



Beschreibung zur Messung • 03/2016

Hilfe und Erläuterungen zur Messung – „PROFINET IO Reaktionszeitmessungen“

PNIO-Rea ID31



Inhaltsverzeichnis

1	Umfang der Messung	3
1.1	Zielsetzung	3
1.2	Zur Verfügung gestellte Leistungsdaten	4
1.3	Parameter der Messung.....	5
1.4	Gültigkeitsbereich und technische Daten	6
2	Bedienung der Oberfläche.....	10
2.1	Übersicht über die Oberfläche	10
2.2	Vorgehensweise zur Bedienung	11
2.2.1	Ausgangssituation bei Start der Applikation.....	12
2.2.2	Eingabe der gewünschten Konfiguration	14
2.2.3	Eingabe der Leistungsvorgaben	16
2.2.4	Ansicht der gewählten Konfiguration.....	17
2.2.5	Tabelle Leistungsdaten	17
3	Durchführung der Messungen	21
3.1	Messmethode und Messaufbau/-ablauf	21
3.2	Messaufbau	22
3.3	Messung der Reaktionszeiten	24
3.4	Messung: Zykluszeit/Zyklus-Kontrollzeit	25
3.5	Messgrößen und Statistik.....	25
3.5.1	Interpretation der Messwerte am Beispiel der Reaktionszeit im OB1	25
3.6	Erläuterungen zum STEP 7 - Programm	31
3.6.1	Anwenderprogramm.....	31
3.6.2	Lastprogramm	32
3.6.3	Die PG-Last.....	33
4	Version.....	35

1 Umfang der Messung

1.1 Zielsetzung

Viele Applikationen erfordern eine schnelle Reaktionszeit über die dezentrale Peripherie. Für den schnellen und effizienten Datenaustausch zwischen dezentraler Peripherie und S7-Stationen kommt bei der SIMATIC zunehmend PROFINET IO zum Einsatz. Mit PROFINET IO erhält somit die Industrial Ethernet-Technologie Einzug bis in die Feldebene.

Typische PROFINET IO Konfigurationen bestehen aus einem IO-Controller mit mehreren IO-Devices. Am selben PROFINET-IO Strang können auch noch zusätzliche Lasten wie Programmiergeräte (PG), Bediengeräte (Panels) oder auch weitere S7-CPU's als Empfangsstationen größerer Datenmengen betrieben werden.

Wichtige Fragestellungen

Eine der wichtigsten Fragen bei der Auslegung solcher Konfigurationen ist die Frage nach den zu erwartenden Reaktionszeiten (Klemme-Klemme). Diese ist vor allem bei der kompletten Umrüstung bestehender PROFIBUS DP Anlagen auf PROFINET IO von großem Interesse.

Typische Fragen bezüglich der IO Reaktionszeiten sind:

- Wie lange dauert es, bis ein dezentraler Ausgang auf einen dezentralen Eingang reagiert, wenn
 - die Verarbeitung über das zyklische Prozessabbild und den zyklischen OB1 erfolgt?
 - die Verarbeitung über einen Prozessalarm (OB40) und ein Teilprozessabbild erfolgt?
 - Die Verarbeitung über einen zyklischen Weckalarm (OB30) erfolgt?
 - Die Verarbeitung über einen taktsynchronen Alarm (OB60) im PROFINET IRT Modus erfolgt?
- Wie lange dauert es, bis ein zentraler Ausgang auf einen zentralen Eingang reagiert, wenn
 - die Verarbeitung über das zyklische Prozessabbild und den zyklischen OB1 erfolgt?
 - die Verarbeitung über einen Prozessalarm (OB40) und ein Teilprozessabbild erfolgt?
 - Die Verarbeitung über einen zyklischen Weckalarm (OB30) erfolgt?
- Welche Auswirkungen haben verschiedene Lastfälle und Strangausbauten auf die Zykluszeit des OB1 und die Zeit, die das CPU Betriebssystem für interne Verwaltungsaufgaben benötigt?
- Welche statistischen Schwankungen können dabei in den verschiedenen OB-Ablaufebenen auftreten?
- Beeinflussen sich die OB Ablaufebenen in ihren Reaktionszeiten gegenseitig?

Um diese Fragen zu beantworten, führt Siemens Industry Automation in regelmäßigen Abständen umfangreiche Messungen mit typischen PN IO-Systemen durch. Um komfortabel auf die Messergebnisse zuzugreifen, können Sie mit der interaktiven Bedienoberfläche die von Ihnen gewünschte Konfiguration zusammenstellen.

- Welche S7-Komponenten sind für das geplante Automatisierungsprojekt am besten geeignet?
- Mit welchen Reaktionszeiten ist bei typischen Konfigurationen zu rechnen?
- Welche statistischen Schwankungen können dabei auftreten?
- Welche Rückwirkungen sind zu erwarten?

1.2 Zur Verfügung gestellte Leistungsdaten

Folgende Leistungsdaten bzw. Messgrößen stehen Ihnen in dieser Messung zur Verfügung:

Tabelle 1-1

Messgröße	Verarbeitung im				Definition
	OB1	OB3x	OB4x	OB6x	
IO-Reaktionszeit an der zentralen Peripherie.	X	X	X	-	Die Reaktionszeit ist die Zeit zwischen den Ereignissen 1 und 3: 1. An einem digitalen Eingang der zentralen Peripherie findet ein Signalwechsel statt. 2. Der IO-Controller reagiert darauf, in dem er einen Ausgang über ein Programm in einer Ablauebene in der zentralen Peripherie setzt 3. An diesem Ausgang findet wieder ein Signalwechsel statt.
IO-Reaktionszeit an der dezentralen Peripherie (IO-Devices).	X	X	X	X	Die Reaktionszeit ist die Zeit zwischen den Ereignissen 1 und 3: 1. An einem digitalen Eingang der dezentralen Peripherie findet ein Signalwechsel statt. 2. Der IO-Controller reagiert darauf, in dem er einen Ausgang über ein Programm in einer Ablauebene in der dezentralen Peripherie setzt. 3. An diesem Ausgang findet wieder ein Signalwechsel statt.
Zykluszeit im IO-Controller	X				Dies ist der Abstand zwischen zwei Aktualisierungen des Prozessabbildes im IO-Controller.
Zykluskontrollzeit	X				Die Zykluskontrollzeit ist die Zeit die das Betriebssystem der CPU braucht von der letzten Anweisung am Ende des OB1-Programms, bis zum Wiederaufruf des OB1-Programms mit der ersten Anweisung.
PN-Aktualisierungszeit					Die PN-Aktualisierungszeit gibt die von STEP 7 berechnete, oder manuell

Messgröße	Verarbeitung im				Definition
	OB1	OB3x	OB4x	OB6x	
					eingestellte Aktualisierungszeit für die projektierten PN-IO Devices. Sie wird nicht gemessen, sondern nur als Wert aus der STEP Konfiguration angegeben.
PN-Sendetakt					Der PN-Sendetakt ist die Zeit, die im Fall einer Datenkommunikation über PROFINET IO, zwischen zwei EA-Zyklen des IO-Controllers verstreicht. Diese Zeit wird von STEP 7 berechnet und nicht gemessen.
Applikations Sync Time					Die Sync-Zeit ist derjenige Wert mit dem im takt synchronen Modus das Anwender Programm im OB6x aufgerufen wird. Diese Zeit wird von STEP 7 berechnet und nicht gemessen.

Hinweis Eine genaue Beschreibung der Messverfahren finden Sie in Kap 3 Durchführung der Messungen

1.3 Parameter der Messung

Diese Messung wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

Tabelle 1-2

Komponente	Parameter	Erläuterung
IO-Controller	CPU	Auswahl des IO-Controller Typs
	CM	Einstellung eines CMs als IO-Controller
	Last durch Programm	Einstellung der Programm-Last, die im IO-Controller durch ein zusätzliches STEP 7-Programm realisiert ist.
	Parametrierte Weckalarm Zykluszeit	Einstellung des zyklischen Weckalarm Interrupts im IO-Controller.
Netz	Netzlast	Zuschalten einer Engineering Station im Modus „Variablen beobachten“.
Dezentrale Peripherie	IO-Device Typ	Auswahl des IO-Device Typs (ET 200SP/MP)
	Anzahl Stationen	Anzahl der IO-Devices am PN-IO Strang
	EA-Bytes pro Station	Einstellungen der Anzahl Ein- und Ausgabebytes an jedem IO-Device (z. B. 16 EA-Bytes bedeutet 8 Bytes DI und 8 Bytes DO).
Zentrale	EA-Bytes	Einstellungen der Anzahl Ein- und

Komponente	Parameter	Erläuterung
Peripherie		Ausgabebytes im zentralen Rack der S7-CPU (z. B. 16 EA-Bytes bedeutet 8 Bytes DI und 8 Bytes DO).

Hinweis Die einstellbaren Wertebereiche der einzelnen Parameter können je nach Konstellation variieren. Beachten Sie hierzu die jeweiligen Anzeigen in der Oberfläche.

1.4 Gültigkeitsbereich und technische Daten

Gültigkeitsbereich

Die Messung umspannt ein typisches Spektrum an Komponenten. Die Auswahl orientiert sich dabei an den aktuellsten und den am häufigsten eingesetzten Produkten mit Stand „Mitte 2015“.

Die Messwerte gelten für den Fall, dass das Netz fehlerfrei konfiguriert ist. Eine fehlerhafte oder unvollständige Konfiguration führt durch eine systeminterne Fehlerbehandlung zu stark abweichenden Zeiten.

Randbedingungen der Messung

Alle Messwerte wurden unter bestimmten Randbedingungen (Projektierung und Parametrierung) erfasst.

