am weitesten rechts stehende Modul des Modulblocks wird anschließend wie ein einzelnes Modul mit Schrauben am anderen Bauteil befestigt.

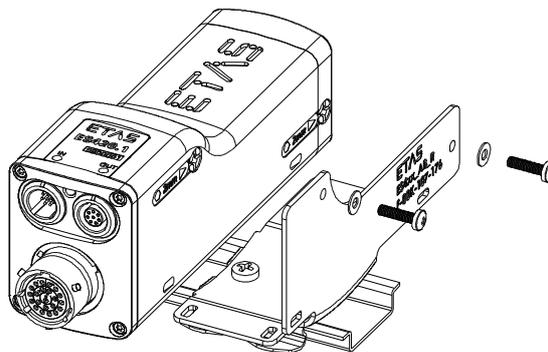
### 6.2.6 ES400-Module an Hutschienen mit Schrauben befestigen

Mit den integrierten Montageelementen der ES400-Module können Sie die Module nicht nur miteinander, sondern auch mit Hutschienen verbinden.

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul mit der Hutschiene mit Hilfe eines ES4xx-Haltewinkels (rechts) und zweier zusätzlicher, durch dessen Bohrungen gesteckter Schrauben M3. Die integrierten Montageelemente des Moduls werden nicht verwendet.

Befestigen Sie ES400-Module an Hutschienen mit den integrierten Montageelementen in folgenden Schritten:

1. Verbinden Sie das Modul mit weiteren Modulen (bei Bedarf).
2. Verbinden Sie das Modul mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts).
3. Verbinden Sie den ES4xx-Haltewinkels mit der Hutschiene.



**Abb. 6-11** Befestigung an Hutschienen mit zusätzlichen Schrauben

## Regeln zum Befestigen der Module an Hutschienen mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts)

Damit Sie die Module in der gewünschten Anordnung mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts) an Hutschienen befestigen können, beachten Sie folgende Regeln:

### INFO

Die beiden integrierten Gewindebohrungen im Modul zur Aufnahme der Schrauben sind nur von der rechten Seite des Moduls zugänglich.

Sie müssen deshalb grundsätzlich den ES4xx-Haltewinkel (rechts) von rechts an das Modul schrauben.

Ist das Modul mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts) verschraubt, können Sie keine weiteren Module mehr mit diesem Modul verschrauben.

## Vorbereiten des Bauteils

### INFO

Der Zapfen des integrierten Montageelementes kann etwa 6 mm aus dem Modul herausgedreht werden.

## Verbinden des Moduls mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts)

Zum Verbinden des ES400-Moduls mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts) benötigen Sie zwei Schrauben M3, zwei Unterlegscheiben und einen Schraubendreher.

### Das Modul und den ES4xx-Haltewinkel (rechts) verbinden:

1. Positionieren Sie das Modul links vom ES4xx-Haltewinkel (rechts).
2. Richten Sie die Gewindebohrungen der integrierten Montageelemente auf der rechten Seite des Moduls zu den Durchgangsbohrungen des ES4xx-Haltewinkels (rechts) aus.
3. Stecken Sie die eine Schraube durch eine Bohrung des ES4xx-Haltewinkels (rechts).
4. Verschrauben Sie die Schraube von der rechten Seite des ES4xx-Haltewinkels aus mit dem Modul.

### INFO

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch an einer Seite verbunden.

5. Stecken Sie die andere Schraube durch die andere Bohrung des ES4xx-Haltewinkels (rechts).

- Verschrauben Sie die Schraube von der rechten Seite des ES4xx-Haltewinkels aus mit dem Modul.

**INFO**

Verschrauben Sie die beiden Teile, ohne deren Gewinde zu verkanten!

Beide Teile sind jetzt mechanisch vollständig verbunden.

### Verbinden mit weiteren Modulen

**INFO**

Ist ein Modul mit dem anderen Bauteil verschraubt, können Sie keine weiteren Module an diese Modul-Bauteil-Verbindung schrauben.

Sie können mehrere ES400-Module mit der in diesem Kapitel beschriebenen Verbindungsart am anderen Bauteil befestigen, wenn Sie zuerst alle anzubauenden Module Schritt für Schritt miteinander verbinden (siehe Kapitel 6.2.2). Das am weitesten rechts stehende Modul des Modulblocks wird anschließend wie ein einzelnes Modul mit dem ES4xx-Haltewinkel (rechts) und Schrauben an der Hutschiene befestigt.

### Verbinden des ES4xx-Haltewinkels mit der Hutschiene

#### Den ES4xx-Haltewinkel (rechts) mit der Hutschiene verbinden

- Setzen Sie den ES4xx-Haltewinkel auf die Hutschiene auf.
- Hängen Sie die Haken des ES4xx-Haltewinkels in den oberen Teil der Hutschiene ein.
- Rasten Sie den ES4xx-Haltewinkel durch Drücken auf den ES4xx-Haltewinkel bzw. das Modul in die Hutschiene ein.

Das mit dem ES4xx-Haltewinkel verbundene Modul ist an der Hutschiene befestigt.

### 6.2.7 ES400-Module mit Kabelbindern befestigen



**Abb. 6-12** Durchbrüche für Kabelbinder an ES400-Modulen

An der rechten und der linken Unterseite der Module sind Durchbrüche für je zwei Kabelbinder vorhanden (siehe Abb. 6-12 auf Seite 75). Mit Hilfe von Kabelbindern lassen sich die Module problemlos an anderen Bauteilen der Testumgebung in der unmittelbaren Nähe der Messpunkte montieren.

**VORSICHT**

Beachten Sie bei der Montage der Module den zulässigen Temperaturbereich der von Ihnen verwendeten Kabelbinder!

**ES400-Module an anderen Bauteilen mit Kabelbindern befestigen**

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul oder ES400-Modul-Blöcke mit dem Bauteil mit Hilfe zusätzlicher, durch die Durchbrüche des Moduls gesteckter Kabelbinder. Die integrierten Montageelemente des Moduls werden nicht verwendet.

**ES400-Module an Hutschienen mit Kabelbindern befestigen**

Bei dieser Befestigungsvariante verbinden Sie das ES400-Modul oder ES400-Modul-Blöcke mit einem ES4xx-Haltewinkels (rechts) oder mit einem ES4xx-Haltewinkels (links) mit Hilfe zusätzlicher, durch die Durchbrüche des Moduls gesteckter Kabelbinder. Die integrierten Montageelemente des Moduls werden nicht verwendet.

Die am ES4xx-Haltewinkel befestigten Module werden anschließend mit der Hutschiene verbunden.

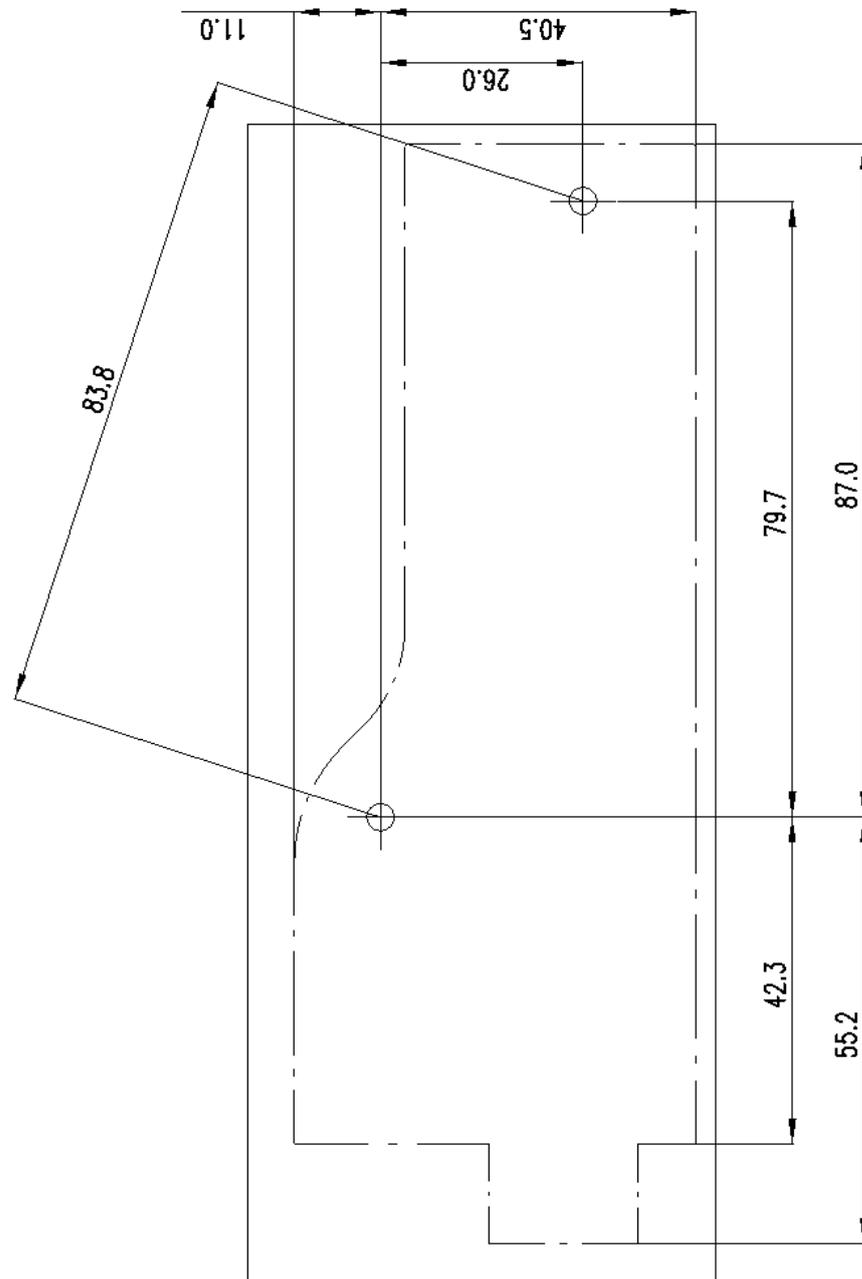
**Den ES4xx-Haltewinkel mit der Hutschiene verbinden**

1. Setzen Sie den ES4xx-Haltewinkel auf die Hutschiene auf.
2. Hängen Sie die Haken des ES4xx-Haltewinkels in den oberen Teil der Hutschiene ein.
3. Rasten Sie den ES4xx-Haltewinkel durch Drücken auf den ES4xx-Haltewinkel bzw. das Modul in die Hutschiene ein.

Das mit dem ES4xx-Haltewinkel verbundene Modul ist an der Hutschiene befestigt.

### 6.3 Bohrschablone

---



**Abb. 6-13** Bohrschablone

## 6.4 Applikationen

### 6.4.1 Allgemeines

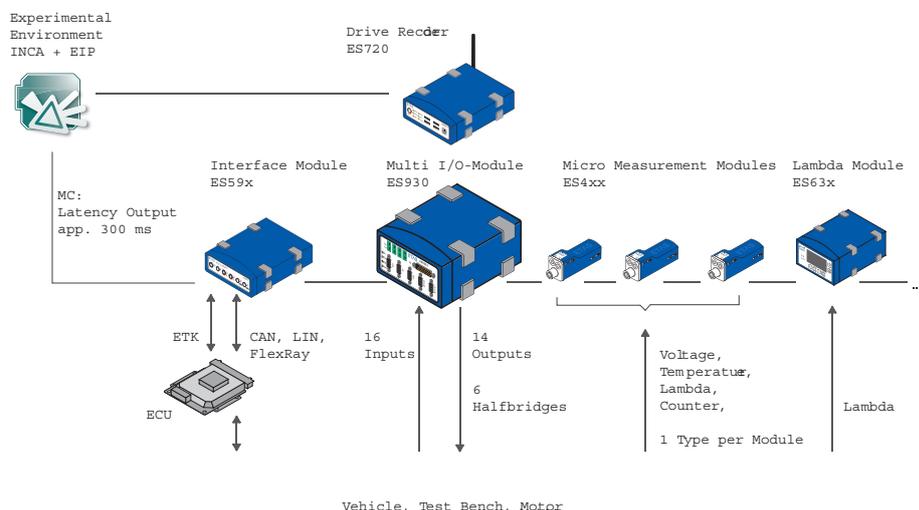
Die Module ES4xx/ES63x/ES93x können einzeln oder als Bestandteil einer Daisy Chain-Modulkette für folgende Applikationen verwendet werden:

- Messen und Kalibrieren mit INCA
- Rapid Prototyping mit INTECRIO (mit ES910.3 Prototyping Module oder mit RTPRO-PC)

Weitere Steuergeräte- und Busschnittstellenmodule sowie Messmodule werden über Ethernet miteinander vernetzt und mit der Daisy Chain-Modulkette verbunden.

Der Messaufbau kann mit einem Drive Recorder ergänzt werden, um alle Daten, die die angeschlossenen Module erfassen, aufzuzeichnen. Der Drive Recorder ES720.1 unterstützt das simultane Aufzeichnen unterschiedlicher Messungen (Multi-recording). Die Daten werden im ASAM-Standardformat MDF (Measure Data Format) abgespeichert. Sie lassen sich mit dem Measure Data Analyzer MDA von ETAS komfortabel auswerten und einfach mit INCA-Referenzmessungen vergleichen. Der Drive Recorder ES720.1 kann die aufgezeichneten Messdateien verschlüsselt und komprimiert über LAN, WLAN oder Mobilfunk automatisiert an kundenspezifische Datenserver übertragen.

### 6.4.2 ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (MC-Applikation)

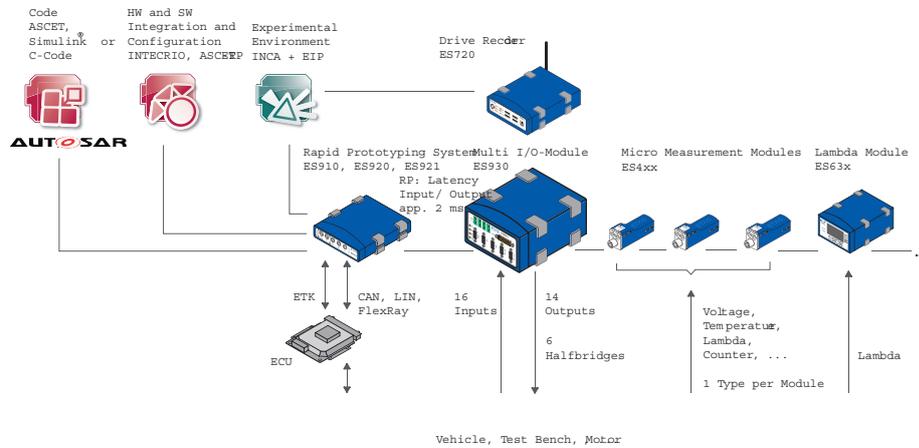


**Abb. 6-14** ES400 Module und weitere ETAS Module für MC-Applikationen

Das ETAS Daisy-Chain-Konzept ermöglicht eine einfache Netzwerkarchitektur, weil nur die ES441.1 bzw. das erste Modul der Modul-Kette mit dem PC oder mit dem Anschluss „ETH“ der ES59x.1 zu verbinden ist.

Weitere Busanalysefunktionen auf den Bussen CAN, LIN und FlexRay sowie (X)ETK Bypass-Applikationen mit Messen und Kalibrieren können mit ES59x-Modulen zugänglich gemacht werden.

### 6.4.3 ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Rapid Prototyping-Applikation)



**Abb. 6-15** ES400 Module mit ES910 und weiteren ETAS Modulen für Rapid Prototyping-Applikationen

Das Konzept der ES4xx/ES63x/ES93x-Produktfamilie, die Module räumlich möglichst nahe an den Sensoren unterzubringen, die Module miteinander zu verketteten und nur das erste Modul dieser Kette mit der ES910.3 oder dem RTPRO-PC zu verbinden, ermöglicht eine einfache Netzwerkarchitektur.

Die Kombination aus ES910.3 oder RTPRO-PC mit Daisy-Chain-Modulen kann im Rapid-Prototyping-Modell Informationen von Sensoren verarbeiten und Aktuatoren ansteuern.

