



Beschreibung zur Messung • 12/2016

Hilfe und Erläuterungen zu – „SIMATIC OPC UA Transferzeitmessungen“

OPC ID32

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.....	5
2	Bedienung der Oberfläche to do.....	9
2.1	Übersicht über die Oberfläche	9
2.2	Vorgehensweise zur Bedienung	11
2.2.1	Ausgangssituation bei Start der Applikation.....	11
2.2.2	Eingabe der gewünschten Konfiguration	13
2.2.3	Eingabe der Leistungsvorgaben	15
2.2.4	Ansicht der gewählten Konfiguration.....	15
2.2.5	Tabelle Leistungsdaten	16
3	Durchführung der Messungen	18
3.1	Messmethode und Messaufbau/-ablauf	18
3.2	Messaufbau	19
3.1	Messverfahren der Transferzeit „Monitoring via UA- subscription/ cpusubscription“	21
3.2	Messverfahren der Transferzeit „UA- Read“	25
3.3	Messverfahren der Transferzeit „UA-Write“	27
3.4	Messung: Zykluszeit/Zyklus-Kontrollzeit	28
3.5	Messgrößen und Statistik.....	29
3.6	Erläuterungen zum OPC-UA Test-Client	33
3.7	Erläuterungen zum STEP 7 - Programm	35
3.7.1	Die Variablenstruktur in den S7-CPU's.....	35
3.7.2	Übersicht der STEP 7 - Programme	38
3.7.3	Messprogramm	38
3.7.4	Lastprogramm	39
4	Version.....	40

1 Umfang der Messung

1.1 Zielsetzung

Automatisierungsprojekte erfordern häufig einen intensiven Datenaustausch zwischen SIMATIC S7-Controllern und PC Systemen. Der heute übliche Weg erfolgt in diesem Fall über den standardisierten OPC-Server, der als Datensammler für die S7-Stationen wirkt.

Der Focus liegt hier in der Messung der Übertragungszeit der Daten durch das gesamte System. D.h. von der S7-Station über den SIMATIC NET OPC Server bis zum OPC Test-Client. Der OPC Test-Client kann sich dabei lokal (d.h. auf dem PC des SIMATIC NET OPC Server) oder alternativ remote (d.h. auf einen anderen PC) befinden.

Wichtige Fragestellungen

Für den Planer ist in erster Linie von Interesse, wie lange das System benötigt um die Änderung einer großen bis sehr großen Anzahl von Variablen (OPC-Items) zu registrieren.

Folgende Informationen will ein Benutzer an Hand der Use-Cases aus dem System ziehen:

- **Aktualisierungszeit von n OPC-Items (Variablen beobachten)**
Use Case: Prozesswerte müssen im Client immer präsent sein
 - In 1 bis n S7-CPU's ändern sich im worst case alle Variablen (OPC-Items)
 - Wie groß ist die Reaktionszeit, bis alle Änderungen der beobachteten Items vom „lokalen“ oder „remoten“ OPC-Client registriert worden sind?
 - Wie groß sind die Unterschiede hier zwischen UA-Subscription und CPU Subscription.
- **Lesezeit von n OPC-Items (Variablen lesen)**
Use Case: wie lange dauert das Anfordern der Daten vom „lokalen“ oder „remoten“ Client aus.
 - Aus 1 bis n S7-CPU's werden n Variablen gelesen (OPC-Items)
 - Wie groß ist die Lesezeit, bis alle Werte im OPC-Client vorhanden sind?
- **Bedienzeit von OPC Items (Variablen schreiben)**
Use Case: Dauer der Aktualisierung vom „lokalen“ oder „remoten“ Client zu n-CPU's
 - In 1 bis n S7-CPU's werden N - Items vom OPC-Client aus beschrieben
 - Wie lange dauert es, bis die Änderungen der Items in allen Empfänger-CPU's registriert wurden (Endzeitpunkt).
- **OB1 Zykluszeit**
 - wie stark variieren die OB1 Zykluszeiten in den S7-CPU's während der aktiven Kommunikation mit dem OPC-Server.
- **Verteilung der Nodes**
Use Case: Wie wirkt sich die Verteilungen der Variablen (Nodes) in den DBs der PLC auf die Transfargeschwindigkeit aus und welchen Einfluss haben dabei optimierte DBs versus Standard DBs.