In der folgenden Tabelle finden Sie alle für die Messung wesentlichen Einstellungen. Für alle nicht aufgeführten Einstellungen werden immer die Default-Werte von STEP 7 verwendet.

Tabelle 1-3

Konstante	Wertebereich	Bemerkung
Anzahl EA-Bytes gesamt	50% E- , 50% A-Byte	Durchgängig für alle IO-Zuordnungen in den OBs
Verteilung der EA-Bytes auf die OB-Ablaufebenen	Bei wachsendem IO-Ausbau (32, 64, 128 Bytes) werden die zusätzlichen IO-Bytes möglichst gleichmäßig auf die OB1, OB30, OB60 Ablaufebene aufgeteilt. Der OB40 Anteil bleibt dabei aber konstant klein.	Die exakte Verteilung der IO-Bytes wird bei jeder Messung mit ausgegeben.
Auswahl des PN-Sendetakts/Applikationszyklus/Verzögerungszeiten	Bei allen Varianten mit OB60(IRT) ist der kleinstmögliche Sendetakt und Applikationszyklus eingestellt. Bei allen Varianten ohne OB60(IRT) soweit möglich 1 ms.	Erlaubt STEP 7 diese Grenzen nicht, ist der nächstmögliche Wert zu verwenden. Der taktsynchrone Applikationszyklus entspricht gleich der PN-IO Aktualisierungszeit/Sendetakt. (EVA-Modell = 1) Beim PN-Treiber ist der Sendetakt bei Windowssystemen fix auf 32ms eingestellt.

1 Umfang der Messung

Konstante	Wertebereich	Bemerkung
		Wahl der Ti/To Zeiten an der isochronen Peripherie: Es sind die Defaultwerte der entsprechenden Baugruppe zu verwenden. Bei ET200 SP HF fix,
Eingangsverzögerungen und Impulsverlängerungen bei DIs	Es ist immer der der kleinstmögliche Wert gewählt.	Bei ET200 SP kann die Eingangsverzögerung ganz abgeschaltet werden. Bei ET200 MP ist der kleinstmögliche Wert verwendet worden.

Verwendeten Komponenten

Die folgende Tabelle enthält alle Komponenten, die in dieser Messung verwendet wurden.

Tabelle 1-4

Komponente		Typ	Artikel-Nr	Version
IO-Controller	S7-1200	CPU-1212C	6ES7212-1AE40-0XB0	V4.0
		CPU-1217C	6ES7217-1AG40-0XB0	V4.0
	S7-1500	CPU-1513	6ES7513-1AL00-0AB0	V1.5
		CPU-1516	6ES7516-3AN00-0AB0	V1.5
		CPU-1518	6ES7518-4AP00-0AB0	V1.5
		ET 200SP CPU 1512SP-1 PN	6ES7512-1DK00-0AB0	V1.0
	Software Controller	CM1542-1	6GK7542-1AX00-0XE0	V1.0
		ET 200SP Open Controller CPU 1515SP PC	6ES7677-2AA41-0FB0	V1 4GB RAM 16GB CF card WES 7P 64Bit
		CPU1507S	6ES7672-7AC00-0YA0	V1.8
		IPC 427D & CPU1507S	6AG4140-5BK04-0EB0	Core i3, 1,6 GHz, PN-IRT, 2GB + NVRAM; Win7 embedded; CFAST 16GB
PN-Treiber für Controller	IPC 627D & CPU1507S	6AG4131-2CM20-0AX0	Celeron 2,2 GHz PN CP1616, 2MB SRAM, SSD 240GB, 4GB RAM, Win7 Ultimate	
	IPC 427D	6ES7195-3AA00-0YA0	V1.0	
IO-Devices	ET 200SP	IM 155-6PN ST	6ES7155-6AA00-0BN0	V1.1
		IM155-6 PN HF	6ES7155-6AU00-0CN0	V2.2
	IO-Module	8 DO HF	6ES7 132-6BF00-0CA0	
		8 DI HF	6ES7 131-6BF00-0CA0	
		16 DO ST	6ES7 132-6BH00-0BA0	
		16 DI ST	6ES7 131-6BH00-0BA0	
		2 AI	6ES7 134-6HB00-0DA1	
		2 AQ	6ES7 135-6HB00-0DA1	
		CM IO-Link)	6ES7 137-6BD00-0BA0	
	ET 200MP	IM155-5 PN ST	6ES7155-5AA00-0AB0	V 2.0
		IM155-5 PN HF	6ES7155-5AA00-0AC0	V 1.0
	IO-Module	16 DI HF	6ES7 521-1BH00-0AB0	
		16 DO ST	6ES7 522-1BH00-0AB0	
		32 DI HF	6ES7 521-1BL00-0AB0	
		32 DO ST	6ES7 522-1BL00-0AB0	

1 Umfang der Messung

Komponente		Typ	Artikel-Nr	Version
Zentrale S7-1200 IO	SMs	8 x AI	6ES7 531-7NF10-0AB0	
		8 x AQ	6ES7 532-5HF00-0AB0	
		Signalboard (DI/DO)	6ES7 223-0BD30-0XB0	
		16 DI/DO SM 1223	6ES7 223-1BL30-0XB0	
		8 DI/DO SM 1223	6ES7 223-1BH32-0XB0	
		4AI/2AO SM 1234	6ES7 234-4HE32-0XB0	

2 Bedienung der Oberfläche

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie Informationen zur Bedienung der Messung über die Wegoberfläche.

2.1 Übersicht über die Oberfläche

Die Bedienoberfläche gliedert sich grundsätzlich in vier Bereiche: Auswahlbereich, Leistungsvorgaben, Gewählte Konfiguration und Leistungsdaten-Tabelle. Alle Bereiche, außer der Leistungsdaten-Tabelle, können ein- und ausgeklappt werden.

Auswahlbereich

Abbildung 2-1



In diesem Bereich können Sie die von ihnen gewünschte Konfiguration über die entsprechenden Bedien-Controls eingeben. Das System unterstützt Sie hierbei durch verschiedene automatische Funktionen.

Tabelle 2-1

Symbol	Erläuterung
	Das "Filtersymbol" signalisiert, dass in dem Auswahlbereich mindestens ein Filter aktiv ist.
	+ : Eingabebereich ausklappen - : Eingabebereich einklappen
	Unter diesen Controls können Sie Komponenten oder Werte auswählen
	Eine Auswahl ist durch Sie erfolgt und kann durch einen Klick auf „X“ wieder aufgehoben werden.
	Das System hat auf Grund einer Selektion eines anderen Controls eine automatische Auswahl für Sie getroffen

Leistungsvorgaben

Abbildung 2-2



In diesem Bereich können Sie über numerische Filterbedingungen, die durch einen Klick auf das entsprechende Control erscheinen, die gemessenen Werte der Ergebnistabelle zusätzlich einschränken.

In diesem Beispiel soll die minimale PN Reaktionszeit über den zyklischen OB1 kleiner 5 ms sein. Dieser Filter wird nun zusätzlich zu den Filtern des Auswahl-Bereichs auf die Result-Tabelle angewendet.

Gewählte Konfiguration

Abbildung 2-3



Im Bereich "gewählte Konfiguration" zeigt Ihnen das System den grafischen Aufbau Ihrer Konfiguration. Ist im Auswahlbereich bei einem oder mehreren Controls noch

keine Eingabe erfolgt, wird dies durch Darstellung eines Fragezeichens , oder „---“, in dem bestimmten Bereich gekennzeichnet.

Leistungsdaten-Tabelle

Abbildung 2-4

CPU	Prog-Load	Cycl-Int	CP	PG	KI-zentr/Max.	KI-Devise	Non devices	SumIO-Bytes	T-Reavg [ms]	T-ReaCycAlrm avg[ms]	T-ReaPzAlrm avg[ms]	T-ReaSpzAlrm avg[ms]
CRU 1516-4 1ms	1 ms	---	central	---	0	64	1,8	1,84	0,22			
CRU 1516-4 1ms	1 ms	---	PG central	---	0	64	2	1,88	0,22			
CRU 1516-4 0.1ms	0.1 ms	---	PG central	---	0	64	5,6	1,21	0,31			
CRU 1516-4 1ms	0.1 ms	---	central	---	0	64	1,8	1,21	0,3			
CRU 1516-4 5ms	1 ms	---	PG central	---	0	64	1,3	1,8	0,22			
CRU 1516-4 5ms	1 ms	---	central	---	0	64	1,4	1,7	0,22			
CRU 1516-4 1ms	0.1 ms	---	central	---	0	64	26,1	1,31	0,3			
CRU 1516-4 5ms	0.1 ms	---	PG central	---	0	64	26,2	1,22	0,32			

In diesem Bereich werden die gemessenen Leistungsdaten mit allen von Ihnen gewählten Filtern angezeigt. Weitere Spalten können über einen Dialog durch Klick auf "Spalten anzeigen" aus-, oder eingeblendet werden. Über einen Klick auf "Ergebnisse herunterladen (*.csv)" kann die angezeigte Auswahl als Excel-csv Tabelle exportiert werden. Dies ermöglicht Ihnen weitere Sortierungen für Ihre Anwendungen vorzunehmen.