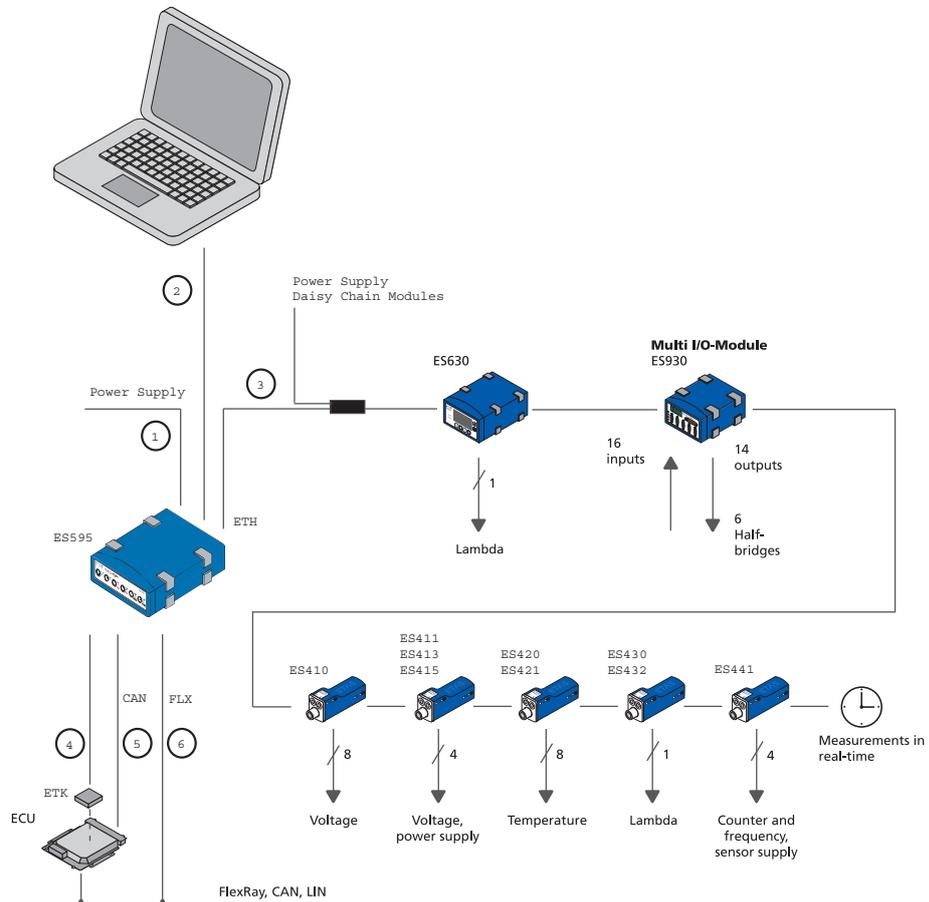
Vom Rapid-Prototyping-Modell aus kann auf die angeschlossenen Module zugegriffen werden, deren Signale direkt im Rapid Prototyping Modell behandelt werden.

Die ES910.3 bzw. der RTPRO-PC kann auf alle üblichen ECU-Schnittstellen (ETK, XETK, CAN, LIN, FlexRay) zugreifen und im Bypass die neuen Regelfunktionen berechnen.

Parallel zur Bypass-RP-Funktionalität kann mit INCA auf alle Kontroll- und Diagnostik-Parameter sowie wie auf alle Messsignale des angeschlossenen Steuergerätes zugegriffen werden. Zusätzlich bietet INCA/INCA-EIP Zugang zu allen Bypass- und Modell-Größen, die im ES910.3 Prototyping Modul angelegt sind.

## 6.5 Verkabelungsbeispiele

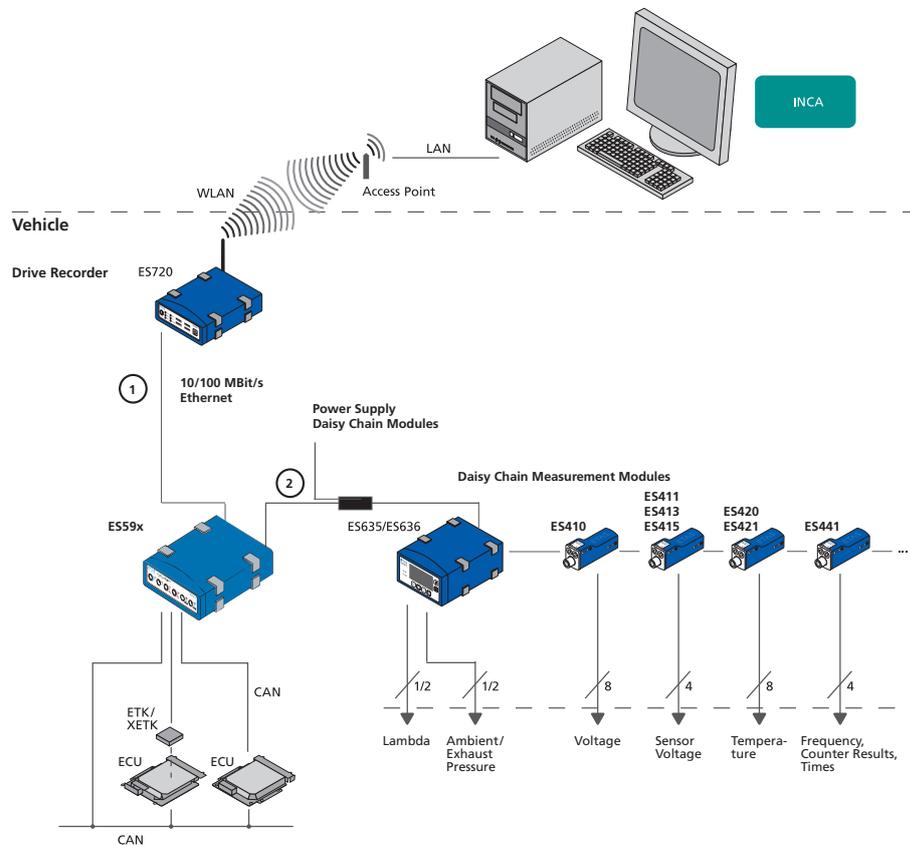
### 6.5.1 ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Measurement and Calibration)



**Abb. 6-16** ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Measurement and Calibration)

Kabel in Abb. 6-16	Funktion	Kurzname
1	Stromversorgungskabel	CBP120, CBP1205
2	Host-Anschlusskabel	CBE100
3	Stromversorgungs- und Ethernetkabel Daisy Chain-Module	CBEP430, CBEP4305
4	ETK-Anschlusskabel	CBM150
5, 6	CAN/LIN/FLX-Anschlusskabel (CAN/LIN/FLX kombiniert)	CBCF100

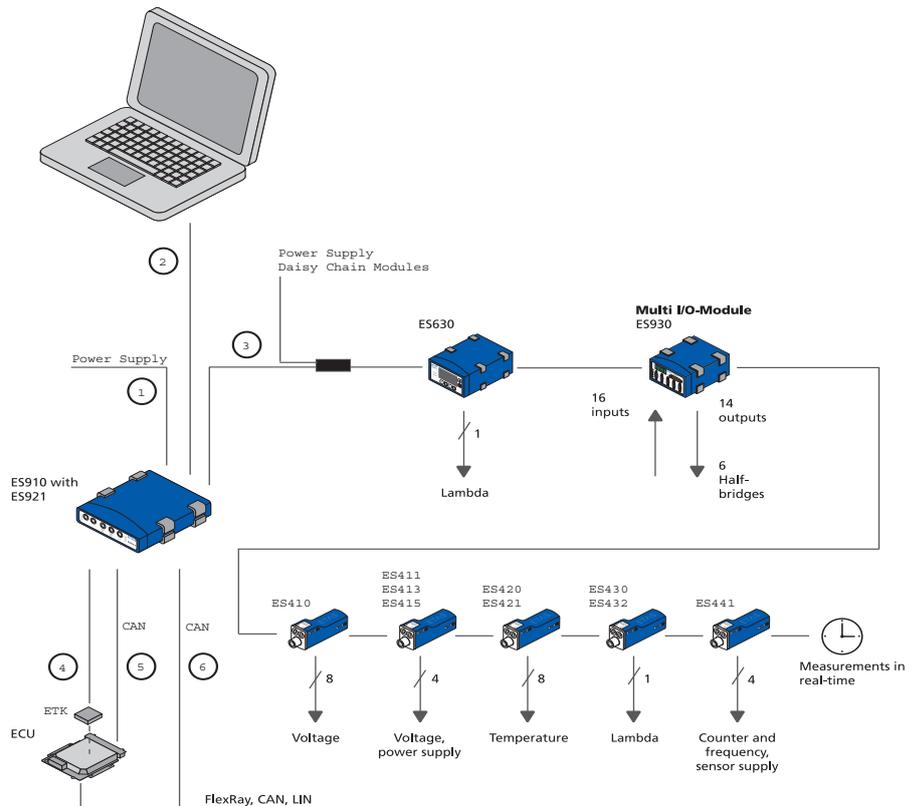
### 6.5.2 ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen und Drive Recorder (Measurement and Calibration)



**Abb. 6-17** ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen und Drive Recorder (Measurement and Calibration)

Kabel in Abb. 6-17	Funktion	Kurzname
1	ES520-, ES59x-, ES6xx-, ES1120- oder ES1135-Ethernetkabel	CBE130, CBE140
2	Stromversorgungs- und Ethernetkabel Daisy Chain-Module	CBEP430, CBEP4305

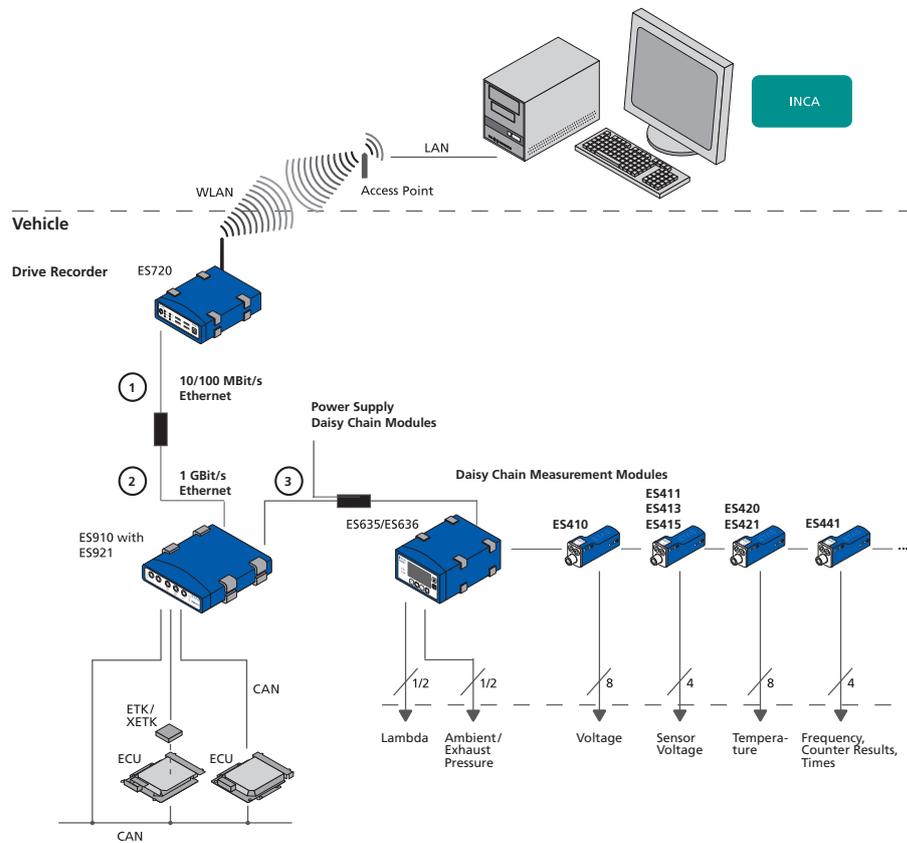
### 6.5.3 ES400 Module mit ES910.3 (Rapid Prototyping)



**Abb. 6-18** ES400 Module mit ES910.3 (Rapid Prototyping)

Kabel in Abb. 6-18	Funktion	Kurzname
1	Stromversorgungskabel	CBP120, CBP1205
2	PC-Anschlusskabel	CBE200
3	Stromversorgungs- und Ethernetkabel Daisy Chain-Module	CBEP430, CBEP4305
4	ETK-Anschlusskabel	CBM150
5, 6	CAN/LIN/FLX-Anschlusskabel (CAN/LIN/FLX kombiniert), an ES910.3, an ES921.1	CBCFI100
	CAN-Anschlusskabel (nur CAN), an ES910.3, an ES921.1	CBAC130, CBAC140, CBAC150, CBCX130

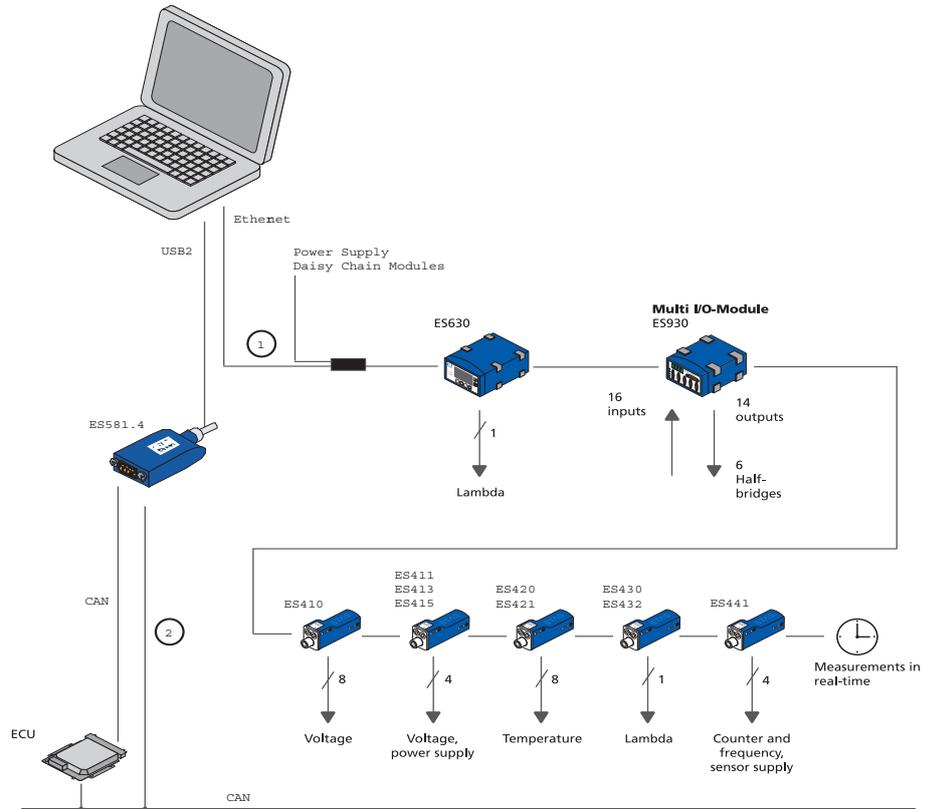
### 6.5.4 ES400 Module mit ES910.3 und Drive Recorder (Rapid Prototyping)



**Abb. 6-19** ES400 Module mit ES910.3 und Drive Recorder (Rapid Prototyping)

Kabel in Abb. 6-19	Funktion	Kurzname
1	Ethernet-Adapter-Kabel (100 Mbit/s)	CBAE330 (an Kabel 2 gesteckt)
2	Ethernet-Interface-Kabel (1 Gbit/s)	CBE230 (an Kabel 1 gesteckt)
3	Stromversorgungs- und Ethernetkabel Daisy Chain-Module	CBEP430, CBEP4305

### 6.5.5 ES400 Module mit ETAS RTPRO-PC (Rapid Prototyping)



**Abb. 6-20** ES400 Module mit ETAS RTPRO-PC (Rapid Prototyping)

Kabel in Abb. 6-20	Funktion	Kurzname
1	Stromversorgungs- und Ethernetkabel PC und Daisy Chain-Module	CBEP410, CBEP4105, CBEP415, CBEP4155
2	CAN- und FlexRay-Y-Schnittstellenkabel	CBCF100

## 6.6 Verkabelung

Die Reihenfolge der Verkabelung der Anschlüsse ist beliebig. Es stehen Ihnen spezielle Anschlusskabel zur Verfügung, die Sie separat bestellen können. Eine Übersicht finden Sie im Kapitel "Kabel und Zubehör" auf Seite 111.