Um diese Fragen zu beantworten, führt Siemens Industry Automation in regelmäßigen Abständen umfangreiche Messungen mit typischen SIMATIC NET OPC UA 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 Transferzeiten 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	Definition
Transferzeit – Variable beobachten (monitoring)	Wie lange dauert die mittlere Updatezeit von n-Variablen (Nodes) bei 1 bis m S7-Stationen, wenn sich alle projektierten Items(Variablen) quasi synchron in allen S7-Stationen geändert haben?
Transferzeit – Asynchrones Lesen (UA Read)	Wie lange dauert die mittlere Lesezeit von n-Variablen (Nodes) aus 1 bis m S7-Stationen bei einem synchronen Anstoß im OPC UA-Client?
Transferzeit – Asynchrones Schreiben (UA Write)	Wie lange dauert die mittlere Schreibzeit von n-Variablen auf 1 bis m S7-Stationen bei einem synchronen Anstoß im OPC UA-Client?
Zykluszeit in S7-Controller	Dies ist der Abstand zwischen zwei Aktualisierungen des Prozessabbildes im S7-Controller.

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
S7-Station	CPU	Auswahl des S7-CPU Typs
	Last durch Programm	Einstellung der Last, die in der S7-Station durch ein zusätzliches STEP 7 Programm realisiert ist.
	Kommunikationsweg	Auswahl der Schnittstelle, über die kommuniziert wird (Integrierte Schnittstelle der CPU oder über Ethernet-CP/CM).
	Nutzdatenlänge	Einstellung des Datenumfangs (Anzahl Bytes pro S7-Station).
	Anzahl S7-Stationen	Anzahl S7-Stationen, die gleichzeitig mit dem OPC UA-Server kommunizieren.
	Verteilung der Variablen (Nodes)	Kontinuierliches Array of Bytes (eine Subscription auf einen Node) Verteilte Variablen (n Subscriptions auf n Nodes)
OPC Server/Client	OPC-Server Zykluszeit	Polling Zyklus des OPC UA Servers (50ms/100ms)
	Lokalisierung	Platzierung der Client Station im Netzwerk (lokal auf der OPC-Server Station oder remote).
	OPC Service Methode	Einstellung der Zugriffsmethode auf die Nodes (Variablen Beobachten UA-subscription, Variablen Beobachten cpusubscription, UA Read, UA Write).

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 „Anfang 2016“.

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 (Projektion 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.

Bereich	Parameter	Wertebereich	Einschränkung
OPC-Client	Implementierung	C#/ .NET Stack auf OPC UA Schnittstelle über UA TCP Protokoll	.NET Framework V4 UA-Stack Version 1.02
	Ort des OPC Clients	OPC-Server und Client sind auf einer Maschine OPC-Server und Client sind auf unterschiedlichen Maschinen	
	Ethernet Schnittstelle	Standard IE-Schnittstelle	
	Security im „remote“ Modus (Client im LAN)	OPC-UA - Security Policy: ja - Message Security: ja - Authentication: ja	Nur via secure Channel
	Item Update Rate	immer die minimal mögliche Polling-rate, die die UA-Methode anbietet.	Minimal ist immer die OPC-Server Zyklus Rate.
	Subscription Publishing Rate	die minimal mögliche Rate, die der OPC Server zulässt.	Der minimal mögliche Wert liegt beim SIMATIC NET OPC Server bei 50ms
	Item-Strukturierung bei UA Polling & cpushsubscriptions	pro S7-Station gilt: • eine Subscription bei zusammenhängenden Item-Arrays (ein Symbol) • mehrere Subscriptions bei Verteilung der Variablen auf Einzelsymbole	Begrenzung der cpushsubscription bei den PLCs
	Subscription CycleTime	Es ist die bestmögliche einzustellen, bei der die UA-subscription nicht selbst wieder alle Daten pollt.	Der kleinstmögliche Wert, den die Methode erlaubt ist 100ms .
OPC-Server	Schnittstelle	OPC-UA	
	OPC Server Zykluszeit	Zykl. Zeit: 50ms, 100 ms	
Kommunikationsfunktionen	OPC-PLC Protokoll	OPC UA: nur mehr S7-OPT Protokoll	OPC-Server: aktiver Partner S7-CPU/CP: passiver Partner
	Verbindungen	je eine S7-Verbindung vom OPC-Server zu jeder beteiligten S7-Station	
	Dienste	Variablendienste • Monitoring Variable (via polling & cpushsubscriptions) • UA Write	Async-Meth.(UA)

1 Umfang der Messung

Bereich	Parameter	Wertebereich	Einschränkung
		<ul style="list-style-type: none"> UA Read 	Async-Meth.(UA)
		Max. 2 parallele OPC Leseaufträge parallel	Defaultwert
Last am OPC Server PC	CPU Belastung	Es laufen ausser den Standard Windows 7 Diensten keine weiteren PC-Programme als Last.	
Netzlant		Es werden keine zusätzlichen Netzlasten (PGs, HMI-Devices, VPN-Tunnel, etc.) auf den Probanden geschaltet.	
S7-Controller	S7-Kommunikationslast	S7-1500: 50% S7-1200: 20%	Defaultwerte des TIA Portals
	Verteilungen der OPC-Items/Nodes	Kontinuierlich in einem Array (ein Symbol) Lückenbehaftet (ca. 30% Speicherlücken) mit n-Symbolen	Der Zugriff auf lückenbehaftete Verteilung wird nicht bei 100000 Bytes angewendet.