2.2 Vorgehensweise zur Bedienung

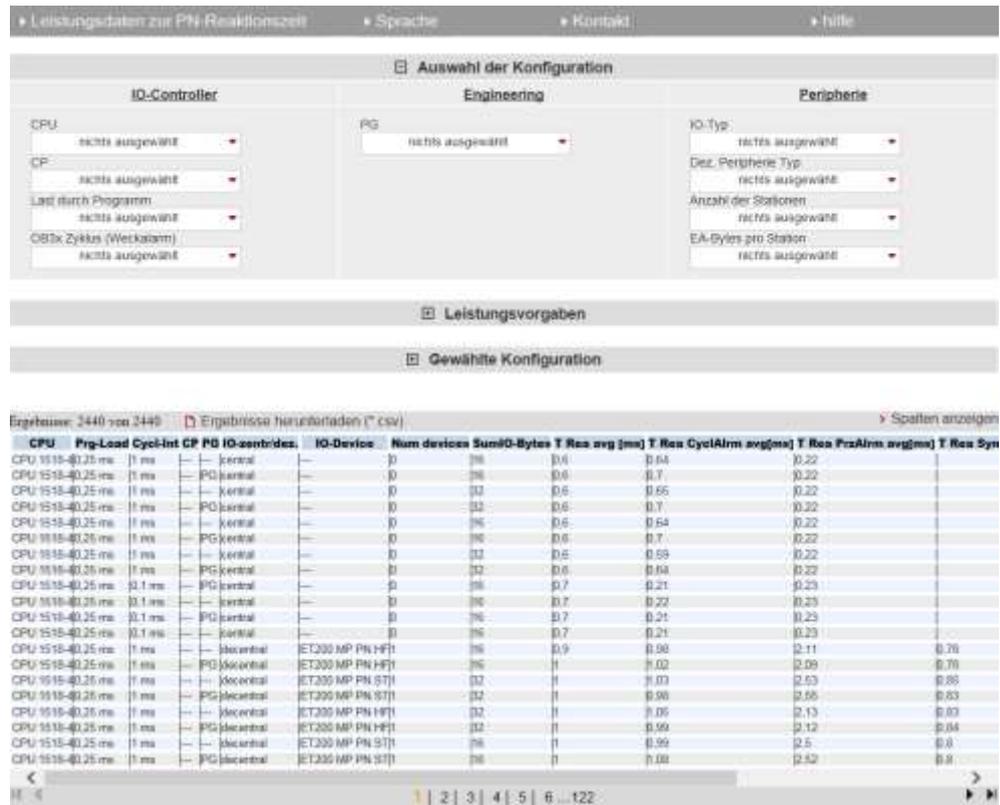
In folgenden Kapiteln erhalten Sie Informationen zur Bedienung der Oberfläche:

2.2.1 Ausgangssituation bei Start der Applikation

Beim ersten Aufruf der Webapplikation zeigt sich die Applikation in folgendem Zustand:

Bedienoberfläche

Abbildung 2-5



Sichtbar sind immer der Auswahlbereich und die Leistungsdatentabelle. Der Bereich "Leistungsvorgaben" und "Gewählte Konfiguration" sind ausgeblendet.

Beschreibung der Menü-Items

Im Folgenden werden die Items der Applikations-Menüleiste erläutert.

Abbildung 2-6



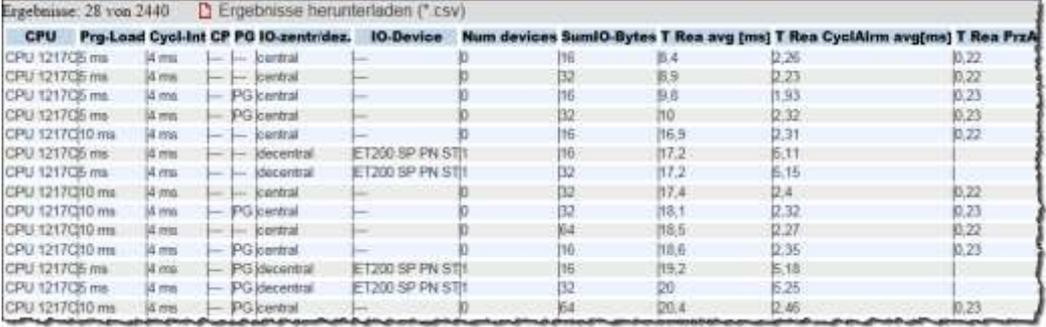
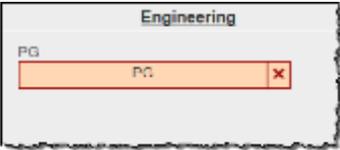
Tabelle 2-2

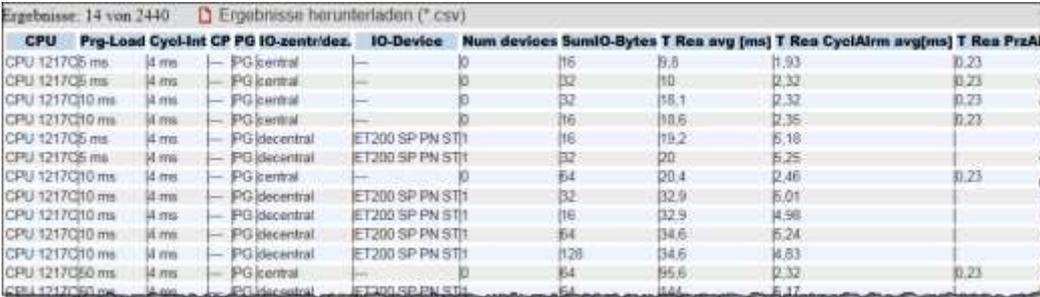
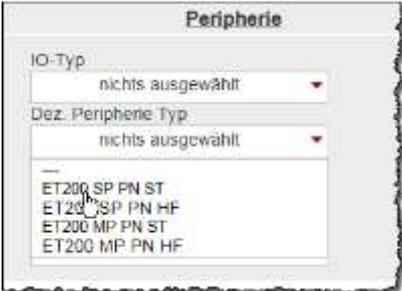
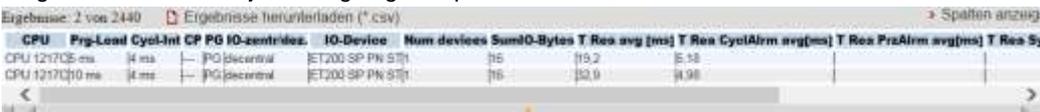
Menü-Item	Beschreibung
<p>Leistungsdaten zur PN-Reaktionszeit</p> 	<p>Durch Klick auf den Menüpunkt Leistungsdaten zur Reaktionszeit öffnet sich ein Dialog in dem Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch Klick auf den Menüeintrag neu die Bedienoberfläche wieder in den Initialzustand bringen können. • Im Bereich legend eine Erläuterung der wichtigsten Icons erhalten. • Im Bereich about die Version der Messung und der Datenbank sehen. • Im Bereich related können Sie direkt zu anderen Versionen dieses Typs von Messungen wechseln
<p>Sprache</p>	<p>Die Oberfläche ist in den Sprachen Deutsch, und Englisch realisiert.</p>
<p>Kontakt</p>	<p>Links zum Online-Support</p>
<p>hilfe</p>	<p>Aufruf dieser Hilfeseiten</p>

2.2.2 Eingabe der gewünschten Konfiguration

Im Bereich "Auswahl der Konfiguration" können Sie die gewünschte Hardwarekonstellation vorgeben.

Tabelle 2-3

Nr.	Bediener-Aktion	System-Reaktion
1.	<p>Wählen Sie eine Konfiguration, indem Sie die diversen Parameter-Controls anklicken und eine Komponente auswählen.</p> <p>Beispiel: Auswahl einer CPU im Bereich <u>IO-Controller</u></p> 	<p>Das System hat die von ihnen gewünschte CPU (hier CPU 1217C) übernommen und gleichzeitig ggf. automatisch die Folgeselektion des CPs für Sie vorgenommen.</p> 
	<p>Das System hat sofort an die Datenbank eine Abfrage mit dem momentan aktiven Filter abgesetzt und in der Leistungsdaten-Tabelle angezeigt.</p> 	<p>In diesem Beispiel liegen 28 von insgesamt 2440 Messwerten vor, die genau mit dieser CPU gemessen wurden. Da der IO-Controller jetzt fest zugeordnet ist, wurde diese Spalte aus der Ergebnis-Tabelle entfernt.</p>
2.	<p>Geben Sie genauso die Parameter ihrer Wahl für den Bereich "Engineering" ein</p> <p>Beispiel: Auswahl eines PGs als zusätzliche Netzlast am IO-Strang.</p> 	<p>Das System hat die von ihnen gewünschten Eingaben übernommen.</p> 

Nr.	Bediener-Aktion	System-Reaktion
	<p>Wie unter Punkt 1 hat das System erneut eine Datenbankabfrage mit den erweiterten Filtereinstellungen vorgenommen und die Anzahl der in Frage kommenden Messwerte dadurch weiter eingeschränkt.</p> 	
<p>3.</p>	<p>Geben Sie genauso die Parameter ihrer Wahl für den Bereich "IO-Device" ein.</p> <p>Beispiel: Sukzessive Auswahl des Typs ET200S PN HF, mit 1 Station á 16 EA-Bytes</p> 	<p>Das System hat die von ihnen Eingaben übernommen.</p> 
	<p>Erneut hat das System eine Datenbankabfrage mit den erweiterten Filtereinstellungen vorgenommen und die jetzt festgelegten Spalten aus der Results-Tabelle entfernt.</p> 	

2.2.3 Eingabe der Leistungsvorgaben

Im Filterbereich "Leistungsvorgaben" können Sie zusätzlich zur Vorgabe der Hardwarekomponenten den Bereich der tolerierbaren Telegrammlaufzeiten einschränken.