### 6.6.1 Anschluss „Sensor“

Zur Verbindung der Sensoren mit der ES441.1 können Sie verschiedene Standard- und Adapterkabel verwenden. Ausführliche Informationen zu den von ETAS angebotenen Kabeln finden Sie im Kapitel "Kabel für den Anschluss „Sensor“" auf Seite 121:

- Kabel CBAV400.1  
Haben Sie in Ihrem Messaufbau Module mit BNC-Verkabelung gegen ES441.1 Module ausgetauscht, können Sie durch den Einsatz dieser Adapterkabel die bisherige Verkabelung Ihres Messaufbaus weiter verwenden.
- Kabel CBAV411.1  
Sie können den offenen Anschluss des Kabels CBAV411.1 selbst konfektionieren und an das spezifische Steckverbindersystem Ihres Messaufbaus anpassen.
- Kabel CBAV412.1
- Kabel CBAV417.1

#### Den Anschluss „Sensor“ verkabeln

1. Entfernen Sie eine möglicherweise am Anschluss „Sensor“ vorhandene Schutzkappe.
2. Verbinden Sie das Sensorkabel mit dem Anschluss „Sensor“ der ES441.1.
3. Verbinden Sie die Sensoren und Messwertaufnehmer mit den Anschlüssen der Sensorkabel der ES441.1.
4. Notieren Sie sich für Ihr Applikationsprogramm die Zuordnung der Sensoren zu den Eingängen der ES441.1 entsprechend der Verkabelung des Messaufbaus.

### 6.6.2 Daisy-Chain-Anschlüsse („IN“, „OUT“)

Die Verkabelung erfolgt vom ersten Modul in Richtung Ende der Modulkette.



#### **VORSICHT**

##### **Verlust der Eigenschaften nach IP67!**

Schützen Sie den Anschluss „OUT“ des letzten Moduls immer mit einer Schutzkappe vor Schmutz.

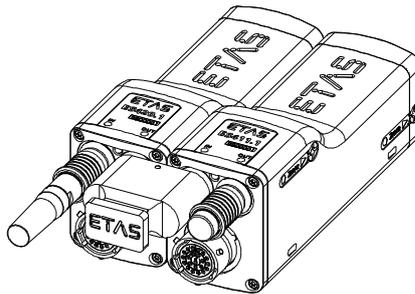
Verwenden Sie zum Erhalt der Eigenschaften nach IP67 nur eine Schutzkappe des Typs CAP\_Lemo\_1B.

**Das erste Modul mit dem darauf folgenden Modul verkabeln**

1. Verbinden Sie ein Ethernetkabel mit dem Anschluss „OUT“ des ersten Moduls.
2. Verbinden Sie das Ethernetkabel mit dem Anschluss „IN“ des darauf folgenden Moduls

oder

- wenn zwei Module mechanisch verbunden sind, verbinden Sie deren nebeneinanderliegende Anschlüsse „IN“ und „OUT“ mit der ES4xx\_BRIDGE.



**Abb. 6-21** ES441.1 mit ES4xx\_BRIDGE



**VORSICHT**

**Beschädigung der Anschlüsse der Module oder der ES4xx\_BRIDGE möglich!**

Verschrauben Sie die beiden Module ohne sie zu verkanten bis zum Anschlag innerhalb des Moduls.

3. Verkabeln oder verbinden Sie weitere Module wie oben beschrieben.

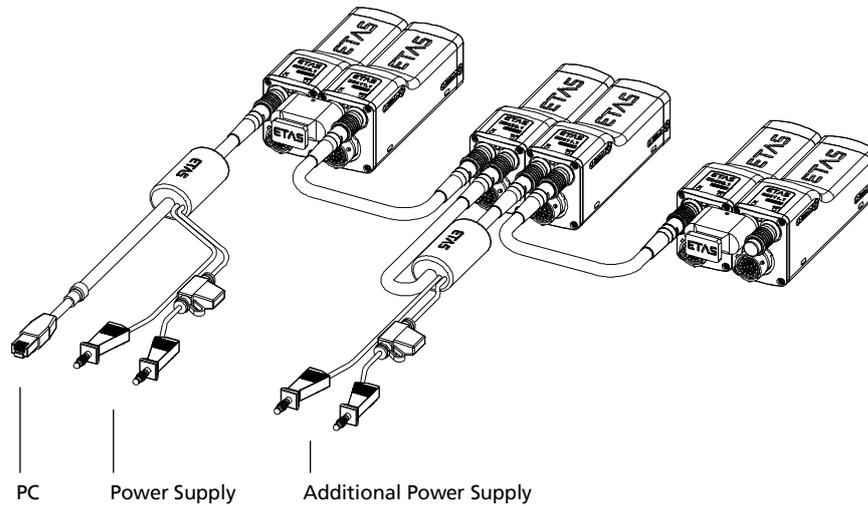
**Das erste Modul mit dem PC und der Stromversorgung verkabeln**

1. Verbinden Sie das kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel mit dem Anschluss „IN“ der ES441.1.
2. Verbinden Sie den RJ-45-Steckverbinder mit der freien Ethernet-Schnittstelle Ihres PC.
3. Verbinden Sie die Spannungsversorgungs-Steckverbinder des kombinierten Ethernet- und Stromversorgungskabels mit der gewünschten Stromversorgung.

Beachten Sie die Farbkodierung der Steckverbinder.

**Modulkette mit zusätzlicher Stromeinspeisung verkabeln**

1. Trennen Sie die Modulkette nach dem letzten Modul auf, dessen Stromversorgung im gesamten Betriebsbereich noch gewährleistet ist.
2. Verbinden Sie das kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel mit dem Anschluss „OUT“ der ES441.1 des letzten Moduls der Kette in Richtung PC.



3. Verbinden Sie das kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel mit dem Anschluss „IN“ der ES441.1 des in Richtung Kettenende folgenden Moduls.
4. Verbinden Sie die Spannungsversorgungs-Steckverbinder des kombinierten Ethernet- und Stromversorgungskabels mit der gewünschten Stromversorgung.  
Beachten Sie die Farbkodierung der Steckverbinder.

## 7 Behandlung von Problemen

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Anzeigen der LEDs" auf Seite 88
- "Probleme mit der ES441.1" auf Seite 88
- "Allgemeine Probleme und Lösungen" auf Seite 91

### 7.1 Anzeigen der LEDs

---

Bitte beachten Sie zur Beurteilung des Betriebszustandes und zur Fehlerbehebung der ES441.1 die Anzeige der LED, die Informationen über die Funktion der Schnittstellen und der ES441.1 geben (siehe Kapitel "LED" auf Seite 18).

### 7.2 Probleme mit der ES441.1

---

In der folgenden Tabelle sind einige mögliche Probleme mit einem Lösungsansatz aufgelistet.

Bei weitergehenden Fragen kontaktieren Sie bitte unseren technischen Service (siehe Kapitel "Kontaktinformationen" auf Seite 130).

Problem	Diagnosefragen	Mögliche Lösungen
Das Applikationsprogramm findet keine ETAS Daisy Chain-Module.	Blinken die LEDs aller Module grün?	Prüfen Sie, ob bei Ihrer PC Card die Funktion zum automatischen Wechsel in den Stromsparmmodus deaktiviert ist <sup>1)</sup> . Deaktivieren Sie diese Funktion.
	Haben Sie die Netzwerkkarte richtig konfiguriert?	INCA-, Config Tool- und HSP-Betrieb: Prüfen Sie, ob Ihre Netzwerkkarte entsprechend Kapitel 7.3 auf Seite 91 konfiguriert ist.  Stand-alone Betrieb: Prüfen Sie, ob die verwendete IP-Adresse zu Ihrem IP-Subnetz gehört und in die A2L-Datei eingetragen ist.
	Haben Sie die erforderliche Firmware auf dem Modul installiert?	Prüfen Sie mit HSP, ob die erforderliche Firmware auf dem Modul installiert ist.
	Haben Sie die erforderliche Applikationssoftware installiert?	Prüfen Sie, ob die auf Ihrem PC installierte Applikationssoftware den Anforderungen in Kapitel 8.9.2 auf Seite 103 entspricht.
	Stromversorgung	Prüfen Sie, ob Ihre Stromversorgung und Ihr Messaufbau den Anforderungen nach Kapitel 4.5 auf Seite 28 entsprechen.
	Ist die Hardware am PC angeschlossen?	Prüfen Sie, ob die Verkabelung intakt ist.
	Sind die Module in der Modulkette richtig angeschlossen?	Prüfen Sie, ob die Verkabelung intakt ist.

---

Problem	Diagnosefragen	Mögliche Lösungen
Die Messungen werden nicht gestartet.	Werden Sie im INCA-Monitorlog oder im Config-Tool zu einem Update aufgefordert?	Update der Module.
	Liefert das Modul keine Daten?	Prüfen Sie, ob Ihre Stromversorgung und Ihr Messaufbau den Anforderungen nach Kapitel 4.5 auf Seite 28 entsprechen. Prüfen Sie, ob die Verkabelung der Hardware zum PC richtig bzw. intakt ist. Prüfen Sie, ob die Module in der Modulkette richtig angeschlossen sind.
	Sie verwenden das ES4xx Configuration Tool und das Modul liefert keine Daten?	Prüfen Sie, ob Sie die Position eines oder mehrerer Module in der Kette geändert haben. Prüfen Sie, ob Sie eine falsche A2L-Datei verwenden. Prüfen Sie, ob Sie die Messkonfiguration in die Modulkette geladen haben. Prüfen Sie, ob Sie zwei Modulketten die gleiche IP-Adresse zugewiesen haben.
	Liefert das Modul keine verwertbaren Daten?	Prüfen Sie, ob der Sensor richtig angeschlossen ist.
	Bei der Übertragung treten Datenverluste auf.	Verwenden Sie in Ihrem Messaufbau WLAN? WLAN ist innerhalb dieses ETAS-Netzwerks nicht zugelassen. Verkabeln Sie Ihren Messaufbau (ETAS-Module und deren Verbindung zum PC) ausschließlich mit ETAS-Kabeln. Verwenden Sie in Ihrem Laptop den richtigen Netzwerkkartentyp? Prüfen Sie, ob Sie eine PCMCIA-Netzwerkkarte in Ihrem Laptop verwenden. PCMCIA-Karten mit 8- bzw. 16 Bit-Datenbus sind nicht geeignet. Verwenden Sie nur PCMCIA-Karten mit 32 Bit-Datenbus, Mini-PCI- oder ExpressCards. Betreiben Sie die ETAS Daisy Chain-Module an einem PC mit MultiCore-Prozessor? Installieren Sie einen aktuellen Treiber für die Netzwerkkarte, der das NDIS-Protokoll unterstützt. Verwenden Sie ES441.1 Module gemeinsam mit anderen ES4xx-Modulen? Betreiben Sie die ES441.1 Module am Anfang der Modulkette nahe dem Host (PC, Drive Recorder).

Problem	Diagnosefragen	Mögliche Lösungen
Die LED leuchtet rot.	Haben Sie gerade ein Update durchgeführt?	Anwender von INCA/ INTECRIO/ ASCET-RP/ Configuration Tool: Schalten Sie das Modul aus und wieder ein. Laden Sie erneut die Messkonfiguration. <hr/> Leuchtet die LED weiterhin, senden Sie das Modul zur Reparatur an ETAS.
Die Firmware eines oder mehrerer Module kann nicht aktualisiert werden.	Befindet sich das zu aktualisierende Modul in einer Modulkette?	Aktualisieren Sie die Firmware dieser ETAS Daisy Chain-Module separat.

<sup>1)</sup>: Die Hersteller der PC Cards bezeichnen diese Funktion unterschiedlich.  
Beispiel: „Link down Power saving“ (siehe Kapitel 8.9.1 auf Seite 103).

## 7.3 Allgemeine Probleme und Lösungen

### 7.3.1 Netzwerkadapter kann im Network Manager nicht ausgewählt werden

#### **Ursache: APIPA ist deaktiviert**

Der alternative Mechanismus für die IP-Adressierung (APIPA) ist in Windows 7, 8.1 und 10 standardmäßig aktiv. Er wird jedoch in manchen Firmennetzen aus Gründen der Netzwerksicherheit deaktiviert. In diesem Fall können Sie eine Netzwerkkarte, die für DHCP-Adressierung konfiguriert ist, nicht verwenden, um damit auf ETAS-Hardware zuzugreifen. Der ETAS Network Manager gibt eine entsprechende Fehlermeldung aus.

Sie können dieses Problem beheben, indem Sie den APIPA-Mechanismus in der Windows Registry wieder aktivieren. Zum Aktivieren des APIPA-Mechanismus benötigen Sie Administratorrechte auf dem entsprechenden PC. Bevor Sie den Mechanismus wieder aktivieren, sollten Sie sich in jedem Fall mit dem zuständigen Netzwerkadministrator in Verbindung setzen.

#### APIPA-Mechanismus aktivieren:

1. Öffnen Sie den Registrierungs-Editor:

- Windows 7, 8.1:
  - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
  - 1.2 Geben Sie `regedit` in das Eingabefeld ein.
  - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.
- Windows 10:
  - 1.1 Rechtsklicken Sie auf das Windows-Symbol.
  - 1.2 Klicken Sie auf **Suchen**.
  - 1.2 Geben Sie `regedit` in das Eingabefeld ein.
  - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.

Der Registrierungs-Editor wird geöffnet.

2. Wählen Sie im Verzeichnisbaum des Editors den Ordner

```
HKEY_LOCAL_MACHINE\  
SYSTEM\CurrentControlSet\  
Services\Tcpip\Parameters\.
```

3. Wählen Sie den Menübefehl **Bearbeiten** → **Suchen**, um alle Einträge mit dem Schlüssel `IPAutoconfigurationEnabled` zu suchen.

Wenn Sie keine Einträge mit dem hier genannten Registry-Schlüssel finden, wurde der APIPA-Mechanismus nicht deaktiviert. D.h., es besteht keine Notwendigkeit, ihn zu aktivieren. Andernfalls fahren Sie mit den folgenden Schritten fort:

4. Setzen Sie den Wert für den Schlüssel `IPAutoconfigurationEnabled` auf 1, um den APIPA-Mechanismus zu aktivieren.  
Die Windows Registry kann mehrere Einträge mit diesem Schlüssel enthalten, da der APIPA Mechanismus sowohl für den TCP/IP Dienst insgesamt als auch separat für jede einzelne Netzwerkkarte deaktiviert werden kann. Sie müssen nur den Wert für den gewünschten Netzwerkadapter ändern.
5. Schließen Sie den Registrierungs-Editor.
6. Starten Sie das System erneut, damit die Änderungen wirksam werden.

### 7.3.2 Suche nach Ethernet-Hardware schlägt fehl

#### **Ursache: Personal Firewall blockiert die Kommunikation**

Für eine detaillierte Beschreibung von Problemen, die durch Personal Firewalls verursacht werden, und mögliche Lösungen siehe Kapitel 7.3.3 auf Seite 94.

#### **Ursache: Client-Software für Fernzugriff blockiert Kommunikation**

PCs oder Notebooks, die außerhalb des ETAS Hardware-Netzwerks eingesetzt werden, verwenden manchmal Client-Software für den Fernzugriff, die die Kommunikation zur ETAS Hardware blockieren kann. Das kann folgende Ursachen haben:

- Es wird ein Firewall eingesetzt, der Ethernet-Botschaften blockiert (siehe „Ursache: Personal Firewall blockiert die Kommunikation“ auf Seite 92)
- Fälschlicherweise filtert die für das Tunneln verwendete VPN Client-Software Botschaften heraus. So haben beispielsweise Cisco VPN Clients bis zur Version V4.0.x in einigen Fällen bestimmte UDP/IP Broadcasts herausgefiltert.

Trifft dies zu, aktualisieren Sie bitte die Software Ihres VPN Clients.

#### **Ursache: ETAS-Hardware hängt**

In Einzelfällen kann es vorkommen, dass die ETAS Hardware hängt. Reinitialisieren Sie in diesem Fall die Hardware, indem Sie sie aus- und wieder einschalten.

#### **Ursache: Netzwerkadapter hat temporär keine IP-Adresse**

Wenn Sie von einem DHCP Firmennetzwerk auf ein ETAS Hardware-Netzwerk umschalten, dauert es mindestens 60 Sekunden, bis ETAS-Hardware gefunden wird. Die Verzögerung wird dadurch verursacht, dass das Betriebssystem vom DHCP-Protokoll nach APIPA umschaltet, welches von der ETAS-Hardware verwendet wird.

### **Ursache: ETAS-Hardware war an anderes logisches Netzwerk angebunden**

Greifen Sie von mehr als einem PC oder Notebook auf dieselbe Hardware zu, so müssen die Netzwerkadapter so konfiguriert werden, dass sie dasselbe logische Netzwerk benutzen. Ist dies nicht möglich, so müssen Sie zwischen verschiedenen Sitzungen die ETAS Hardware aus- und wieder einschalten.