Tabelle 2-4

Nr.	Bediener-Aktion	System-Reaktion
1.	<p>Geben Sie die in ihrer Anlage geforderten minimalen, mittleren oder maximalen Werte ein. Eine Beschreibung der verschiedenen Messwerte finden Sie in Kap. 1.2, eine Kurzerläuterung über einen Tooltip direkt am Control.</p> <p>Beispiel: Die maximal tolerierbare durchschnittliche PN-Reaktionszeit ihrer Anlage über das Prozessabbild liege bei 20 ms.</p> 	<p>Das System hat die von ihnen gewünschte Eingabe übernommen.</p> 
	<p>Bestätigen Sie die Eingabe mit dem OK-Button.</p>	<p>Das System hat an die Datenbank eine Abfrage mit den nun aktiven Filtern abgesetzt und in der Leistungsdaten-Tabelle angezeigt.</p>  <p>Das System hat mit den vorgegebenen Beispiel-Filtereinstellungen jetzt nur mehr 1 Datensatz gefunden, der alle vorbelegten Kriterien erfüllt.</p>

2.2.4 Ansicht der gewählten Konfiguration

Durch Aufklappen des Bereichs "Gewählte Konfiguration" können Sie den schematischen HW-Aufbau für diese Konfiguration sehen.

Abbildung 2-7



Nicht selektierte Komponenten werden durch eine Fragezeichensymbol  in der Grafik und im Text durch "nichts ausgewählt" bzw. "---" gekennzeichnet.

2.2.5 Tabelle Leistungsdaten

Die Leistungsdatentabelle zeigt die durch die vorherigen Filter eingeschränkten Datenbankinhalte der entsprechenden Messung. Dieser Bereich ist permanent sichtbar. Die Tabelle zeigt standardmäßig nur eine Auswahl der in der Datenbank für diese Messung verfügbaren Spalten an. Über einen Dialog können Sie individuell Spalten an- oder abwählen.

Bedienelemente der Tabelle

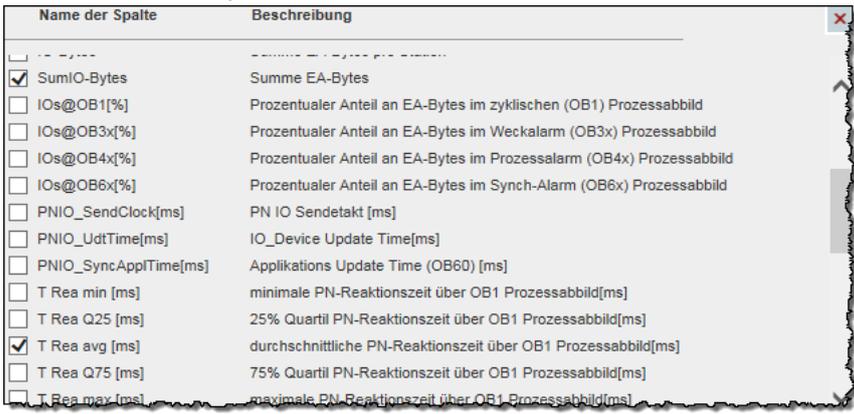
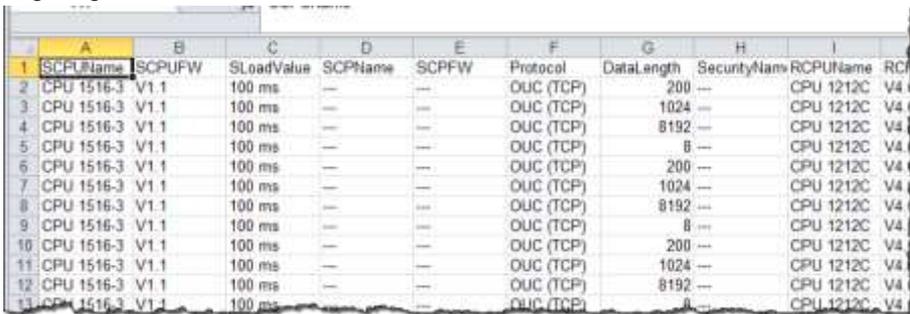
Abbildung 2-8

Das Screenshot zeigt die Leistungsdatentabelle mit folgenden Spaltenüberschriften: CPU, Prg-Lead, Cycl-Int, CP, PG, IO-zentriert, IO-Device, Num devices, SumIO-Bytes, T Rea avg [ms], T Rea CyclAirm avg[ms], T Rea FrzAirm avg[ms], T Rea Sp. Die Tabelle enthält 2440 von 2440 Ergebnissen. Oben rechts befindet sich ein Dialog "Spalten anzeigen". Die Tabelle ist in 6 Spalten unterteilt, die durch Pfeile am unteren Rand navigiert werden können. Ein Fragezeichen-Symbol ist über der Spalte "T Rea CyclAirm avg[ms]" zu sehen.

Erläuterung der Bedienelemente

Die folgende Tabelle beschreibt die Bedienelemente aus Abbildung 1-8.

Tabelle 2-5

Nr.	Erläuterung																																																																																																																																																									
1	<p>Das Tabellen-Control zeigt</p> <ul style="list-style-type: none"> die Anzahl der Ergebnisse die maximale Anzahl an Datensätzen dieser Messung 																																																																																																																																																									
2	<p>Durch Klick auf das Bedienelement "> Spalten anzeigen" wird ein Dialog geöffnet, mit dem Sie individuell Spalten an- oder abwählen können.</p>  <table border="1" data-bbox="454 627 1308 1041"> <thead> <tr> <th>Name der Spalte</th> <th>Beschreibung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> SumIO-Bytes</td> <td>Summe EA-Bytes</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> IOs@OB1[%]</td> <td>Prozentualer Anteil an EA-Bytes im zyklischen (OB1) Prozessabbild</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> IOs@OB3x[%]</td> <td>Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Weckalarm (OB3x) Prozessabbild</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> IOs@OB4x[%]</td> <td>Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Prozessalarm (OB4x) Prozessabbild</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> IOs@OB6x[%]</td> <td>Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Synch-Alarm (OB6x) Prozessabbild</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> PNIO_SendClock[ms]</td> <td>PN IO Sendetakt [ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> PNIO_UdtTime[ms]</td> <td>IO_Device Update Time[ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> PNIO_SyncAppTime[ms]</td> <td>Applikations Update Time (OB60) [ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> T Rea min [ms]</td> <td>minimale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> T Rea Q25 [ms]</td> <td>25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> T Rea avg [ms]</td> <td>durchschnittliche PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> T Rea Q75 [ms]</td> <td>75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> T Rea max [ms]</td> <td>maximale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]</td> </tr> </tbody> </table>	Name der Spalte	Beschreibung	<input type="checkbox"/> SumIO-Bytes	Summe EA-Bytes	<input checked="" type="checkbox"/> IOs@OB1[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im zyklischen (OB1) Prozessabbild	<input type="checkbox"/> IOs@OB3x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Weckalarm (OB3x) Prozessabbild	<input type="checkbox"/> IOs@OB4x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Prozessalarm (OB4x) Prozessabbild	<input type="checkbox"/> IOs@OB6x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Synch-Alarm (OB6x) Prozessabbild	<input type="checkbox"/> PNIO_SendClock[ms]	PN IO Sendetakt [ms]	<input type="checkbox"/> PNIO_UdtTime[ms]	IO_Device Update Time[ms]	<input type="checkbox"/> PNIO_SyncAppTime[ms]	Applikations Update Time (OB60) [ms]	<input type="checkbox"/> T Rea min [ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]	<input type="checkbox"/> T Rea Q25 [ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]	<input checked="" type="checkbox"/> T Rea avg [ms]	durchschnittliche PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]	<input type="checkbox"/> T Rea Q75 [ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]	<input type="checkbox"/> T Rea max [ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																													
Name der Spalte	Beschreibung																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> SumIO-Bytes	Summe EA-Bytes																																																																																																																																																									
<input checked="" type="checkbox"/> IOs@OB1[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im zyklischen (OB1) Prozessabbild																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> IOs@OB3x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Weckalarm (OB3x) Prozessabbild																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> IOs@OB4x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Prozessalarm (OB4x) Prozessabbild																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> IOs@OB6x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Synch-Alarm (OB6x) Prozessabbild																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> PNIO_SendClock[ms]	PN IO Sendetakt [ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> PNIO_UdtTime[ms]	IO_Device Update Time[ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> PNIO_SyncAppTime[ms]	Applikations Update Time (OB60) [ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> T Rea min [ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> T Rea Q25 [ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																																																									
<input checked="" type="checkbox"/> T Rea avg [ms]	durchschnittliche PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> T Rea Q75 [ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																																																									
<input type="checkbox"/> T Rea max [ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]																																																																																																																																																									
3	<p>Über die Elemente der Steuerleiste des Tabellen-Controls können Sie, falls mehrere Ergebnisseiten vorhanden sind, die einzelnen Ergebnisseiten anwählen, zur nächsten, vorherigen, letzten oder zur ersten Seite wechseln.</p>																																																																																																																																																									
4	<p>Durch Klick auf "Ergebnisse herunterladen (*.csv)" lädt der Webserver alle Inhalte der Ergebnistabelle als csv-Datei auf den Browser des Clients hoch. Je nach Browser und installiertem Excel werden die Daten sofort in einem Excel Spread-Sheet angezeigt.</p>  <table border="1" data-bbox="454 1265 1364 1579"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SCPUName</td> <td>SCPFW</td> <td>SLoadValue</td> <td>SCPName</td> <td>SCPFW</td> <td>Protocol</td> <td>DataLength</td> <td>SecurityName</td> <td>RCPUName</td> <td>RCI</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>200</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>1024</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8192</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>200</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>1024</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8192</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>200</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>1024</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8192</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>CPU 1516-3</td> <td>V1.1</td> <td>100 ms</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>OUC (TCP)</td> <td>8</td> <td>---</td> <td>CPU 1212C</td> <td>V4</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	F	G	H	I	1	SCPUName	SCPFW	SLoadValue	SCPName	SCPFW	Protocol	DataLength	SecurityName	RCPUName	RCI	2	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4	3	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4	4	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4	5	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4	6	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4	7	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4	8	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4	9	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4	10	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4	11	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4	12	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4	13	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																																																																																																																																																	
1	SCPUName	SCPFW	SLoadValue	SCPName	SCPFW	Protocol	DataLength	SecurityName	RCPUName	RCI																																																																																																																																																
2	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
3	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
4	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
5	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
6	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
7	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
8	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
9	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
10	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	200	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
11	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	1024	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
12	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8192	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
13	CPU 1516-3	V1.1	100 ms	---	---	OUC (TCP)	8	---	CPU 1212C	V4																																																																																																																																																
5	<p>Durch Klick auf die Spaltenüberschrift der Messwerte (hier im Beispiel - TransTime_avg) wird eine Sortierung der Tabelle nach diesem Kriterium angestoßen. Durch weitere Klicks auf die entsprechende Spaltenüberschrift wechselt jedes mal der Sortierstatus der Spalte.</p> <p>T Rea min [ms] Werte unsortiert T Rea min [ms] Werte aufsteigend sortiert T Rea min [ms] Werte absteigend sortiert</p> <p>Hinweis: Es ist jeweils nur eine Spalte sortierbar!</p>																																																																																																																																																									

Bedeutung der Spalten

Alle Spaltenüberschriften werden auch über Tooltips näher erläutert.

Tabelle 2-6

Spaltenname	Erläuterung
CPU	IO-Controller Typ
CPUFW	Firmwarestand CPU
Prg-Load	Last durch Programm im OB1 [ms]
Cycl-Int	Weckalarmzeit im OB3x [ms]
CP	CP/CM Typ (IO-Controller)
CPFW	Firmwarestand CP/CM
PG	PG-Typ
IO-zentr/dez	Zentrale /dezentrale Peripherie
IO-Device	IO-Device Typ
Num devices	Anzahl IO-Device Stationen
IO-Bytes	Summe EA-Bytes pro Station
SumIO-Bytes	Summe EA-Bytes
IOs@OB1[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im zyklischen (OB1) Prozessabbild
IOs@OB3x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Weckalarm (OB3x) Prozessabbild
IOs@OB4x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Prozessalarm (OB4x) Prozessabbild
IOs@OB6x[%]	Prozentualer Anteil an EA-Bytes im Synch-Alarm (OB6x) Prozessabbild
PNIO_SendClock[ms]	PN IO Sendetakt [ms]
PNIO_UdtTime[ms]	IO_Device Update Time[ms]
PNIO_SyncApplTime[ms]	Applikations Update Time (OB60) [ms]
T Rea min [ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]
T Rea Q25 [ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]
T Rea avg [ms]	durchschnittliche PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]
T Rea Q75 [ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]
T Rea max [ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild[ms]
T Rea CyclAlrm min[ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea CyclAlrm Q25[ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea CyclAlrm avg[ms]	typische PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea CyclAlrm Q25[ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea CyclAlrm max[ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea PrzAlrm min[ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea PrzAlrm Q25[ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea PrzAlrm avg[ms]	typische PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea PrzAlrm Q25[ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea PrzAlrm max[ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm[ms]
T Rea SyncAlrm min[ms]	minimale PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm[ms]
T Rea SyncAlrm Q25[ms]	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm[ms]

Spaltenname	Erläuterung
T Rea SyncAlrm avg[ms]	typische PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm[ms]
T Rea SyncAlrm Q25[ms]	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm[ms]
T Rea SyncAlrm max[ms]	maximale PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm[ms]
T Cycle min[ms]	maximale OB1 Zykluszeit (IO-Controller) [ms]
T Cycle avg[ms]	durchschnittliche OB1 Zykluszeit (IO-Controller) [ms]
T Cycle max[ms]	maximale OB1 Zykluszeit (IO-Controller) [ms]
T CycleBesy min[ms]	maximale OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller) [ms]
T CycleBesy avg[ms]	durchschnittliche OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller) [ms]
T CycleBesy max[ms]	maximale OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller) [ms]

3 Durchführung der Messungen

Die folgenden Kapitel enthalten Informationen zur Durchführung der Messungen.

3.1 Messmethode und Messaufbau/-ablauf

Messablauf

Eine Messung hat prinzipiell folgenden Ablauf:

1. Projektierung einer Konfiguration mit Download in alle beteiligten Stationen.
2. Messung aller Messgrößen (Jede Messung wird mehrmals wiederholt).
3. Auswertung der Messungen und Bestimmung der statistischen Lageparameter.

Messmethode für die Leistungsdaten

- **PN-Reaktionszeit:**

Eine ET200-Messstation (SP/MP) ist real an den PROFINET IO Strang angeschlossen. Die **restlichen** ET200-Stationen werden mit einer SIMBA PN Station simuliert.

An einem Eingang der ET200-Messstationen (DEx) wird periodisch ein Signalzustandswechsel erzeugt. Der IO-Controller liest diesen Eingang über die verschiedenen OB Ablafebene via (Teil)-Prozessabbild ein und setzt einen entsprechenden Ausgang (DAy) der ET200-Messstation.

Der zeitliche Abstand zwischen diesen zusammengehörenden Signalzustandswechseln wird mit den Messgeräten erfasst und gespeichert. Für eine Messung werden ca. 200 – 500 Einzelmessungen durchgeführt.

- **PN-Aktualisierungszeit/PN-SendClock/PN-SyncAlrmTime**

Dies sind die PROFINET spezifischen Parameter. Diese Werte sind nicht gemessen sondern der STEP 7 Projektierung entnommen.

- **Zykluszeiten:**

Die Zykluszeit ist der Abstand zwischen zwei Prozessabbild- Aktualisierungen des IO-Controllers im OB1. Gemessen wird dieser Wert mit systeminternen Funktionen.

Die Zykluszeit wird im laufenden Betrieb gemessen: Der IO-Controller kommuniziert mit den dezentralen Stationen oder seinen zentralen Modulen.

- **Zyklus kontrollzeit:**

Die Zyklus kontrollzeit ist die Zeit die das Betriebssystem der CPU braucht von der letzten Anweisung am Ende des OB1-Programms, bis zum Wiederaufruf des OB1-Programms mit der ersten Anweisung. Gemessen wird dieser Wert über interne Funktionen.

3 Durchführung der Messungen

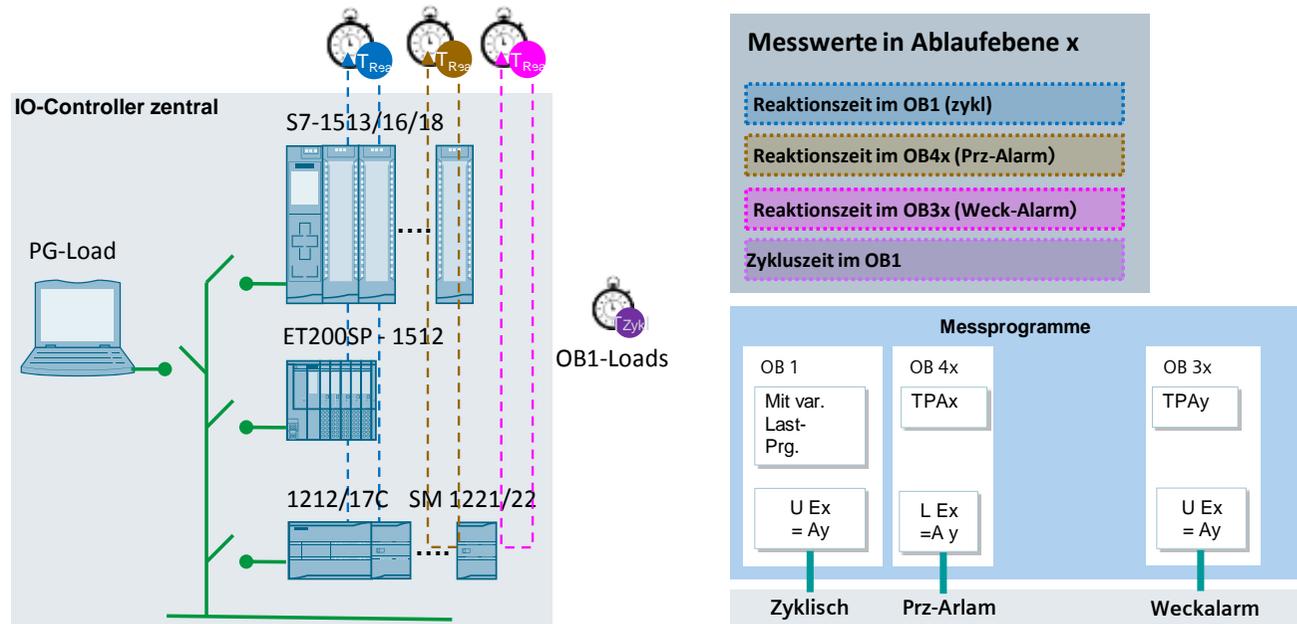
3.2 Messaufbau

Die folgenden Bilder zeigen das Prinzip des zentralen und dezentralen Messaufbaus. Nicht gezeigt werden Komponenten (z.B. Peripheriebaugruppen) und Signale zu den Messuhren (z.B. Fertigsignale), die nur zur Durchführung der Messung dienen.