### **Ursache: Treiber für Netzwerkkarte läuft nicht**

Es kann vorkommen, dass der Treiber einer Netzwerkkarte nicht läuft. In diesem Fall müssen Sie die Netzwerkkarte deaktivieren und anschließend wieder aktivieren.

#### **Netzwerkkarte deaktivieren und neu aktivieren:**

1. Öffnen Sie die Systemsteuerung:
  - Windows 7, 10:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Klicken Sie auf **Systemsteuerung**.
  - Windows 8.1:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Geben Sie *Systemsteuerung* in das Eingabefeld ein.
    - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.
2. Klicken Sie auf **Netzwerk- und Freigabecenter**.
3. Klicken Sie auf **Adaptoreinstellungen ändern**.
4. Rechtsklicken Sie auf den verwendeten Netzwerkadapter.
5. Wählen Sie im Kontextmenü den Eintrag **Deaktivieren**.
6. Zum Reaktivieren des Netzwerkadapters rechtsklicken Sie ihn erneut.
7. Wählen Sie den Eintrag **Aktivieren**.

### **Ursache: Energiemanagement des Laptops deaktiviert die Netzwerkkarte**

Das Energiemanagement eines Laptops kann die Deaktivierung der Netzwerkkarte verursachen. Schalten Sie daher die Energieüberwachung des Laptops ab.

#### **Energieüberwachung des Laptops abschalten:**

1. Öffnen Sie die Systemsteuerung:
  - Windows 7, 10:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Klicken Sie auf **Systemsteuerung**.
  - Windows 8.1:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Geben Sie *Systemsteuerung* in das Eingabefeld ein.
    - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.
2. Klicken Sie auf **Geräte-Manager**.
3. Öffnen Sie im Geräte-Manager die Baumstruktur des Eintrags **Netzwerkadapter**.

4. Rechtsklicken Sie den verwendeten Netzwerkadapter.
5. Wählen Sie im Kontextmenü den Eintrag **Eigenschaften**.
6. Schalten Sie die Energieüberwachung ab:
  - i. Wählen Sie die Registerkarte **Energieverwaltung**.
  - ii. Deaktivieren Sie die Option **Computer kann das Gerät ausschalten, um Energie zu sparen**.
7. Wählen Sie die Registerkarte **Erweitert**.
8. Falls die Eigenschaft **Autosense** vorhanden ist, deaktivieren Sie diese.
9. Klicken Sie **OK**, um die Einstellungen zu übernehmen.

### **Ursache: Automatische Unterbrechung der Netzwerkverbindung**

Es kann vorkommen, dass die Netzwerkkarte nach einer bestimmten Zeit ohne Datenverkehr die Ethernet-Verbindung automatisch unterbricht. Dieses Verhalten kann durch das Setzen des Registry Key `autodisconnect` verhindert werden.

#### Registry Key `autodisconnect` einstellen

1. Öffnen Sie den Registrierungs-Editor:
  - Windows 7, 8.1:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Geben Sie `regedit` in das Eingabefeld ein.
    - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.
  - Windows 10:
    - 1.1 Rechtsklicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Klicken Sie auf **Suchen**.
    - 1.2 Geben Sie `regedit` in das Eingabefeld ein.
    - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.
2. Der Registrierungs-Editor wird geöffnet. Wählen Sie unter `HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\ControlSet001\Services\lanmanserver\parameters` den Registry Key `autodisconnect`.
3. Ändern Sie den Wert auf `0xffffffff`.

### **7.3.3 Personal Firewall blockiert die Kommunikation**

#### **Ursache: Fehlende Freigaben in der Firewall blockieren die ETAS-Hardware**

Personal Firewall-Programme können die Hardwarekommunikation über die Ethernetschnittstelle behindern. Dabei werden, obwohl die Schnittstelle richtig konfiguriert ist, beim automatischen Suchen nach Hardware angeschlossene Geräte nicht gefunden.

Einige Aktionen in ETAS-Produkten können zu Problemen führen, wenn die Firewall nicht ordentlich parametrisiert ist, z.B. beim Öffnen der Experimentierumgebung in ASCET oder bei der Hardware-Suche durch INCA oder HSP.

Falls die Kommunikation mit der ETAS-Hardware durch ein Firewall-Programm blockiert wird, müssen Sie entweder die Firewall-Software deaktivieren, während Sie mit ETAS-Software arbeiten, oder Sie müssen den Firewall umkonfigurieren und die folgenden Berechtigungen vornehmen:

- Ausgehende Limited IP Broadcasts über UDP (Zieladresse 255.255.255.255) für die Ziel-Ports 17099 oder 18001
- Eingehende Limited IP Broadcasts über UDP (Zieladresse 255.255.255.255, Ausgangsadresse 0.0.0.0) für den Ziel-Port 18001
- Netzspezifische IP Broadcasts über UDP in das für die ETAS-Applikation gewählte Netzwerk für die Ziel-Ports 17099 oder 18001
- Ausgehende IP Unicasts über UDP an jede IP-Adresse im für die ETAS-Applikation gewählten Netzwerk, Ziel-Ports 17099 bis 18020
- Eingehende IP Unicasts über UDP ausgehend von jeder beliebigen IP-Adresse im für die ETAS-Applikation gewählten Netzwerk, Ausgangs-Port 17099 bis 18020, Ziel-Port 17099 bis 18020
- Ausgehende TCP/IP-Verbindungen in das für die ETAS-Applikation gewählte Netzwerk, Ziel-Ports 18001 bis 18020



#### INFO

Die im konkreten Fall zu verwendenden Ports hängen von der eingesetzten Hardware ab. Für genauere Informationen zu den zu verwendenden Portnummern sei auf die jeweilige Hardware-Dokumentation verwiesen.

In Windows 7, 8.1 und 10 ist ein Personal Firewall-Programm im Lieferumfang enthalten und standardmäßig aktiviert. Auf vielen anderen Systemen finden sich mittlerweile häufig entsprechende Programme von unabhängigen Anbietern wie Symantec, McAfee oder BlackIce. Die Vorgehensweise bei der Konfiguration der Ports kann sich in den verschiedenen Programmen voneinander unterscheiden. Nähere Informationen entnehmen Sie daher bitte der Benutzerdokumentation zu Ihrem Firewall-Programm.

Im Folgenden finden Sie exemplarisch eine Beschreibung, wie Sie die Windows Firewall konfigurieren können, wenn der Hardwarezugriff blockiert wird.

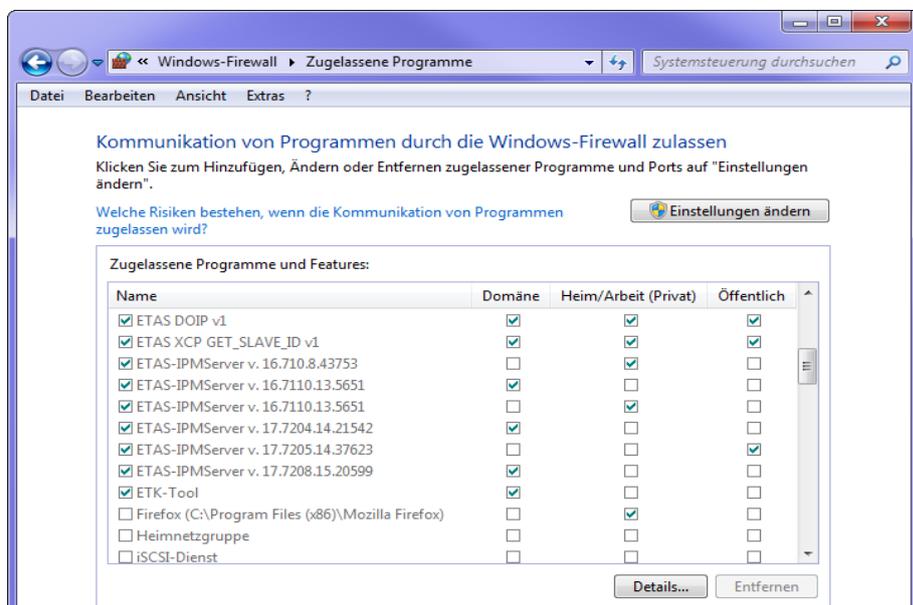
### **Lösung für Windows Firewall, Benutzer mit Administratorrechten** **ETAS-Produkte in der Firewall-Steuerung freischalten:**

1. Öffnen Sie die Systemsteuerung:
  - Windows 7, 10:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Klicken Sie auf **Systemsteuerung**.
  - Windows 8.1:
    - 1.1 Klicken Sie auf das Windows-Symbol.
    - 1.2 Geben Sie *Systemsteuerung* in das Eingabefeld ein.
    - 1.3 Drücken Sie <EINGABE>.

2. Klicken Sie auf **Windows-Firewall** (Win 7, 8.1) bzw. **Windows Defender Firewall** (Win 10).



3. Klicken Sie auf **Ein Programm / App oder Feature durch die Windows (Defender) Firewall zulassen**



Dieses Fenster listet die Ausnahmen, die nicht durch die Firewall blockiert werden.

4. Klicken Sie auf **Einstellungen ändern**.
5. Setzen Sie die Haken, um das jeweilige Programm für das entsprechende Netzwerk freizugeben.
6. Stellen Sie sicher, dass die ETAS-Produkte und -Dienste, die Sie verwenden wollen, richtig konfigurierte Ausnahmen sind.
7. Klicken Sie auf **OK**.
8. Schließen Sie das Fenster **Windows-Firewall**.

Die Firewall blockiert das ETAS-Produkt nicht mehr. Die Einstellung wird beim Neustart des PC beibehalten.

## **Lösung für Windows Firewall, Benutzer ohne Administratorrechte**

Dieses Kapitel richtet sich an Benutzer mit eingeschränkten Rechten, z.B. keine Änderungen am System, eingeschränkte Schreibrechte, lokaler Login.

Die Arbeit mit einem ETAS-Produkt erfordert die Rechte „Write“ und „Modify“ in den Verzeichnissen `ETAS`, `ETASData` und den temporären ETAS-Verzeichnissen. Andernfalls erscheint eine Fehlermeldung, wenn das Produkt gestartet und eine Datenbank geöffnet wird. Ein korrekter Betrieb des Produkts ist nicht möglich, da die Datenbank-Datei sowie verschiedene `*.ini`-Dateien während der Arbeit geändert werden.

Die ETAS-Software muss in jedem Fall von einem Administrator installiert werden. Es wird empfohlen, dass der Administrator sicherstellt, dass das ETAS-Produkt oder die Prozesse nach der Installation zur Liste der gewählten Ausnahmen der Windows-Firewall hinzugefügt werden.

## 8 Technische Daten

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Allgemeine Daten" auf Seite 98
- "RoHS-Konformität" auf Seite 101
- "CE-Konformität" auf Seite 101
- "Produktrücknahme und Recycling" auf Seite 102
- "Deklarationspflichtige Stoffe" auf Seite 102
- "Verwendung von Open Source Software" auf Seite 102
- "Systemvoraussetzungen" auf Seite 103
- "Elektrische Daten" auf Seite 104
- "Anschlussbelegung" auf Seite 108

### 8.1 Allgemeine Daten

#### 8.1.1 Kennzeichnungen auf dem Produkt

Folgende Symbole werden zur Kennzeichnung des Produktes verwendet:

Symbol	Beschreibung
	Lesen Sie vor der Inbetriebnahme des Produktes unbedingt das Benutzerhandbuch!
	Kennzeichnung des Daisy-Chain-Anschlusses „IN“ (Eingang; Ethernet-Verbindung zum vorhergehenden Modul oder zum PC, Stromversorgung des Moduls)
	Kennzeichnung des Daisy-Chain-Anschlusses „OUT“ (Ausgang; Ethernet-Verbindung und Stromversorgung des nachfolgenden Moduls)
CH	Anschluss Sensorkabel
SN: 1234567	Seriennummer (7-stellig)
Vx.yz	Hardwareversion des Produktes
F 00K 123 456	Bestellnummer des Produktes (siehe Kapitel 10.1 auf Seite 126)
<b>5-50V</b>  <b>Pmax=6W</b>	Betriebsspannungsbereich (Gleichspannung), Leistungsaufnahme
	Kennzeichnung für CE-Konformität (Kapitel 8.3 auf Seite 101)
	Kennzeichnung für UKCA-Konformität (Kapitel 8.4 auf Seite 101)

Symbol	Beschreibung
	Kennzeichnung für KCC-Konformität (Kapitel 8.5 auf Seite 102)
	Kennzeichnung für WEEE, siehe Kapitel 8.6 auf Seite 102
	Kennzeichnung für China RoHS, siehe Kapitel auf Seite 101

## 8.1.2 Standards und Normen

Das Modul entspricht folgenden Standards und Normen:

Norm	Prüfung
DIN EN 60068-2-1	Voralterung Kälteprüfung
DIN EN 60068-2-2	Voralterung Wärmeprüfung
DIN EN 60068-2-13	Unterdruck
DIN EN 60068-2-14 Na	Temperatur-Schock
DIN EN 60068-2-14 Nb	Temperatur-Wechsel: Temperaturen: Tu -40 °C / To +120 °C, Anzahl der Zyklen: 10, Prüflinge aktiv
DIN EN 60068-2-56	Feuchtelagerung
DIN EN 60068-30, Variante 1	Klimawechsel
DIN EN 60068-2-64, ISO 16750-3	Vibration Rauschen: 3 Raumachsen, Prüfdauer 4 h, Prüflinge aktiv
	Zusätzlich wurde die Kombination von kaskadierten Modulen geprüft
ISO 16750-3, Pkt. 4.2.2.2	Mech. Schock: 3 Raumachsen, Halbsinus, Beschleunigung: 500 m/s <sup>2</sup> , Schockdauer: 6 ms, Schocks je Richtung und Achse: 10, Prüflinge aktiv
ISO 16750-3, Pkt. 4.3	Falltest: 2 Stöße aus jeweils 1 m Fallhöhe auf Stahl oder Beton, Prüflinge passiv
ISO 16750-4, Pkt. 5.2	Stufentemperaturtest

Norm	Prüfung
ISO 16750-4, Pkt. 5.4.2	Schwallwasser: Lufttemperatur: To +120 °C, Zyklusdauer: 30 min, Schwalllänge: 3 s, Schwallmenge: ca. 3 l, Temperatur des Wasserschwalls: +2 °C ± 2 °C, Medium: Wasser, versetzt mit 3% Ari- zonastaub fein, Anzahl der Zyklen: 100, Prüfling aktiv
ISO 16750-4, Pkt. 5.5.1.; DIN EN 60068-2-52	Salznebel: Schärfegrad 5, Prüfdauer 16 d, Prüflinge passiv
ISO 16750-5	Chemische Beständigkeit: Identifikation A-W, Prüflinge passiv
DIN 5596-1	Steinschlag
IPX7	Schutzartprüfung: Schutzklasse IP67 (mit angeschlosse- nen Kabeln)
EN 61000-4-2	Störfestigkeit ESD
EN 61000-4-3	Störfestigkeit Einstrahlung
EN 61000-4-4	Störfestigkeit Burst
EN 61000-4-5	Störfestigkeit Surge
EN 61000-4-6	Störfestigkeit HF-Einkopplung
DIN EN 55022	Emission Abstrahlung/ Funkstörspan- nung

### 8.1.3 Umgebungsbedingungen

Betriebstemperaturbereich	-40 °C bis +120 °C -40 °F bis +248 °F
Lagertemperaturbereich (Modul ohne Verpackung)	-40 °C bis +125 °C -40 °F bis +257 °F
Einsatzhöhe	max. 5000 m / 16400 ft
Schutzklasse	IP67



#### **VORSICHT**

##### **Verlust der Eigenschaften nach IP67!**

Öffnen oder verändern Sie das Modul nicht!

Arbeiten am Modul dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden.

### 8.1.4 **Wartung des Produkts**

Öffnen oder verändern Sie das Modul nicht! Arbeiten am Modulgehäuse dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden. Senden Sie defekte Module zur Reparatur an ETAS.

### 8.1.5 **Reinigung des Produkts**

Wir empfehlen, das Produkt mit einem trockenen Tuch zu reinigen.