Die Messung erfolgt immer unter den Randbedingungen:

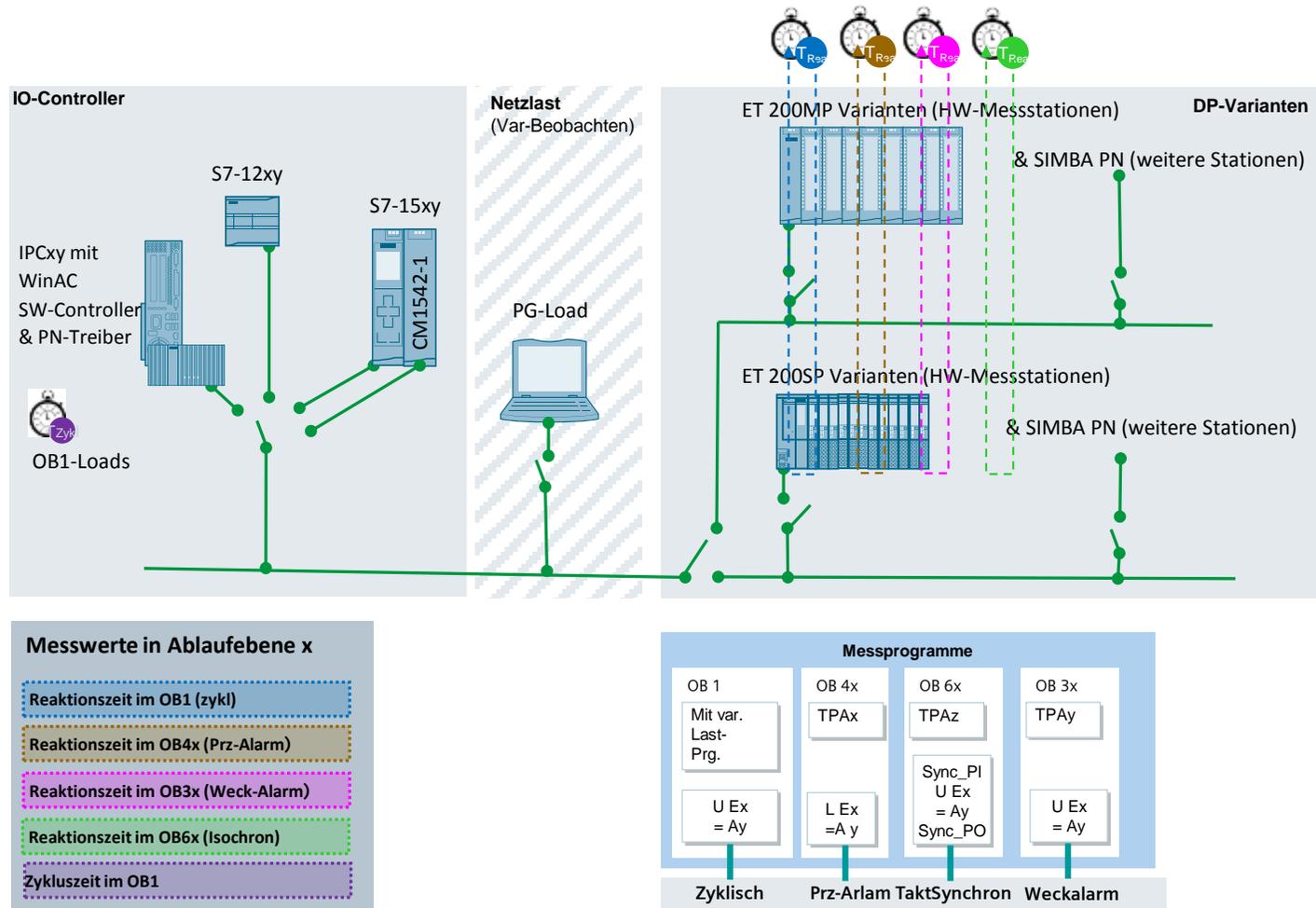
- Das Kommunikationsprogramm in der Sendestation und in der Empfangsstation wird zyklisch im OB1 des S7-Controllers aufgerufen.
- Zu jeder Empfangsstation wird genau eine Verbindung aufgebaut.
- Es wird ein kompletter Datenblock immer mit einem Aufruf gesendet.
- Quelle und Ziel der Daten liegen jeweils in einem Datenbaustein.

Zentraler Messaufbau



3 Durchführung der Messungen

Dezentraler Messaufbau



3.3 Messung der Reaktionszeiten

Prinzip Messablauf bei dezentrale PN-IO Messung

Unterschiedlich ausgebaute ET200-Stationen werden über PROFINET IO an verschiedene SIMATIC IO-Controller über ein festverdrahtetes PROFINET IO-Netz angeschlossen.

Der IO-Controller ist direkt mit einer realen ET200SP/MP Station vernetzt.

Alle anderen für diese Messung projektierten ET200 Stationen werden simuliert.

Parallel laufende Messuhren, die mit der realen ET200-Messstation verbunden sind, zeichnen parallel die verschiedenen Reaktionszeiten (Reaktionszeit im OB1, Reaktionszeit im OB40, Reaktionszeit im OB30, Reaktionszeit im OB61) folgendermaßen auf:

Tabelle 3-1

Nr.	Beschreibung
1.	Die Messuhr setzt die entsprechenden digitalen Eingänge an der ET200-Messstation, die für die entsprechende OBx-Ablaufebene projektiert wurde.
2.	Über die reale ET200-Messstation wird vom entsprechend verschalteten IO-Controller der dezentrale Eingang erfasst (über das Prozessabbild, Teilprozessabbild (TPA) Prozessalarm, TPA Weckalarm oder das TPA Taktsynchron Alarm)
3.	Als Reaktion setzt das STEP7-Programm im IO-Controller (über OB1-Zyklus, OB40, OB30, oder OB61) je einen dezentralen Ausgang.
4.	Die Messuhr zeichnet die vergangene Zeit mit einer Auflösung von +/- 3 µs auf.

Das Lesen und Schreiben der dezentralen IO-Peripherie durch den IO-Controller erfolgt über die verschiedenen OBs Ablaufebenen nach einer festen Verteilungsregel.

Bei **wachsendem** IO-Ausbau (32, 64, 128 Bytes) werden die zusätzlichen IO-Bytes **möglichst gleichmäßig** auf die OB1, OB30, OB60 Ablaufebene aufgeteilt. Der OB40 Anteil bleibt dabei aber konstant klein. Die exakte Verteilung der IO-Bytes wird bei jeder Messung in der Ergebnisspalte mit ausgegeben.

Prinzip Messablauf bei zentraler PN-IO Messung

Bei unterschiedlich ausgebauten realen zentralen Stationen werden die verschiedenen SIMATIC Controller mit ihren zentralen IO-Baugruppen bestückt.

Parallel laufende Messuhren, die mit der realen IO-Peripherie verbunden sind, zeichnen parallel die verschiedenen Reaktionszeiten (Reaktionszeit im OB1, Reaktionszeit im OB40, Reaktionszeit im OB30) folgendermaßen auf:

Tabelle 3-2

Nr.	Beschreibung
1.	Die Messuhr setzt die entsprechenden digitalen Eingänge an der zentralen IO-Peripherie, die für die entsprechende OBx-Ablaufebene projektiert wurde.
2.	Über die reale Peripherie wird vom entsprechend IO-Controller der zentrale Eingang erfasst (über das Prozessabbild, Teilprozessabbild (TPA) Prozessalarm oder TPA Weckalarm.
3.	Als Reaktion setzt das STEP7-Programm im IO-Controller (über OB1-Zyklus, OB40 oder OB30) je einen zentralen Ausgang.
4.	Die Messuhr zeichnet die vergangene Zeit mit einer Auflösung von +/- 3 µs auf.

Das Lesen und Schreiben der zentralen IO-Peripherie durch den IO-Controller erfolgt ebenfalls über die verschiedenen OBs Ablaufebenen nach einer festen Verteilungsregel.

Bei **wachsendem** IO-Ausbau (32, 64, 128 Bytes) werden die zusätzlichen IO-Bytes **möglichst gleichmäßig** auf die OB1, OB30, OB60 Ablaufebene aufgeteilt. Der OB40 Anteil bleibt dabei aber konstant klein. Die exakte Verteilung der IO-Bytes wird bei jeder Messung in der Ergebnisspalte mit ausgegeben.

Auswertungen

Die Messuhr berechnet aus maximal 500 Einzelmessungen die statistischen Lageparameter der Messwerte. (Siehe Kap. 3.5 Messgrößen und Statistik)

3.4 Messung: Zykluszeit/Zyklus-Kontrollzeit

Prinzip

Die Zykluszeit in der Sende- und den Empfangsstationen wird über Systemfunktionen (S7-1500) und eigene Messprogramme (S7-1200) ermittelt. Aus den Messwiederholungen bestimmt der S7-Controller automatisch die statistischen Lageparameter der Zykluszeit

Messzeitraum

- Vom Start der PN-IO Reaktionszeitmessung
- Bis zum Ende der PN-IO Reaktionszeitmessung mit X-Wiederholungen

Auswertung

Die Messuhr berechnet aus maximal 500 Einzelmessungen die statistischen Lageparameter der Messwerte. (Siehe Kap. 3.5 Messgrößen und Statistik)

3.5 Messgrößen und Statistik

3.5.1 Interpretation der Messwerte am Beispiel der Reaktionszeit im OB1

Bei der Ermittlung der Reaktionszeiten wurden bewusst Konfigurationen gewählt, die in der Praxis vorkommen. Insbesondere wurde darauf geachtet, nicht nur die reinen "Signallaufzeiten" zu messen. Das heißt, dass die Reaktionszeiten das Gesamtsystem inklusive PLC-Programms widerspiegeln und nicht nur die einzelner Komponenten.