### 8.1.6 **Mechanische Daten**

Abmessungen (H x B x T)	51,5 mm x 40 mm x 142 mm / 37,5 mm x 40 mm x 129 mm
	2,0 in x 1,57 in x 5,59 in / 1,48 in x 1,57 in x 5,08 in
Gewicht	350 g / 0,77 lb

### 8.1.7 **ES4xx Systemeigenschaften**

Module je Kette	max. 254 Module in einer Kette
-----------------	--------------------------------

## 8.2 **RoHS-Konformität**

### **Europäische Union**

Die EG-Richtlinie 2011/65/EU schränkt für Elektro- und Elektronikgeräte die Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe ein (RoHS-Konformität).

ETAS bestätigt, dass das Produkt dieser in der Europäischen Union geltenden Richtlinie entspricht.

### **China**

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt oder auf dessen Verpackung angebrachten China RoHS-Kennzeichnung, dass das Produkt den in der Volksrepublik China geltenden Richtlinien der „China RoHS“ (Management Methods for Controlling Pollution Caused by Electronic Information Products Regulation) entspricht.

## 8.3 **CE-Konformität**

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt oder auf dessen Verpackung angebrachten CE-Kennzeichnung, dass das Produkt den produktspezifisch geltenden Richtlinien der Europäischen Union entspricht.

Die CE-Konformitätserklärung für das Produkt ist auf Anfrage erhältlich.

## 8.4 **UKCA-Konformität**

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt oder auf dessen Verpackung angebrachten UKCA-Kennzeichnung, dass das Produkt den produktspezifisch geltenden Normen und Richtlinien Großbritanniens entspricht.

Die UKCA-Konformitätserklärung für das Produkt ist auf Anfrage erhältlich.

## 8.5 KCC-Konformität

---

ETAS bestätigt mit der auf dem Produkt und der auf dessen Verpackung angebrachten KC-Kennzeichnung, dass das Produkt entsprechend den produktspezifisch geltenden KCC-Richtlinien der Republik Korea registriert wurde.

## 8.6 Produktrücknahme und Recycling

---

Die Europäische Union (EU) hat die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment - WEEE) erlassen, um in allen Ländern der EU die Einrichtung von Systemen zur Sammlung, Behandlung und Verwertung von Elektronikschrott sicherzustellen.

Dadurch wird gewährleistet, dass die Geräte auf eine ressourcenschonende Art und Weise recycelt werden, die keine Gefährdung für die Gesundheit des Menschen und der Umwelt darstellt.



**Abb. 8-1** WEEE-Symbol

Das WEEE-Symbol (siehe Abb. 8-1 auf Seite 102) auf dem Produkt oder dessen Verpackung kennzeichnet, dass das Produkt nicht zusammen mit dem Restmüll entsorgt werden darf.

Der Anwender ist verpflichtet, die Altgeräte getrennt zu sammeln und dem WEEE-Rücknahmesystem zur Wiederverwertung bereitzustellen.

Die WEEE-Richtlinie betrifft alle ETAS-Geräte, nicht jedoch externe Kabel oder Batterien.

Weitere Informationen zum Recycling-Programm der ETAS GmbH erhalten Sie von den ETAS Verkaufs- und Serviceniederlassungen (siehe Kapitel "Kontaktinformationen" auf Seite 130).

## 8.7 Deklarationspflichtige Stoffe

---

### Europäische Union

Einige Produkte der ETAS GmbH (z.B. Module, Boards, Kabel) verwenden Bauteile mit deklarationspflichtigen Stoffen entsprechend der REACH-Verordnung (EG) Nr.1907/2006.

Detaillierte Informationen finden Sie im ETAS Downloadcenter in der Kundeninformation „REACH Declaration“ ([www.etas.com/Reach](http://www.etas.com/Reach)). Diese Informationen werden ständig aktualisiert.

## 8.8 Verwendung von Open Source Software

---

Das Produkt verwendet Open Source Software (OSS). Diese Software ist bei Auslieferung im Produkt installiert und muss vom Anwender weder installiert noch aktualisiert werden. Auf die Verwendung der Software muss zur Erfüllung

von OSS Lizenzbedingungen hingewiesen werden. Weitere Informationen finden Sie im Dokument „OSS Attributions List“ auf der ETAS-Webseite [www.etas.com](http://www.etas.com).

## 8.9 Systemvoraussetzungen

---

### 8.9.1 Hardware

#### Stromversorgung

Für den Betrieb der Module ist eine Gleichspannungsversorgung von 5 V bis 50 V DC/ 6 V bis 50 V DC notwendig.

#### PC mit einer Ethernet-Schnittstelle

Für den Betrieb der Module ist ein PC mit einer freien Ethernet-Schnittstelle (100 Mbit/s, Full Duplex) mit RJ-45-Anschluss notwendig.

#### Voraussetzung zur erfolgreichen Initialisierung des Moduls



#### INFO

Deaktivieren Sie unbedingt die Funktion des Netzwerkkadapters Ihres PCs zum automatischen Wechsel in den Stromsparmodus bei fehlendem Datenverkehr auf der Ethernet-Schnittstelle!

#### Deaktivieren des Stromsparmodus

Wählen Sie in Systemsteuerung / Geräte-Manager / Netzwerkkadapters den verwendeten Netzwerkkadapters mit einem Doppelklick aus. Deaktivieren Sie im Register „Energieverwaltung“ die Option „Computer kann das Gerät ausschalten, um Energie zu sparen“. Bestätigen Sie Ihre Konfiguration.

Die Hersteller der Netzwerkkadapters bezeichnen diese Funktion unterschiedlich.

Beispiel:

- „Link down Power saving“
- „Allow the computer to turn off this device to save power.“

### 8.9.2 Software

Zur Konfiguration der ES441.1 sowie zur Steuerung und Datenerfassung benötigen Sie Software in den folgenden Versionen:

- INCA V6.2.0 mit ES400 INCA Add-On V1.1.3 und höher  
oder
- ES4xx Configuration Tool V1.1.3 und höher aus ES4xx\_DRV\_SW (standalone Betrieb)  
oder
- INTECRIO V3.0 mit ES400 INCA Add-On V1.1.3 und höher  
oder
- Integration in nicht XCP auf Ethernet basierende Software über C-basierende Library V1.3.0.

Ein Betrieb der ES441.1 mit eingeschränktem Funktionsumfang (u. a. keine Anwendung der Messverfahren mit qualifizierendem Signal) ist mit folgenden Software-Versionen möglich:

- INCA V5.4.1 mit ES400 INCA Add-On V1.1.0 und höher  
oder
- ES4xx Configuration Tool V1.1.0 und höher aus ES4xx\_DRV\_SW (stand-alone Betrieb)  
oder
- INTECRIO V3.x. mit ES400 INCA Add-On V1.1.0 und höher  
oder
- ES4xx driver LabVIEW Integration V1.0.0 und höher aus ES4xx\_DRV\_SW  
oder
- Integration in nicht XCP auf Ethernet basierende Software über C-basierende Library.



Ein Betrieb der ES441.1 mit älteren Software-Versionen ist nicht möglich.

## 8.10 Elektrische Daten

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Host-Schnittstelle" auf Seite 105
- "Spannungsversorgung" auf Seite 105
- "Sensorspannungsversorgung" auf Seite 106
- "Eingangskanäle" auf Seite 107



ETAS garantiert die Einhaltung der Messgenauigkeit der ES441.1 für ein Jahr. Nutzen Sie bitte unseren Kalibrierservice (siehe Kapitel 4.9 auf Seite 31)!



Soweit nicht anders angegeben, gelten alle Daten bei 25 °C.

### 8.10.1 Host-Schnittstelle

Anschluss	100Base-T Ethernet; 100 Mbit/s, Full Duplex PC Card 32 bit
Protokoll	XCP on UDP/IP
IP-Adresse	Dynamisch über INCA oder bei Stand-alone Betrieb mit ES4xx Configuration Tool aus ES4xx_DRV_SW (Standard: 192.168.40.44)



#### INFO

Beachten Sie zur erfolgreichen Initialisierung der Netzwerkkarte Ihres PCs Kapitel 8.9.1 auf Seite 103.

### 8.10.2 Spannungsversorgung

Betriebsspannung	Temperaturbereich -40 °C bis +85 °C: 5 V bis 50 V DC
	Temperaturbereich -40 °C bis +120 °C: 6 V bis 50 V DC
Leistungsaufnahme (Betrieb, Sensoren nicht angeschlossen)	typ. 1,8 W bei 12 V DC
Leistungsaufnahme (Betrieb, alle Kanäle mit 30 mA belastet)	max. 4,6 W bei 12 V DC
Leistungsaufnahme (Wartezustand, Sensoren nicht angeschlossen, Raumtemperatur)	typ. 25 mW bei 12 V DC
Verpolschutz, Überlastschutz <sup>1)</sup>	Mit Kabel CBEP410, CBEP4105, CBEP415, CBEP4155, CBEP420, CBEP4205, CBEP425, CBEP4255, CBEP430, CBEP4305
Überspannungskategorie (Netzversorgung)	II

<sup>1)</sup>: Der Einsatz des Moduls ist nur mit zentralem Load Dump Schutz zulässig.

### 8.10.3 Sensorspannungsversorgung

#### Eigenschaften

Sensorspannungsversorgungskanäle	4, separat je Eingangskanal
Ausgangsspannung	Jeder Kanal separat einstellbar: „Aus“, in Schritten (5 V, 8 V, 10 V, 12 V, 15 V) oder als Wert im Bereich von 5 V bis 15 V frei wählbar
D/A-Wandler	16 Bit (Auflösung 229 $\mu$ V)
Schutz	Ausgänge (Plus) kurzschlussfest gegen Masse und bis zu 26 V Über- spannung. Masse verbunden mit Betriebsspan- nungsmasse und mit einer Sicherung geschützt.
Diagnostik	Kurzschlusserkennung je Kanal; Über- lastbedingungen reduzieren die Aus- gangsspannung

#### Kenndaten

Parameter	Min	Max	Einheit
Genauigkeit der Sensorversorgungsspannung ohne Last	-	$\pm 10$	mV
Genauigkeit der Sensorversorgungsspannung mit 3 k $\Omega$ Last	-	$\pm 5$	mV
Widerstand der Sensorversorgungsspannun- gsausgänge inklusive Kabel CBAV411.1-2	-	1,6	Ohm
Rippelspannung $V_{pp}$ (Messung begrenzt auf 80 MHz)	-	20	mV
Max. Spannungsdrift (Temperatur)	-1	+1,2	mV/K
Ausgangsstrom	-	30	mA
Ausgangsstrombegrenzung	-	200	mA

### 8.10.4 Eingangskanäle

Anzahl Eingangskanäle	4, jeder Kanal mit separater Sensorspannungsversorgung
Eingangsspannungsbereich	±50 V
Schaltsschwellen	Hysteresese; aktiver und inaktiver Pegel individuell konfigurierbar
Schaltsschwellenbereich	-50,0 V bis +50,0 V
Schaltsschwellenauflösung	0,1 V
Genauigkeit Schaltsschwellen	±0,1 V
Temperaturdrift Schaltsschwellen	±0,2 V
Störspannungs-Filter	Entprellung, in der Applikationssoftware konfigurierbar
Pulsbreite	120 ns (min.)
Zeitauflösung	20 ns (50 MHz)
Genauigkeit Zeitauflösung	±100 ppm
Zählerlänge	32 bit
Messfunktionen	Ereigniszählung; Messung von Frequenz, Tastverhältnis, aktiver Zeitdauer, inaktiver Zeitdauer, Periodendauer, Status, Kombination von zwei Messkanälen zur Auswertung komplexer Signale
Abtastrate	0,5 bis 10000 Abtastungen/s, in der Applikationssoftware konfigurierbar
Abtastraster	0,1 ms, 0,2 ms, 0,5 ms, 1 ms, 2 ms, 5 ms, 10 ms, 20 ms, 50 ms, 0,1 s, 0,2 s, 0,5 s, 1 s, 2 s
Maximale Eingangsspannung (trockene Umgebung)	Eingang zu Eingang: 60 V DC / 30 V AC  Eingang zu Masse Versorgungsspannung oder zu Gehäuse: 60 V DC / 30 V AC
Maximale Eingangsspannung (feuchte Umgebung)	Eingang zu Eingang: 35 V DC / 16 V AC  Eingang zu Masse Versorgungsspannung oder zu Gehäuse: 35 V DC / 16 V AC
Eingangsimpedanz	> 2 MΩ    < 250 pF

## 8.11 Anschlussbelegung

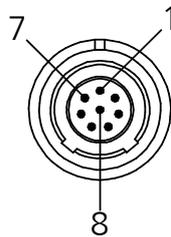
In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Themen:

- "Anschluss „IN“" auf Seite 108
- "Anschluss „OUT“" auf Seite 109
- "Anschluss „Sensor“" auf Seite 110

### INFO

Alle Anschlüsse werden mit Sicht auf die Vorderseite der ES441.1 dargestellt.  
Alle Schirme liegen auf Gehäusepotential.

### 8.11.1 Anschluss „IN“



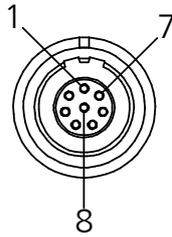
**Abb. 8-2** Anschluss „IN“

Pin	Signal	Bedeutung
1	UBatt	Betriebsspannung
2	Masse	Masse
3	RX-	Empfangsdaten, minus
4	TX-	Sendedaten, minus
5	RX+	Empfangsdaten, plus
6	Masse	Masse
7	UBatt	Betriebsspannung
8	TX+	Sendedaten, plus

Am Anschluss „IN“ ist folgender Stecker montiert:

LEMO 1B, 8-polig, L-Codierung (Anschluss grün gekennzeichnet)

### 8.11.2 Anschluss „OUT“



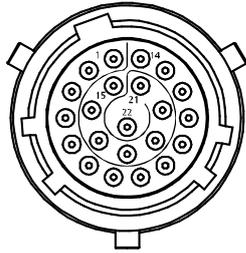
**Abb. 8-3** Anschluss „OUT“

Pin	Signal	Bedeutung
1	UBatt	Betriebsspannung
2	UBatt	Betriebsspannung
3	Masse	Masse
4	RX+	Empfangsdaten, plus
5	TX-	Sendedaten, minus
6	RX-	Empfangsdaten, minus
7	Masse	Masse
8	TX+	Sendedaten, plus

Am Anschluss „OUT“ ist folgende Buchse montiert:

LEMO 1B, 8-polig, A-Codierung (Anschluss gelb gekennzeichnet)

### 8.11.3 Anschluss „Sensor“



**Abb. 8-4** Anschluss „Sensor“

Pin	Signal	Bedeutung
1	CH2 In+	Sensorkanal 2, Eingang plus
2	CH2 SGND	Sensorkanal 2, Sensorversorgungsspannung GND <sup>*)</sup>
3	CH2 S+	Sensorkanal 2, Sensorversorgungsspannung plus
4	CH3 SGND	Sensorkanal 3, Sensorversorgungsspannung GND <sup>*)</sup>
5	CH3 S+	Sensorkanal 3, Sensorversorgungsspannung plus
6	CH3 In-	Sensorkanal 3, Eingang minus
7	CH3 In+	Sensorkanal 3, Eingang plus
8	CH4 In+	Sensorkanal 4, Eingang plus
9	CH4 In-	Sensorkanal 4, Eingang minus
10	CH4 S+	Sensorkanal 4, Sensorversorgungsspannung plus
11	CH4 SGND	Sensorkanal 4, Sensorversorgungsspannung GND <sup>*)</sup>
12	CH1 S+	Sensorkanal 1, Sensorversorgungsspannung plus
13	CH1 SGND	Sensorkanal 1, Sensorversorgungsspannung GND <sup>*)</sup>
14	CH1 In+	Sensorkanal 1, Eingang plus
15	CH2 In-	Sensorkanal 2, Eingang minus
16	CH2 TEDS+	Sensorkanal 2, TEDS+
17	CH3 TEDS+	Sensorkanal 3, TEDS+
18	TEDS+	Kabel, TEDS+
19	CH4 TEDS+	Sensorkanal 4, TEDS+
20	CH1 TEDS+	Sensorkanal 1, TEDS+
21	CH1 In-	Sensorkanal 1, Eingang -
22	CH1 TEDS-	Sensorkanal 1, TEDS-
	CH2 TEDS-	Sensorkanal 2, TEDS-
	CH3 TEDS-	Sensorkanal 3, TEDS-
	CH4 TEDS-	Sensorkanal 4, TEDS-
	TEDS-	Kabel, TEDS-

<sup>\*)</sup>: verbunden mit Masse Betriebsspannung

## 9 Kabel und Zubehör

---

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgendem Zubehör:

- "Kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel" auf Seite 112
- "Ethernetkabel" auf Seite 118
- "Kabel für den Anschluss „Sensor“" auf Seite 121
- "Schutzkappen" auf Seite 124
- "ES4xx-Haltewinkel" auf Seite 125



### INFO

---

Verwenden Sie an den Schnittstellen des Moduls ausschließlich ETAS-Kabel!  
Halten Sie die maximal zulässigen Kabellängen ein!