Damit Sie die Messergebnisse richtig einordnen können, erfolgt hier eine Interpretation der Messgröße "PN-Reaktionszeit". Folgende Tabelle zeigt anschaulich die Zusammensetzung der minimalen, typischen und maximalen PN-Reaktionszeit:

3 Durchführung der Messungen

Tabelle 3-3

	Minimale PN-Reaktionszeit	Typische PN-Reaktionszeit	Maximale Reaktionszeit
T-Rea mit Lastprogramm 10ms	12 ms	18 ms	24 ms
Lage des Eingangssignals zum Zyklus			
Erläuterung	<ol style="list-style-type: none"> Das Eingangssignal kommt kurz vor dem Zykluswechsel. Die Eingänge werden in das Prozessabbild der Eingänge kopiert (innerhalb der Aktualisierungszeit). Die eingelesenen Signale werden in das Prozessabbild der Ausgänge geschrieben. Im darauf folgenden Zyklus wird das Prozessabbild vom System auf die Ausgänge geschrieben. <p>Folge: Das Eingangssignal kann unmittelbar erkannt und am Anfang des nächsten Zyklus gespiegelt ausgegeben werden.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Das Eingangssignal kommt etwa in der Mitte des Zyklus. Die Eingänge werden, nachdem ein halber Zyklus vergangen ist, in das Prozessabbild der Eingänge kopiert (innerhalb der Aktualisierungszeit). Im Anwenderprogramm werden diese Signale eingelesen. Die eingelesenen Signale werden in das Prozessabbild der Ausgänge geschrieben. Im darauf folgenden Zyklus wird das Prozessabbild vom System auf die Ausgänge geschrieben. <p>Folge: Das Eingangssignal kann erst einen halben Zyklus später erkannt und dementsprechend später gespiegelt ausgegeben werden.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Das Eingangssignal kommt kurz nach dem Zykluswechsel und nach dem Einlesen der Eingänge durch das System. Die Eingänge werden, nachdem ein ganzer Zyklus vergangen ist, in das Prozessabbild der Eingänge kopiert (innerhalb der Aktualisierungszeit). Im Anwenderprogramm werden diese Signale eingelesen. Die eingelesenen Signale werden in das Prozessabbild der Ausgänge geschrieben. Im darauf folgenden Zyklus wird das Prozessabbild vom System auf die Ausgänge geschrieben. <p>Folge: Das Eingangssignal kann erst nach Durchlaufen des aktuellen Zyklus erkannt werden. Es kann somit auch erst nach dem Ende des 2. Zyklus bzw. vor dem Anfang des 3. Zyklus gespiegelt ausgegeben werden.</p>

3 Durchführung der Messungen

	Minimale PN-Reaktionszeit	Typische PN-Reaktionszeit	Maximale Reaktionszeit
Zusammensetzung der gemessenen Zeit	Zeit = ca. Lastprogramm + Übertragungszeit des Systems (*)	Zeit = ca. $(\text{Zeit_min} + \text{Zeit_max})/2$	Zeit = 2 * Lastprogramm + Übertragungszeit des Systems (*)
Fazit	Diese Zeit gibt die bestenfalls zu erwartende Reaktionszeit an (best case).	Diese Zeit gibt die im Mittel (typisch) zu erwartende Reaktionszeit an.	Diese Zeit gibt die schlechteste zu erwartende Reaktionszeit an (worst case). Zu diesem Wert können noch statistische Ausreißer des Systems dazukommen.

(*)

Im Falle, dass das "Lesen der Eingänge" und "Schreiben auf die Ausgänge" länger als das Lastprogramm dauert, ist noch mindestens eine "Lastprogramm-Dauer" hinzuzurechnen!

Die real gemessenen Werte sind immer statistisch zwischen den Extremwerten verteilt, wobei nicht von einer idealen Gleichverteilung ausgegangen werden kann. Ausreißer und zusätzliche Lasten am Bus verschieben die Lageparameter entsprechend.

Lageparameter

Um Aussagen bezüglich der Stabilität und Wahrscheinlichkeit des Mittelwertes (Medians) treffen zu können, sollten immer auch die weiteren statistischen Lageparameter betrachtet werden. Hierzu werden alle Messgrößen mehrmals gemessen (bis zu 500 Einzelmessungen). Aus der Gesamtheit der Messwerte errechnet das Messsystem folgende statistische Werte, die vom Anwender dann in der Result-Tabelle selektiert werden können (in der Voreinstellung sind diese Lageparameter aber ausgeblendet.).

Tabelle 3-4

Lageparameter	Definition
T Rea min	Die minimal gemessene PN-Reaktionszeit über das OB1-Prozessabbild.
T Rea Q25	Das erste Quartil (Q25) besagt, dass 25% der gemessenen Messwerte unterhalb dieser Kennzahl liegen
T Rea avg	Der Median (Q50) gibt denjenigen gemessenen Wert an, der die Anzahl der sortierten Messwerte in zwei gleich große Hälften teilt. Dieser Lageparameter ist der wichtigste in der Messwerttabelle und wird voreingestellt in der Result-Tabelle immer eingeblendet.
T Rea Q75	Das dritte Quartil (Q75) besagt, dass 75% der gemessenen Messwerte unterhalb dieser Kennzahl liegen.
T Rea max	Die maximal gemessene PN-Reaktionszeit über OB1 Prozessabbild.
T Rea CyclAlrm min	minimale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea CyclAlrm Q25	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea CyclAlrm avg	typische PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea CyclAlrm Q75	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea CyclAlrm max	maximale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea PrzAlrm min	minimale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea PrzAlrm Q25	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea PrzAlrm avg	typische PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea PrzAlrm Q75	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea PrzAlrm max	maximale PN-Reaktionszeit über OB4x Prozessalarm.
T Rea SyncAlrm min	minimale PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm
T Rea SyncAlrm Q25	25% Quartil PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm
T Rea SyncAlrm avg	typische PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm
T Rea SyncAlrm Q75	75% Quartil PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm
T Rea SyncAlrm max	maximale PN-Reaktionszeit über OB6x Taktsynchr. Alarm
T Cycle min	maximale OB1 Zykluszeit (IO-Controller)
T Cycle avg	durchschnittliche OB1 Zykluszeit (IO-Controller)
T Cycle max	maximale OB1 Zykluszeit (IO-Controller)

3 Durchführung der Messungen

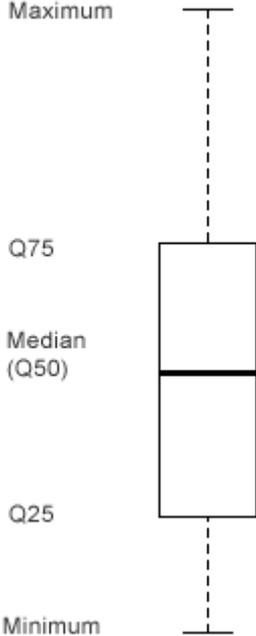
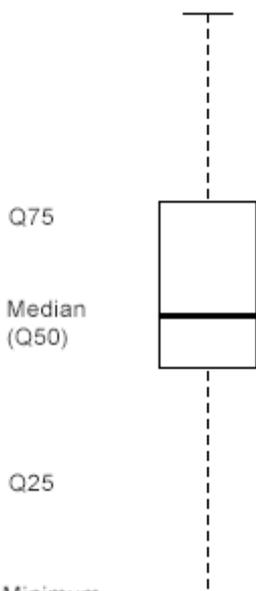
Lageparameter	Definition
T CycleBesy min	maximale OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller)
T CycleBesy avg	durchschnittliche OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller)
T CycleBesy max	maximale OB1 Betriebssystemzeit (IO-Controller)

50% aller gemessenen Werte liegen im sogenannten **Interquartilbereich (IQR)**, dem Bereich, der zwischen XY_Q25 und XY_Q75 liegt. Dieser Bereich liefert dem Anwender eine Aussage über die Streuung und Zuverlässigkeit des Mittelwertes (Medians).

Interpretation der Messwerte

Über die in der Statistik standardisierte Darstellungsform des Boxplots kann man z.B. die Streuung der Messwerte erkennen.

Tabelle 3-5

Box Plot	Lageparameter	Interpretation
 <p>Maximum</p> <p>Q75</p> <p>Median (Q50)</p> <p>Q25</p> <p>Minimum</p>	<p>Das Maximum der gemessenen Werte liegt hier etwas unsymmetrisch zum Rest.</p> <p>Im IQR Bereich (Q25 bis Q75) liegen 50% aller gemessenen Werte). Dieser Bereich ist bei diesem Beispiel im Vergleich zum zweiten Beispiel relativ groß.</p> <p>Der Median (Q50-Wert) liegt ziemlich symmetrisch im IRQ-Bereich.</p>	<p>In dieser Messung tritt eine geringe Abweichung nach oben hin auf.</p> <p>50% aller Messwerte sind relativ breit gestreut, d.h. bei dieser Messung ist eher der ganze IRQ Bereich wahrscheinlich.</p>
 <p>Maximum</p> <p>Q75</p> <p>Median (Q50)</p> <p>Q25</p> <p>Minimum</p>	<p>Im IQR Bereich (Q25 bis Q75) liegen 50% aller gemessenen Werte). Diese Messung ist im Vergleich zum ersten Beispiel viel schmaler.</p>	<p>50% aller Messwerte sind relativ eng gestreut. Für diese Konstellation sind die Ergebnisse und der Wert des Medians sehr aussagekräftig und wahrscheinlich.</p>

3.6 Erläuterungen zum STEP 7 - Programm

Das STEP 7-Programm wirkt sich direkt auf die Messwerte aus. Die folgenden Kapitel geben Ihnen einen Überblick über das den Messwerten zu Grunde liegende STEP 7-Programm:

Übersicht der STEP 7 - Programme

Die folgende Tabelle zeigt die Funktion der einzelnen Programmteile. Während einer Messung sind alle Programmteile geladen.