## 9.1 Kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Kabeln:

- "Kabel CBEP410.1" auf Seite 113
- "Kabel CBEP4105.1" auf Seite 113
- "Kabel CBEP415.1" auf Seite 114
- "Kabel CBEP4155.1" auf Seite 114
- "Kabel CBEP420.1" auf Seite 115
- "Kabel CBEP4205.1" auf Seite 115
- "Kabel CBEP425.1" auf Seite 116
- "Kabel CBEP4255.1" auf Seite 116
- "Kabel CBEP430.1" auf Seite 117
- "Kabel CBEP4305.1" auf Seite 117

### 9.1.1 Übersicht



#### **GEFAHR**

##### **Gefährliche elektrische Spannung!**

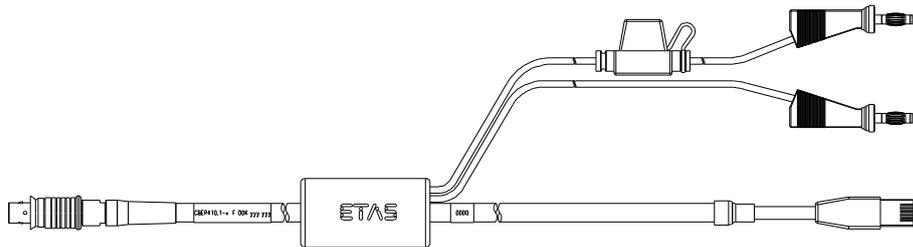
Verbinden Sie das Stromversorgungskabel nur mit einer geeigneten Fahrzeugbatterie oder mit einer geeigneten Laborstromversorgung! Der Anschluss an Netzsteckdosen ist untersagt!

Um ein versehentliches Einstecken in Netzsteckdosen zu verhindern, empfiehlt ETAS, in Bereichen mit Netzsteckdosen die kombinierten Ethernet- und Stromversorgungskabel mit Sicherheits-Bananenstecker einzusetzen.

Sie können kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel mit Standard-Bananenstecker oder mit Sicherheits-Bananenstecker verwenden:

Kabel mit Standard-Bananenstecker	Kabel mit Sicherheits-Bananenstecker
CBEP410.1	CBEP4105.1
CBEP415.1	CBEP4155.1
CBEP420.1	CBEP4205.1
CBEP425.1	CBEP4255.1
CBEP430.1	CBEP4305.1

### 9.1.2 Kabel CBEP410.1



**Abb. 9-1** Kabel CBEP410.1

Anschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Moduls an PC und Stromversorgung (Standalone-Betrieb). Versorgungsbatterie in der Nähe der Module.

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

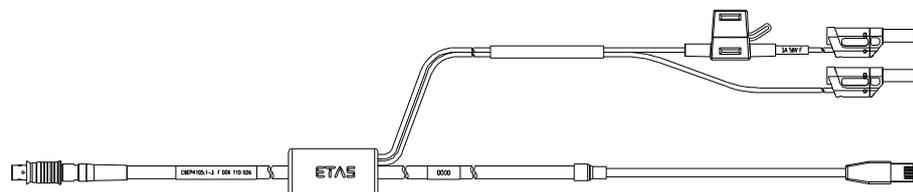
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP410.1-3	3 m	F 00K 104 927

### 9.1.3 Kabel CBEP4105.1



**Abb. 9-2** Kabel CBEP4105.1

Anschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Moduls an PC und Stromversorgung (Standalone-Betrieb). Versorgungsbatterie in der Nähe der Module.

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

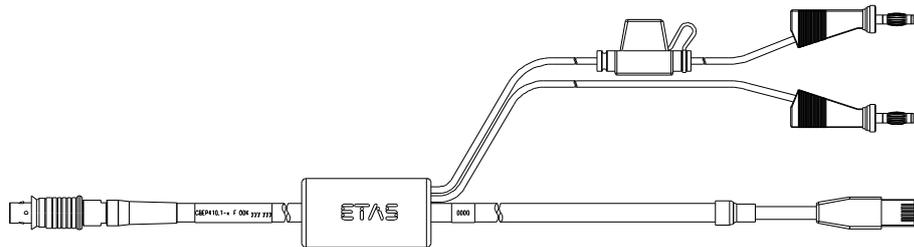
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP4105.1-3	3 m	F 00K 110 026

### 9.1.4 Kabel CBEP415.1



**Abb. 9-3** Kabel CBEP415.1

Anschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Moduls an PC und Stromversorgung (Standalone-Betrieb). Versorgungsbatterie am anderen Ende (d.h. im Kofferraum).

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

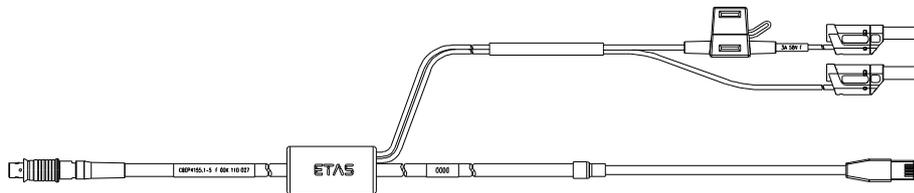
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V)).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP415.1-5	5 m	F 00K 105 680

### 9.1.5 Kabel CBEP4155.1



**Abb. 9-4** Kabel CBEP4155.1

Anschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Moduls an PC und Stromversorgung (Standalone-Betrieb). Versorgungsbatterie am anderen Ende (d.h. im Kofferraum).

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

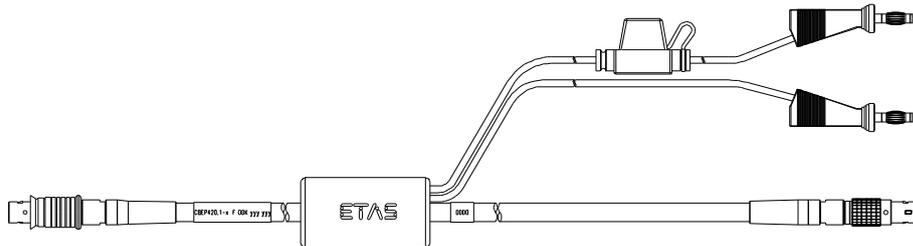
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V)).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP4155.1-5	5 m	F 00K 110 027

### 9.1.6 Kabel CBEP420.1



**Abb. 9-5** Kabel CBEP420.1

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls mit einem ES600-Netzwerkmodul oder ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul (falls der Stromverbrauch der angeschlossenen ES4xx/ES63x-Kette 2,5 A übersteigt), einer ES1135 Simulations- / Systemcontroller-Karte oder eines ES720 Drive Recorders.

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

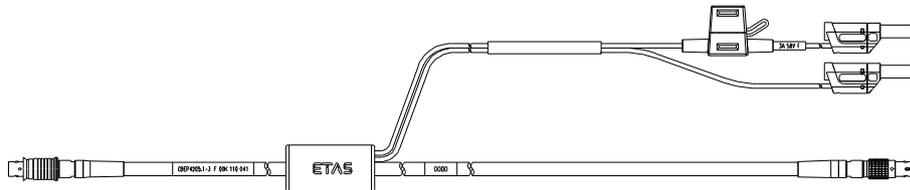
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP420.1-3	3 m	F 00K 105 292

### 9.1.7 Kabel CBEP4205.1



**Abb. 9-6** Kabel CBEP4205.1

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls mit einem ES600-Netzwerkmodul oder ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul (falls der Stromverbrauch der angeschlossenen ES4xx/ES63x-Kette 2,5 A übersteigt), einer ES1135 Simulations-/Systemcontroller-Karte oder eines ES720 Drive Recorders.

Nicht kompatibel mit ES610, ES611, ES620 und ES650. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBEP120 verwenden.

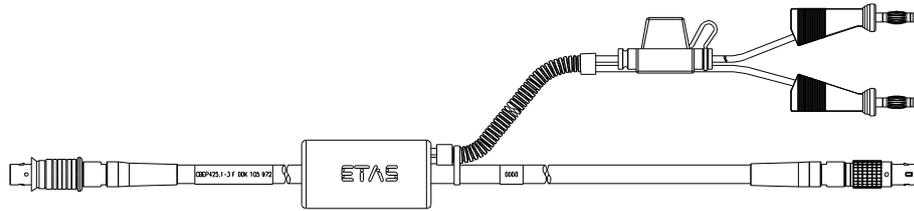
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP4205.1-3	3 m	F 00K 110 041

### 9.1.8 Kabel CBEP425.1



**Abb. 9-7** Kabel CBEP425.1

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls mit einem ES600-Netzwerkmodul oder ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul (falls der Stromverbrauch der angeschlossenen ES4xx/ES63x/ES93x-Kette 2,5 A übersteigt), einer ES1135 Simulations-/Systemcontroller-Karte oder eines ES720 Drive Recorders.

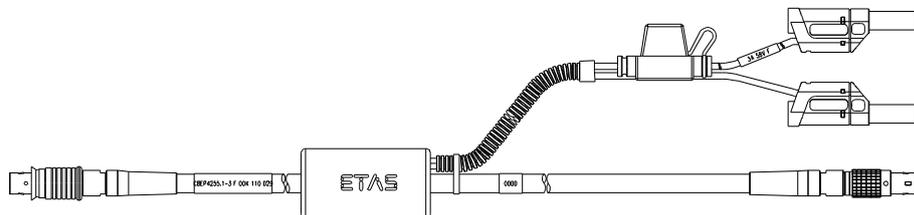
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP425.1-3	3 m	F 00K 105 972

### 9.1.9 Kabel CBEP4255.1



**Abb. 9-8** Kabel CBEP4255.1

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls mit einem ES600-Netzwerkmodul oder ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul (falls der Stromverbrauch der angeschlossenen ES4xx/ES63x/ES93x-Kette 2,5 A übersteigt), einer ES1135 Simulations-/Systemcontroller-Karte oder eines ES720 Drive Recorders.

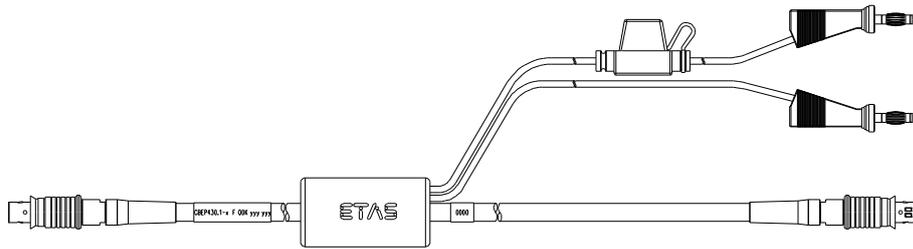
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP4255.1-3	3 m	F 00K 110 029

### 9.1.10 Kabel CBEP430.1



**Abb. 9-9** Kabel CBEP430.1

Zur Verkettung von ES4xx/ES63x/ES93x-Modulen und zum Anschluss einer ES4xx/ES63x/ES93x-Kette an ein ES910.3 Rapid Prototyping Modul. Zusätzliche Verbindung zur Stromversorgung, um Spannungsverluste in langen Ketten auszugleichen.

Nicht kompatibel mit ES59x, ES6xx und ES11xx. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBE130 oder CBE140 verwenden.

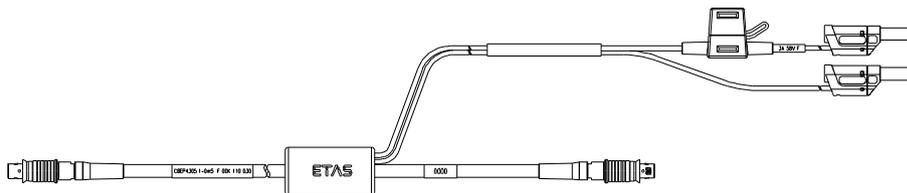
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP430.1-0m5	0,5 m	F 00K 104 928

### 9.1.11 Kabel CBEP4305.1



**Abb. 9-10** Kabel CBEP4305.1

Zur Verkettung von ES4xx/ES63x/ES93x-Modulen und zum Anschluss einer ES4xx/ES63x/ES93x-Kette an ein ES910.3 Rapid Prototyping Modul. Zusätzliche Verbindung zur Stromversorgung, um Spannungsverluste in langen Ketten auszugleichen.

Nicht kompatibel mit ES59x, ES6xx und ES11xx. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBE130 oder CBE140 verwenden.

Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

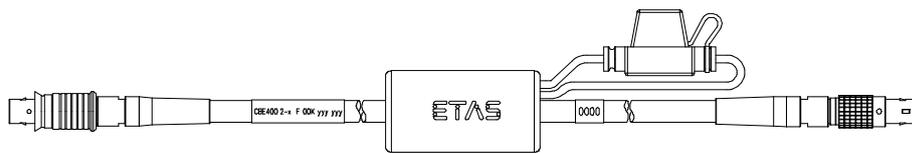
Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEP4305.1-0m5	0,5 m	F 00K 110 030

## 9.2 Ethernetkabel

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zu folgenden Kabeln:

- "Kabel CBE400.2" auf Seite 118
- "Kabel CBE401.1" auf Seite 118
- "Kabel CBE430.1" auf Seite 119
- "Kabel CBE431.1" auf Seite 119
- "Kabel CBEX400.1" auf Seite 119
- "ES4xx\_BRIDGE" auf Seite 120

### 9.2.1 Kabel CBE400.2



**Abb. 9-11** Kabel CBE400.2

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls an ein ES600-Netzwerkmodul oder an ein ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul.

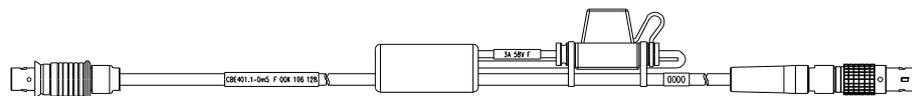
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBE400.2-3	3 m	F 00K 104 920

### 9.2.2 Kabel CBE401.1



**Abb. 9-12** Kabel CBE401.1

Ethernet- und Spannungsversorgungsanschluss eines ES4xx/ES63x/ES93x-Messmoduls an ein ES600-Netzwerkmodul oder an ein ES592/ES593-D/ES595-Schnittstellenmodul.

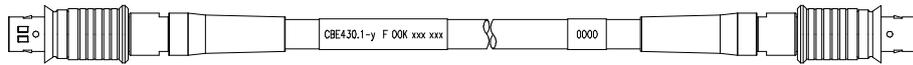
Im Kabel befindet sich eine auswechselbare Sicherung (MINI Kfz-Flachsicherung, flink, 3 A, 58 V).

Robust, wasser- und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBE401.1-0m5	0,5 m	F 00K 106 128

### 9.2.3 Kabel CBE430.1



**Abb. 9-13** Kabel CBE430.1

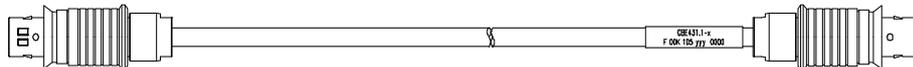
Kabel zur Verkettung von ES4xx/ES63x/ES93x-Modulen. Nicht kompatibel mit ES59x, ES6xx, ES11xx. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBE130 oder CBE140 verwenden.

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBE430.1-0m45	0,45 m	F 00K 104 923

### 9.2.4 Kabel CBE431.1



**Abb. 9-14** Kabel CBE431.1

Hochflexibles Kabel zur Verkettung aneinanderliegender ES4xx/ES63x/ES93x-Module.

Nicht kompatibel mit ES59x, ES6xx, ES11xx. Zur Verbindung dieser Module Kabel CBE130 oder CBE140 verwenden.

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBE431.1-0m14	0,14 m	F 00K 105 676
CBE431.1-0m3	0,30 m	F 00K 105 685

### 9.2.5 Kabel CBEX400.1



**Abb. 9-15** Kabel CBEX400.1

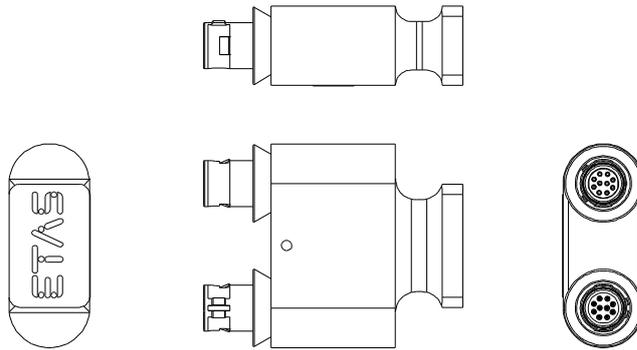
Verlängerung für ES4xx/ES63x/ES93x Ethernet-Kabel. Dient auch zur Verlängerung des Anschlusses von ES4xx-Modulen an den PC, ein ES600-Modul oder an eine ES1135, z.B. bei Durchführung der Verkabelung durch die Spritzwand.

Robust, wasserdicht und staubdicht (IP67).

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C / -40 °F bis +257 °F

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBEX400.1-3	3 m	F 00K 105 294

## 9.2.6 ES4xx\_BRIDGE



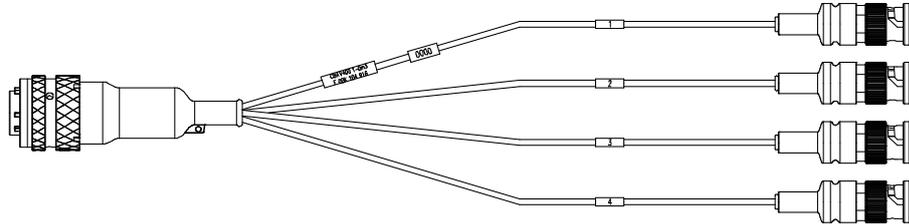
**Abb. 9-16** ES4xx Bridge

Brückenstecker zur Ethernetverbindung von aneinander montierten ES400 Modulen. Erlaubt sehr kompakte Messaufbauten. IP67-konform.

Produkt	Bestellnummer
ES4xx_BRIDGE	F 00K 105 684

## 9.3 Kabel für den Anschluss „Sensor“

### 9.3.1 Kabel CBAV400.1

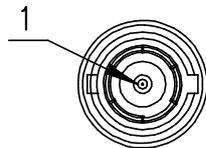


**Abb. 9-17** Kabel CBAV400.1

Das Kabel CBAV400.1 besteht aus vier identischen Kabelsträngen, gekennzeichnet mit n=1 bis n=4. Jeder Kabelstrang [n] ist jeweils einem ES4xx-Messkanal [n] zugeordnet und nach dem selben Schema verkabelt.

#### INFO

Die Sensorversorgungsspannung des Moduls kann bei Verwendung des Kabels CBAV400.1 **nicht** genutzt werden.



**Abb. 9-18** Anschluss „Sensor“ (ein Kabelstrang)

Die Zuordnung der Anschlüsse des BNC-Steckers eines Kabelstranges zu den Signalen eines Messkanals [n] ist in der Tabelle dargestellt.

Pin	Signal	Bedeutung
1 (innen)	CH[n] In+	Messkanal [n], Eingang (+)
Aussen	CH[n] In-	Messkanal [n], Eingang (-)

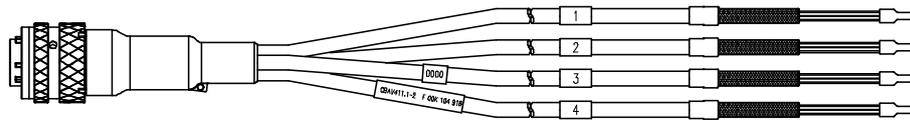
#### Hinweise zur Anwendung

Haben Sie in Ihrem Messaufbau Module mit BNC-Verkabelung gegen ES4xx-Module ausgetauscht, können Sie durch den Einsatz dieser Adapterkabel die bisherige Verkabelung Ihres Messaufbaus weiter verwenden.

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBAV400.1-0m3	0,3 m	F 00K 104 916

### 9.3.2 Kabel CBAV411.1



**Abb. 9-19** Kabel CBAV411.1

Das Kabel CBAV411.1-2 besteht aus vier identischen Kabelsträngen, gekennzeichnet mit  $n=1$  bis  $n=4$ . Jeder Kabelstrang  $[n]$  ist jeweils einem ES4xx-Messkanal  $[n]$  zugeordnet und nach dem selben Schema verkabelt.

Die Zuordnung der Anschlüsse der Kabel eines Kabelstranges zu den Signalen eines Messkanals  $[n]$  ist in der Tabelle dargestellt.

Signal	Bedeutung	Farbe
CH $[n]$ In+	Messkanal $[n]$ , Eingang (+)	grün
CH $[n]$ In-	Messkanal $[n]$ , Eingang (-)	gelb
CH $[n]$ S+	Messkanal $[n]$ , Sensorversorgungsspannung (+)	braun
CH $[n]$ SGND	Messkanal $[n]$ , Sensorversorgungsspannung (GND)	rosa
CH $[n]$ TEDS+	Messkanal $[n]$ , Schnittstelle TEDS (+) <sup>*)</sup>	grau
CH $[n]$ TEDS-	Messkanal $[n]$ , Schnittstelle TEDS (-) <sup>*)</sup>	weiss

<sup>\*)</sup> TEDS nach IEEE1451.4

#### Hinweise zur Anwendung

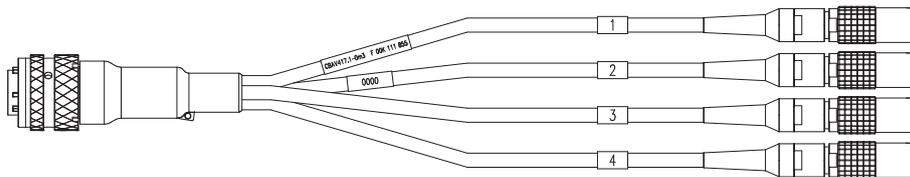
Mit dem universellen Kabel CBAV411.1 können Sensoren oder Messwertwandler an das ES4xx-Modul angeschlossen werden.

Sie können den offenen Anschluss des Sensorkabels CBAV411.1 selbst konfektionieren und an das spezifische Steckverbindersystem Ihres Messaufbaus anpassen.

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C

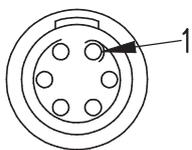
Produkt	Länge	Bestellnummer
CBAV411.1-2	2 m	F 00K 104 918

### 9.3.3 Kabel CBAV417.1



**Abb. 9-20** Kabel CBAV417.1

Das Sensoranschlusskabel CBAV417.1 besteht aus vier identischen Kabelsträngen mit LEMO-Stecker, gekennzeichnet mit n=1 bis n=4. Jeder Kabelstrang [n] ist jeweils einem ES4xx-Messkanal [n] zugeordnet und nach dem selben Schema verkabelt.



**Abb. 9-21** Anschluss „Sensor“ (ein Kabelstrang)

Die Zuordnung der Anschlüsse des LEMO-Steckers eines Kabelstranges zu den Signalen eines Messkanals [n] ist in der Tabelle dargestellt.

Pin	Signal	Bedeutung
1	CH[n] In+	Messkanal [n], Eingang (+)
2	CH[n] In-	Messkanal [n], Eingang (-)
4	CH[n] S+	Messkanal [n], Sensorversorgungsspannung (+)
5	CH[n] SGND	Messkanal [n], Sensorversorgungsspannung GND *)

\*) verbunden mit Masse Betriebsspannung

#### Hinweise zur Anwendung

Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C

Produkt	Länge	Bestellnummer
CBAV417.1-0m3	0,3 m	F 00K 111 855

## 9.4 Schutzkappen

Die Anschlüsse „IN“ und „OUT“ der ES4xx können mit unterschiedlichen Schutzkappen den Einsatzbedingungen entsprechend geschützt werden.

### 9.4.1 Mitgelieferte Schutzkappen

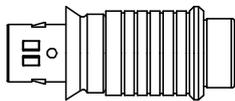
Die Anschlüsse „IN“ und „OUT“ der ES4xx sind im Lieferzustand mit einfachen Staub- und Transportschutzkappen abgedeckt. Diese Kappen sind nur für den eingeschränkten Temperaturbereich von -40 °C bis +70 °C spezifiziert.



#### INFO

Die mitgelieferten Schutzkappen sind kein Ersatz für die Kappen CAP\_LEMO\_1B und CAP\_LEMO\_1B\_LC.

### 9.4.2 Kappe CAP\_LEMO\_1B

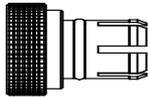


**Abb. 9-22** Kappe CAP\_LEMO\_1B

Die Kappe CAP\_LEMO\_1B schützt den Anschluss „IN“ bzw. „OUT“ vor Schmutz nach IP67.

Produkt	Bestellnummer
CAP_LEMO_1B	F 00K 105 298

### 9.4.3 Kappe CAP\_LEMO\_1B\_LC

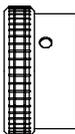


**Abb. 9-23** Kappe CAP\_LEMO\_1B\_LC

Die Kappe CAP\_LEMO\_1B\_LC schützt den Anschluss „IN“ bzw. „OUT“ kostengünstig vor Schmutz. Die Kappe CAP\_LEMO\_1B\_LC schützt den Anschluss „IN“ bzw. „OUT“ kostengünstig vor Schmutz.

Produkt	Bestellnummer
CAP_LEMO_1B_LC	F 00K 105 683

### 9.4.4 Kappe CAP\_SOURIAU\_8STA



**Abb. 9-24** Kappe CAP\_SOURIAU\_8STA

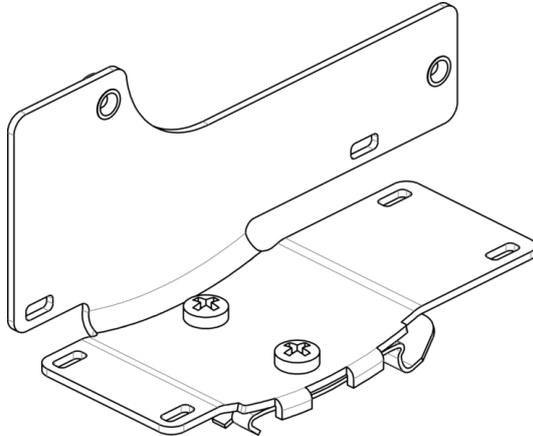
Die Kappe CAP\_SOURIAU\_8STA schützt den Anschluss „Sensor“ vor Wasser und Schmutz.

Produkt	Bestellnummer
CAP_SOURIAU_8STA	F 00K 105 303

## 9.5 ES4xx-Haltewinkel

---

### 9.5.1 ES4xx-Haltewinkel links

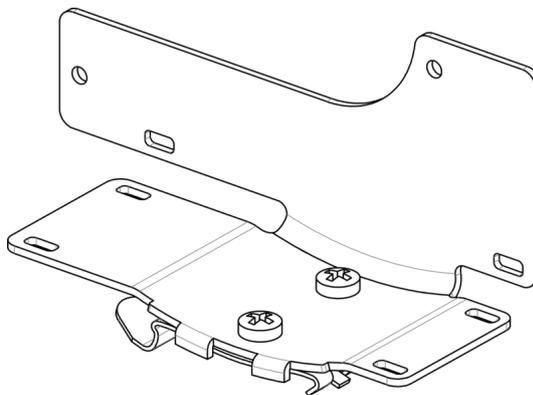


**Abb. 9-25** ES4xx-Haltewinkel links

Verbindungswinkel zur Montage von ES4xx Modulen an eine DIN-Schiene 35 x 7,5 (EN 60715 TH35). Rostfreier V2A-Stahl. Zur Montage an die linke Seite eines ES4xx Moduls.

Produkt	Bestellnummer
ES4xx Angle Bracket left	F 00K 107 175

### 9.5.2 ES4xx-Haltewinkel rechts



**Abb. 9-26** ES4xx-Haltewinkel rechts

Verbindungswinkel zur Montage von ES4xx Modulen an eine DIN-Schiene 35 x 7,5 (EN 60715 TH35). Rostfreier V2A-Stahl. Zur Montage an die rechte Seite eines ES4xx Moduls.

Produkt	Bestellnummer
ES4xx Angle Bracket right	F 00K 107 176

## 10 Bestellinformationen

---

### 10.1 ES441.1

---

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
ES441.1 Zähler- und Frequenz-Modul mit Sensorversorgung (4-CH)	ES441.1	F 00K 105 785

#### Lieferumfang

ES441.1 Counter and Frequency Module with Sensor Supply (4 channels, for universal splitter cable),  
CDROM ES4xx\_DRV\_SW\_CD (drivers for ES4xx and documentation), List "Content of this Package", ES4xx Safety Advice, China-RoHS-leaflet\_Compact\_green\_cn, Kalibrier-Zertifikat



#### INFO

Kabel sind nicht Bestandteil des Lieferumfangs des Moduls und müssen separat bestellt werden (siehe Kapitel 10.2.1 auf Seite 126).

## 10.2 Zubehör

---

### 10.2.1 Kabel



#### INFO

Wenn Sie maßgeschneiderte Kabel benötigen, wenden Sie sich bitte an Ihren ETAS-Kontaktpartner oder an [sales.de@etas.com](mailto:sales.de@etas.com).

#### 10.2.1.1 Kabel für die Anschlüsse „IN“ und „OUT“

##### Ethernet-Kabel

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Ethernet Chain Connection Cable, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL (8mc-8fc), 3 m	CBE400.2-3	F 00K 104 920
Ethernet Chain Connection Cable, Highly Flexible, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL (8mc-8fc), 0,5 m	CBE401.1-0m5	F 00K 106 128
Ethernet Chain Connection Cable, Lemo 1B FGA - Lemo 1B FGL (8mc-8fc), 0m45	CBE430.1-0m45	F 00K 104 923

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Ethernet Chain Connection Cable, Highly Flexible, Lemo 1B FGA - Lemo 1B FGL (8mc-8fc, 0m14)	CBE431.1-0m14	F 00K 105 676
Ethernet Chain Connection Cable, Highly Flexible, Lemo 1B FGA - Lemo 1B FGL (8mc-8fc, 0m30)	CBE431.1-0m30	F 00K 105 685
Ethernet Extension Cable, Lemo 1B PHL - Lemo 1B FGL (8mc-8fc), 3 m	CBEX400.1-3	F 00K 105 294

### Kombinierte Ethernet- und Stromversorgungskabel

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Ethernet PC Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGL - RJ45 - Banana (8fc-8mc-2mc), 3 m	CBEP410.1-3	F 00K 104 927
Ethernet PC Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGL - RJ45 - Safety Banana (8fc-8mc-2mc), 3 m	CBEP4105.1-3	F 00K 110 026
Ethernet PC Connection and Power Supply Cable, Power Feeder close to PC, Lemo 1B FGL - RJ45 - Banana (8fc-8mc-2mc), 5 m	CBEP415.1-5	F 00K 105 680
Ethernet PC Connection and Power Supply Cable, Power Feeder close to PC, Lemo 1B FGL - RJ45 - Safety Banana (8fc-8mc-2mc), 5 m	CBEP4155.1-5	F 00K 110 027
Ethernet Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL - Banana (8mc-8fc-2mc), 3 m	CBEP420.1-3	F 00K 105 292
Ethernet Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL - Safety Banana (8mc-8fc-2mc), 3 m	CBEP4205.1-3	F 00K 110 041
Ethernet Connection and Power Supply Cable, Power Feeder close to Interface Module, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL - Banana (8mc-8fc-2mc), 3 m	CBEP425.1-3	F 00K 105 972
Ethernet Connection and Power Supply Cable, Power Feeder close to Interface Module, Lemo 1B FGF - Lemo 1B FGL - Safety Banana (8mc-8fc-2mc), 3 m	CBEP4255.1-3	F 00K 110 029
Ethernet Chain Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGL - Lemo 1B FGA - Banana (8fc-8mc-2mc), 0m5	CBEP430.1-0m5	F 00K 104 928
Ethernet Chain Connection and Power Supply Cable, Lemo 1B FGL - Lemo 1B FGA - Safety Banana (8fc-8mc-2mc), 0m5	CBEP4305.1-0m5	F 00K 110 030

## Ethernet-Brücke

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Bridge to connect two assembled ES4xx Modules	ES4xx_BRIDGE	F 00K 105 684

### 10.2.1.2 Kabel für den Anschluss „Sensor“

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Analog Input Splitter Cable, Souriau 8ST12-35 - BNC (22mc-4x2fc), 0m3	CBAV400.1-0m3	F 00K 104 916
Analog Input Splitter Cable, Souriau 8ST12-35 - open wires (22mc-4c), 2 m	CBAV411.1-2	F 00K 104 918
Analog Input Splitter Cable, Souriau 8ST12-35 - Lemo 0B PHG (22mc-4x6fc), 0m3	CBAV412.1-0m3	F 00K 104 919
Analog Input Splitter Cable, Souriau 8ST12-35 - Lemo 1B PHG (22mc-4x6fc), 0m3	CBAV417.1-0m3	F 00K 111 855

### 10.2.2 Schutzkappen

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Cap to protect open Lemo 1B sockets against dirt	CAP_Lemo_1B	F 00K 105 298
Cap to protect open Lemo 1B sockets against dirt, cost effective	CAP_Lemo_1B_LC	F 00K 105 683
Cap to protect unused Souriau sockets against dirt and water	CAP_SOURIAU_8STA	F 00K 105 303

### 10.2.3 ES4xx-Haltewinkel

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
ES4xx Angle Bracket left	ES4xx_AB_L	F 00K 107 175
ES4xx Angle Bracket right	ES4xx_AB_R	F 00K 107 176

### 10.2.4 Kalibrierung

#### **HINWEIS**

ETAS empfiehlt ein Kalibrierungsintervall von 12 Monaten.