Das Anwenderprogramm enthält in erster Linie STEP 7-Bausteine zur Automatisierung der Messung und zur Kommunikation mit den dezentralen Stationen.

Tabelle 3-6

STEP 7 Programmteil		Aufgabe im S7-Controller
Anwenderprogramm	Funktionsprogramm	Programmteile, die nichts mit der eigentlichen Erfassung der Messwerte zu tun haben. (z.B. Aufruf von Kommunikationsbausteinen, HMI-Programm, etc.)
	Erfassungsprogramm	Programmteile, die ausschließlich zur Erfassung der Messwerte und Generierung der Steuersignale dienen. <ul style="list-style-type: none"> • Erfassen des Mess-Startsignals • Messung der Zykluszeit
Lastprogramm		Das Lastprogramm führt keine konkreten Aufgaben aus; es hat selbst keine Funktion. Es dient lediglich der Vergrößerung des STEP 7-Programms und somit zur Verlängerung der Zykluszeit.

© Siemens AG 2016 All rights reserved

3.6.1 Anwenderprogramm

Das Erfassungsprogramm im Rahmen des Anwenderprogramms hat in erster Linie die Aufgabe der Spiegelung der projektierten IOs in den entsprechenden OB-Ablaufebenen. Je nach HW-Konstellation erfolgt die IO-Spiegelung parallel in bis zu 4 OB-Ablaufebenen. Die Erfassungsprogramme unterbrechen jeweils den niederpriorsten zyklischen OB1, was hier dann eine entsprechende Reaktionszeitverlängerung zur Folge hat.

EA-Programm im OB1 (Main)

Das Messsignal wird am digitalen Eingang x der zentralen oder dezentralen IO eingelesen und am digitalen Ausgang y der gleichen Station wieder ausgegeben. Der IO-Controller liest das Signal über das dem OB1 zugewiesene **Prozessabbild** ein und gibt es über das Prozessabbild wieder aus:

Schematisches Programmfragment:

```
A %Ix.y
= %Qx.y
```

EA-Programm im OB40 (Hardware Interrupt)

Das Messsignal wird an einem digitalen alarmfähig projizierten Eingang x der zentralen oder dezentralen IO eingelesen und am digitalen Ausgang y der gleichen Station ausgegeben. Der IO-Controller liest das Signal im OB4x Programm (HW-Int) über das der Ablaufebene zugewiesenen **Teilprozessabbild** ein und gibt es an den Ausgang y sofort wieder aus:

Schematisches Programmfragment:

```
A %Iu.v  
= %Qu.v
```

Hinweis:

die Interruptrate, mit der der OB1 durch den OB40 unterbrochen wird liegt bei ca. zwei Interrupts/sek.

EA-Programm im OB61 (Synchronous Cycle)

Das Start- und Messsignal wird am digitalen Eingang x der IRT fähigen ET200-Messstation eingelesen, und am Ausgang y der gleichen Station ausgegeben. Der IO-Controller liest die entsprechenden Bytes über das takt synchron zugewiesene Teilprozessabbild im OB61 Programm ein, verarbeitet dieses und gibt es über den selben Weg takt synchron wieder an eine entsprechend projizierte digitale Ausgangsbaugruppe der selben Station aus:

Schematisches Programmfragment:

```
CALL Sync_PI  
A %Im.n  
= %Qm.n  
CALL Sync_PO
```

EA-Programm im OB3x (Cyclic Interrupt)

Das Messsignal wird am digitalen Eingang x der zentralen oder dezentralen IO eingelesen und am digitalen Ausgang y der gleichen Station wieder ausgegeben. Der IO-Controller liest das Signal über das dem OB3x zugewiesene **Teil-Prozessabbild** ein und gibt es über das selbe Prozessabbild wieder aus:

Schematisches Programmfragment:

```
A %Ix.y  
= %Qx.y
```

3.6.2 Lastprogramm

Das Lastprogramm ist Bestandteil des STEP 7-Programms im S7-Controller. Die Größe (Länge) des Lastprogramms wird so gewählt, dass sich im S7-Controller eine vorgegebene „Zykluszeit ohne Kommunikation“ ergibt.

Definition "Zykluszeit ohne Kommunikation"

Die „Zykluszeit ohne Kommunikation“ ist die Zykluszeit, die sich im S7-Controller einstellt, wenn der S7-Controller **keinen** Einflüssen der Kommunikation unterliegt. Dies bedeutet für den S7-Controller, dass keine Daten gesendet werden und auch eventuelle Kommunikationsbausteine nicht durchlaufen werden.

Festlegen einer definierten "Zykluszeit ohne Kommunikation"

Um die "Zykluszeit ohne Kommunikation" festlegen zu können, wird ein Lastprogramm in den S7-Controller geladen. Durch dieses Lastprogramm lässt sich der in der Praxis vorkommende Fall simulieren, dass parallel zur Kommunikation anderweitige Steuerungsaufgaben im S7-Controller durchgeführt werden. Das Lastprogramm ist mit einer einfachen Schleife implementiert, die keinen Einfluss auf das restliche Programm hat. Über die Variation der Schleifendurchläufe lässt sich somit die "Zykluszeit ohne Kommunikation" einstellen.

Wahl der "Zykluszeit ohne Kommunikation"

Für diese Messung wurde die Länge des Lastprogramms immer so gewählt, dass sich eine Leerlauf-Zykluszeit ("Zykluszeit ohne Kommunikation") von **250us** (CPU gering durch Steuerungsaufgaben belastet) bis zur **50ms** (CPU stark durch Steuerungsaufgaben belastet) ergibt. Dies impliziert, dass die Länge des Lastprogramms pro S7-Controller variiert, damit sich die gewünschte Leerlauf-Zykluszeit einstellt.

Aufbau des Lastprogramms

Das Lastprogramm besteht aus einer Mischung von unterschiedlichen Typen von STEP 7-Anweisungen. Die Anzahl der STEP 7-Anweisungen eines Typs wird so gewählt, dass dieser Typ an der gesamten Ausführungszeit des Lastprogramms einen definierten Anteil hat.

Tabelle 3-7

Typ der STEP 7 Zuweisung	Anteil an der Ausführungszeit	z.B. im Fall Zykluszeit = 10 ms
Binäranweisungen	ca. 60%	ca. 6ms
Zeit / Zähleranweisungen	ca. 20%	ca. 2ms
Datenwortbefehle	ca. 10%	ca. 1ms
Gleitpunktarithmetik	ca. 10%	ca. 1ms

3.6.3 Die PG-Last

Um den Einfluss einer „Engineering-Last“ (PG-Last) auf die Reaktionszeiten/ Zykluszeiten zu erfassen, kann zu diesem Zweck ein Programmiergerät mit STEP 7 V13 über die Funktion „Variablen beobachten“ mit dem S7-Controller verbunden werden.

Dazu werden verschiedene Variablen (siehe Abbildung 3-1) im Speicher der S7-CPU auf dem PG zyklisch beobachtet. Dies hat in erster Linie Auswirkungen auf die Zykluszeit des S7-Controllers.

Abbildung 3-1 Beobachtungstabelle

Last				
	Name	Datentyp	Startwert	R
1	Static			
2	Bool_1	Bool	false	
3	Byte_2	Byte	16#0	
4	Word_3	Word	16#0	
5	DWord_4	DWord	16#0	
6	Real_5	Real	0.0	
7	DInt_6	DInt	0	
8	counter	Int	0	
9	Feld	Array[0..23] of Byte		
10	Feld[0]	Byte	16#0	
11	Feld[1]	Byte	16#0	
12	Feld[2]	Byte	16#0	
13	Feld[3]	Byte	16#0	
14	Feld[4]	Byte	16#0	
15	Feld[5]	Byte	16#0	
16	Feld[6]	Byte	16#0	
17	Feld[7]	Byte	16#0	
18	Feld[8]	Byte	16#0	
19	Feld[9]	Byte	16#0	
20	Feld[10]	Byte	16#0	
21	Feld[11]	Byte	16#0	
22	Feld[12]	Byte	16#0	
23	Feld[13]	Byte	16#0	
24	Feld[14]	Byte	16#0	
25	Feld[15]	Byte	16#0	
26	Feld[16]	Byte	16#0	
27	Feld[17]	Byte	16#0	
28	Feld[18]	Byte	16#0	
29	Feld[19]	Byte	16#0	
30	Feld[20]	Byte	16#0	
31	Feld[21]	Byte	16#0	
32	Feld[22]	Byte	16#0	
33	Feld[23]	Byte	16#0	

4 Version

Tabelle 4-1

Version Messung	Messaufbau	Veröffentlichung	Beschreibung
V 9.0 (ID31)	2015, Mitte	2016, April	Wiederholungsmessung mit neuen S7-Controllern
V 8.1 (ID28)	2012, Mitte	2012, Dez.	Nachmessung mit S7-1200 Controller
V 8.0 (ID23)	2011, Mitte	2012, April	Wiederholungsmessung
V 7.0 (ID19)	2009, Mitte	2010, Feb.	Wiederholungsmessung + New-Web Appearance
V 6.0 (ID16)	2008, Mitte	2009, Jan.	Wiederholungsmessung + New-Web Appearance
V 4.0 (ID14)	2007, Ende	2008, Jul.	Nachmessung
V 3.0 (ID11)	2007, Anfang	2007, Jul.	Wiederholungsmessung
V 2.0.1.0 (ID7)	2004, Mitte	2005, Jun.	Anpassung der Bedienoberfläche
V 2.0	2004, Mitte	2004, Okt.	Wiederholungsmessung
V 1.1	2001, Mitte	2001, Dez.	Erstmessung