#### 10.2.4.1 Werks-Kalibrierung

##### Werks-Kalibrierservice

- Überprüfung der Messgenauigkeit
- Ausstellung eines standardkonformen Kalibrierscheins

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Calibration service for ES441	C_ES441	F-00K-112-738

**Justageservice**

- Überprüfung der Messgenauigkeit
- Justage der Messgenauigkeit auf die kleinstmögliche Abweichung
- Ausstellung standardkonformer Kalibrierscheine vor und nach der Justage

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
Adjustment service for ES441	A_ES441	F-00K-105-802

**10.2.4.2 Akkreditierte Kalibrierung****Akkreditierter Kalibrierservice gemäß ISO/IEC 17025**

- Überprüfung der Messgenauigkeit durch akkreditiertes Kalibrierlabor<sup>1</sup>
- Ausstellung eines ISO/IEC 17025 konformen, international anerkannten Kalibrierscheins<sup>2</sup>

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
DAkkS calibration service for ES441	DAkkS_C_ES441	F-00K-112-781

**Akkreditierter Justageservice gemäß ISO/IEC 17025**

- Überprüfung der Messgenauigkeit durch akkreditiertes Kalibrierlabor<sup>1</sup>
- Justage der Messgenauigkeit auf die kleinstmögliche Abweichung
- Ausstellung ISO/IEC 17025 konformer, international anerkannter Kalibrierscheine vor und nach der Justage<sup>2</sup>

Bestellname	Kurzname	Bestellnummer
DAkkS adjustment service for ES441	DAkkS_A_ES441	F-00K-111-778

---

1. Akkreditierung durch Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS)  
2. Überwachung des Kalibrierscheins durch DAkkS

## 11 Kontaktinformationen

---

### ETAS Hauptsitz

ETAS GmbH

Borsigstraße 24  
70469 Stuttgart  
Deutschland

Telefon: +49 711 3423-0  
Fax: +49 711 3423-2106  
Internet: [www.etas.com](http://www.etas.com)

### ETAS Regionalgesellschaften und Technischer Support

Informationen zu Ihrem lokalen Vertrieb und zu Ihrem lokalen Technischen Support bzw. den Produkt-Hotlines finden Sie im Internet:

ETAS Regionalgesellschaften    Internet: [www.etas.com/de/contact.php](http://www.etas.com/de/contact.php)  
ETAS Technischer Support        Internet: [www.etas.com/de/hotlines.php](http://www.etas.com/de/hotlines.php)

## Abbildungsverzeichnis

---

Abb. 3-1	Zentrale und dezentrale Sensorverkabelung .....	14
Abb. 3-2	Frontseite .....	17
Abb. 4-1	ES441.1 Gehäuse .....	19
Abb. 4-2	Blockdiagramm .....	20
Abb. 4-3	Eingangsstufe .....	20
Abb. 4-4	Definition der Hysterese für den Eingangskanal .....	21
Abb. 4-5	Sensorversorgung für einen Sensorkanal .....	22
Abb. 4-6	Nachrichtenformat „XCP on UDP“ (schematisch) .....	23
Abb. 4-7	Zeitmultiplexe Datenübertragung zwischen einer ES400-Modulkette und PC ..	26
Abb. 4-8	Übertragungsschema für Beispiel 1 (vereinfacht; nicht maßstabsgetreu) ...	26
Abb. 4-9	Zeitmultiplexe Datenübertragung zwischen einer ES400-Modulkette und PC ..	27
Abb. 4-10	Übertragungsschema für Beispiel 2 (vereinfacht; nicht maßstabsgetreu) ...	27
Abb. 5-1	Aktiver und inaktiver Status .....	34
Abb. 5-2	Aktiver und inaktiver Puls .....	35
Abb. 5-3	Periode, beginnend mit einer aktiv-inaktiven Flanke .....	35
Abb. 5-4	Zyklus, beginnend mit einer inaktiv-aktiven Flanke und n=3 .....	36
Abb. 5-5	Zyklus, beginnend mit einer aktiv-inaktiven Flanke und n=3 .....	36
Abb. 5-6	Abtastung der Daten .....	37
Abb. 5-7	Überabtastung .....	37
Abb. 5-8	Messung aktiver und inaktiver Status (festes Messraster) .....	39
Abb. 5-9	Zählung der inaktiv-aktiven Flanken .....	41
Abb. 5-10	Zählung der aktiv-inaktiven Flanken .....	41
Abb. 5-11	Zählung der inaktiv-aktiven und der aktiv-inaktiven Flanken .....	42
Abb. 5-12	Zählung von Zyklen .....	42
Abb. 5-13	Zählung der inaktiv-aktiven Flanken mit Rücksetzen mit der inaktiv-aktiven Flanke des qualifizierender Kanals .....	43
Abb. 5-14	Zählung der inaktiv-aktiven Flanken während dem aktivem Status des qualifizie- renden Signals .....	44
Abb. 5-15	Zählung der inaktiv-aktiven Flanken im Zählermodus „Up/Down1“ .....	45
Abb. 5-16	Zählung der inaktiv-aktiven Flanken im Zählermodus „Up/Down3“ .....	45
Abb. 5-17	Zählermodus „Up/Down“ .....	46
Abb. 5-18	Zählermodus X1 .....	48
Abb. 5-19	Zählermodus X2 .....	48
Abb. 5-20	Zählermodus X4 .....	49
Abb. 5-21	Messung der aktiven Zeit während der letzten Periode .....	52
Abb. 5-22	Messung der aktiven Zeit eines Zyklus .....	52
Abb. 5-23	Messung der aktiven Zeit zwischen zwei Abtastpunkten .....	52

Abb. 5-24	Messung der aktiven Zeit bis zum letzten aktuellen Abtastzeitpunkt	52
Abb. 5-25	Messung der Periodendauer	53
Abb. 5-26	Messung der aktiven Zeit während aktivem qualifizierendem Signal	54
Abb. 5-27	Frequenzmessung innerhalb der letzten Periode	56
Abb. 5-28	Frequenzmessung innerhalb eines Zyklus	56
Abb. 5-29	Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes während aktivem Status des qualifizierenden Signals	57
Abb. 5-30	Bestimmung des Vorzeichens des ermittelten Frequenzwertes während gleichem Status der Signale am Messkanal und am qualifizierenden Kanal	58
Abb. 5-31	Timeout	60
Abb. 5-32	16-2 „Drehzahlgeberrad“	61
Abb. 5-33	Prinzip des Eingangssignals eines „Drehzahlgeberrads“	61
Abb. 6-1	Lage des Druckausgleichelements	63
Abb. 6-2	Befestigungsmöglichkeiten an den ES400-Modulen	63
Abb. 6-3	Zugang zu den integrierten Montageelementen	63
Abb. 6-4	Herausgeschraubte integrierte Montageelemente	64
Abb. 6-5	ES400-Module mit den integrierten Montageelementen verbinden	64
Abb. 6-6	Miteinander verbundene ES400-Module	65
Abb. 6-7	Befestigung an anderen Bauteilen mit den integrierten Montageelementen	67
Abb. 6-8	Verbinden mit weiteren Modulen	68
Abb. 6-9	Befestigung an einem ES4xx-Haltewinkel (links) mit den integrierten Montageelementen	69
Abb. 6-10	Befestigung an anderen Bauteilen mit zusätzlichen Schrauben	71
Abb. 6-11	Befestigung an Hutschienen mit zusätzlichen Schrauben	73
Abb. 6-12	Durchbrüche für Kabelbinder an ES400-Modulen	75
Abb. 6-13	Bohrschablone	77
Abb. 6-14	ES400 Module und weitere ETAS Module für MC-Applikationen	78
Abb. 6-15	ES400 Module mit ES910 und weiteren ETAS Modulen für Rapid Prototyping-Applikationen	79
Abb. 6-16	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen (Measurement and Calibration)	80
Abb. 6-17	ES400 Module mit weiteren ETAS Modulen und Drive Recorder (Measurement and Calibration)	81
Abb. 6-18	ES400 Module mit ES910.3 (Rapid Prototyping)	82
Abb. 6-19	ES400 Module mit ES910.3 und Drive Recorder (Rapid Prototyping)	83
Abb. 6-20	ES400 Module mit ETAS RTPRO-PC (Rapid Prototyping)	84
Abb. 6-21	ES441.1 mit ES4xx_BRIDGE	86
Abb. 8-1	WEEE-Symbol	102
Abb. 8-2	Anschluss „IN“	108
Abb. 8-3	Anschluss „OUT“	109
Abb. 8-4	Anschluss „Sensor“	110

Abb. 9-1	Kabel CBEP410.1	113
Abb. 9-2	Kabel CBEP4105.1	113
Abb. 9-3	Kabel CBEP415.1	114
Abb. 9-4	Kabel CBEP4155.1	114
Abb. 9-5	Kabel CBEP420.1	115
Abb. 9-6	Kabel CBEP4205.1	115
Abb. 9-7	Kabel CBEP425.1	116
Abb. 9-8	Kabel CBEP4255.1	116
Abb. 9-9	Kabel CBEP430.1	117
Abb. 9-10	Kabel CBEP4305.1	117
Abb. 9-11	Kabel CBE400.2	118
Abb. 9-12	Kabel CBE401.1	118
Abb. 9-13	Kabel CBE430.1	119
Abb. 9-14	Kabel CBE431.1	119
Abb. 9-15	Kabel CBEX400.1	119
Abb. 9-16	ES4xx Bridge	120
Abb. 9-17	Kabel CBAV400.1	121
Abb. 9-18	Anschluss „Sensor“ (ein Kabelstrang)	121
Abb. 9-19	Kabel CBAV411.1	122
Abb. 9-20	Kabel CBAV417.1	123
Abb. 9-21	Anschluss „Sensor“ (ein Kabelstrang)	123
Abb. 9-22	Kappe CAP_LEMO_1B	124
Abb. 9-23	Kappe CAP_LEMO_1B_LC	124
Abb. 9-24	Kappe CAP_SOURIAU_8STA	124
Abb. 9-25	ES4xx-Haltewinkel links	125
Abb. 9-26	ES4xx-Haltewinkel rechts	125

# Index

---

## A

Abtaste	37, 107
Abtastung	37
Anschluss „IN“	108
Anschluss „OUT“	109
Anschluss „Sensor“	17, 110
Anschlussbelegung	99, 108
Anschlüsse	17
Applikationen	31, 78, 85
Arbeitssicherheit	9, 10
Auflösung	21

## B

Beispiel	61
Bestellinformationen	126
Betriebszustand	18
Binär-Zähler	24
Blockdiagramm	20
Bohrschablone	77

## D

Daisy Chain-Topologie	15
Daisy-Chain-Anschlüsse	17, 85
DAkKS	129
Daten	
elektrische	104
mechanische	101
Datenübertragung	23
Definitionen	34
Deutsche Akkreditierungsstelle	129
Dezentrales Verkabelungskonzept	15
Dokumentation	9
Druckausgleichselement	63
Duplex-Betrieb	23
Durchbrüche für Kabelbinder	64

## E

Eigenschaften nach IP67	63
Eingangskanäle	107
Eingangsspannung	
maximale	107
Eingangsstufe	20
Elektrische Daten	104
Elektrosicherheit	10
Ethernet-Frame	24

## F

Fahrgastzelle	16
Firmware-Aktualisierung	31
Flüssigkeiten	63
Frequenzmessung	55
Funktionszustand	18

## G

Gehäuse	16
Generator	24
Gerätekalibrierung	128

## H

Host-Schnittstelle	105
HSP	31

## I

Inbetriebnahme	62
Initialisierung	103
Inverter	21

## K

### Kabel

CBAV400.1	121
CBAV411.1	122
CBAV417.1	123
CBE400.2	118
CBE401.1	118
CBE430.1	119
CBE431.1	119
CBEP410.1	113
CBEP4105.1	113
CBEP415.1	114
CBEP4155.1	114
CBEP420.1	115
CBEP4205.1	115
CBEP425.1	116
CBEP4255.1	116
CBEP430.1	117
CBEP4305.1	117
CBEX400.1	119

Kabel, Anschluss „Sensor“	121
Kabelbinder	64, 75
Kalibrierung	31, 128
Kalibrierung nach ISO/IEC 17025	129
Kappe CAP_Lemo_1B	124
Kappe CAP_Lemo_1B_LC	124
Kappe CAP_SOURIAU_8STA	124
KCC-Konformität	102
Kennzeichnung des Produktes	98
Kommunikationsprotokolle	23
Konfiguration	31
Konfigurierbare Hysteres	21

## L

LED	18
Legende	34
Lieferumfang	8
Lokalisieren des Moduls	15

## M

MAC-Adresse	24
Master-Funktion	23
Mechanische Daten	101
Mehrfacheinspeisung	28
Messfunktionen	38
Messgenauigkeit, Einhaltung der	104
Messkanäle	20

Messraster	37	<b>T</b>	
Messverfahren	40, 51, 55	Timeout	60
Modulkennung	23	Tool-Integration	31
Montageelemente, integrierte	63	<b>U</b>	
MultiCore-Prozessor	89	Überabtastung	37
<b>N</b>		Überlauf	39
NDIS-Protokoll	89	UKCA-Konformität	101
Normen	99	Umgebungstemperatur	99
<b>P</b>		Unfallverhütung	9
PC Card	88	<b>V</b>	
PC Netzwerkadapter	103	Verkabelung	85
Pegel	21	Verkabelung Daisy-Chain	85
Periode	35	Verkabelung, Sensor	85
Potentialunterschiede	28	Verkabelungskonzepte	14
Produkt		Versorgungsspannung	105
Haftungsausschluss	9	Verwendung, bestimmungsgemäße	9
Produktrücknahme	102	<b>W</b>	
Protokoll, UDP/IP	23	Wasser	63
Protokoll, XCP	23	Waste Electrical and Electronic Equipment	
Puls	35	- WEEE	102
Pulsbreite	20	WEEE-Rücknahmesystem	102
<b>Q</b>		<b>X</b>	
Qualifikation, erforderliche	9	XCP	15, 31
<b>R</b>		XCP-Protokoll	23
Raster	37	<b>Y</b>	
Rauschunterdrückung	21	Y-Boostkabel	28
REACH-Verordnung	102	<b>Z</b>	
Recycling	102	Zähler	40
RoHS-Konformität		Zeitmessung	51
China	101	Zeitscheibenverfahren	24
Europäische Union	101	Zeitstempel	23
Rückspeisung	28	Zubehör	126
<b>S</b>		Zyklus	36
Schutzkappen	124, 128		
Sensorspannungsversorgung	106		
Sensorversorgung	22		
Sensorversorgungsspannung, Kurzschluss	22		
Servicezustand	18		
Sicherheitshinweise			
grundlegende	9		
Sicherheitsvorkehrungen	9		
Signalerfassung	21		
Signalverarbeitung	21		
Spannungsversorgung	105		
Standards	99		
stateCombined	39		
Status	34, 39		
Störspannungsfilter	21		
Stromversorgung	28, 105		
Stromversorgungsmanagement	28		
Synchronisation der Zeitbasen	25		
Synchronisation, Taktgeber	25		