Verwendeten Komponenten

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

Tabelle 1-3

Komponente		Typ	Artikel-Nr	Version
S7-Stationen	S7-1200	CPU-1212C	6ES7212-1AE40-0XB0	V4.1.2
		CP1243-1	6GK7243-1BX30-0XE0	V2.1
	S7-1500	CPU-1511-1PN	6ES7511-1AK01-0AB0	V1.8
		CPU-1516-3PN/DP	6ES7516-3AN01-0AB0	V1.8
		CPU-1518-4PN/DP	6ES7518-4AP00-0AB0	V1.8
		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, WES7 P 64; 8GB CFAST
		CPU1507S	6ES7672-7AC00-0YA0	V1.8
	IPC 427D & CPU1507S	6AG4140-3BL05-3HA0	Core i3 1.6 GHz, 8GB NVRAM, Win7 Embedded 64, CFAST 8GB, 80GB SSD	
OPC-Server/ Local Client Station	PC Hardware	Industrie Rack-PC IPC547E	6AG4104-3KA32-0BX0	Core i7, 500GB HDD, 8GB SDRAM,
		Betriebssystem		Windows 7 Ultimate 64 Bit
	PC CP	Standard Ethernet Schnittstelle		
	Kommunikatio nsprotokoll- SW	SOFTNET S7	SIMATIC NET CD V13 SP1	
	SIMATIC NET OPC Server	OPC Server Station	SIMATIC NET CD V13 SP1	OPC Server Version >= V13
Remote-Client Station	PC-Hardware	IPC647C		Windows 7 Ultimate 64 Bit
SIMATIC S7 Projektierungs SW		TIA Portal V13 SP1		

2 Bedienung der Oberfläche

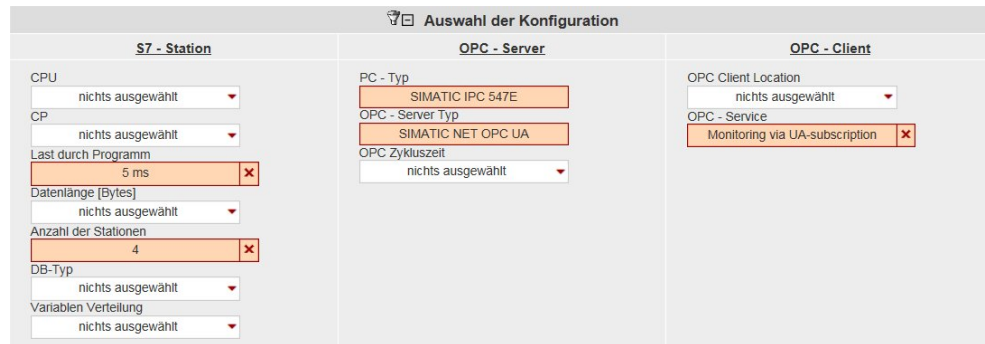
In den folgenden Kapiteln erhalten Sie Informationen zur Bedienung der Messung über die Wegoberfläche.

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

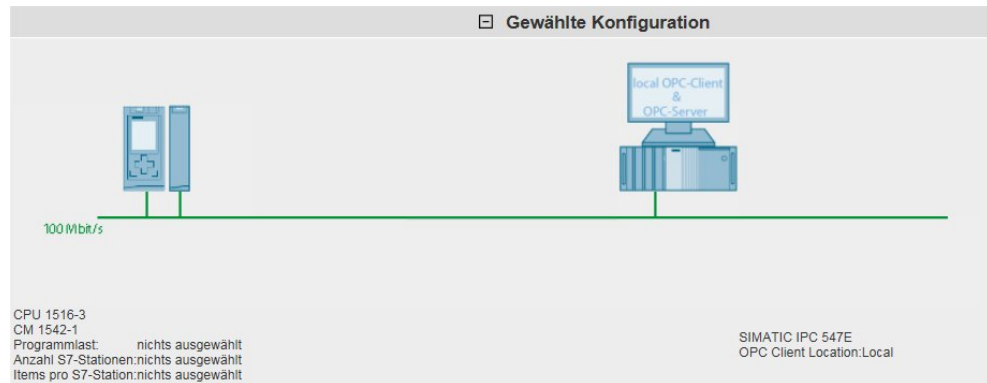


In diesem Bereich können Sie über numerische Filterbedingungen, die durch einen Klick auf das entsprechende Control erscheinen, die gemessenen Werte der Ergebnistabelle zusätzlich einschränken.


In diesem Beispiel soll die minimale Transferzeit 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

Ergebnisse: 4 von 7272  Ergebnisse herunterladen (*.csv) > Spalten anzeigen

Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	OPC-Service	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]	TransTime_max[ms]
5 ms	---	4	100	Remote (LAN)	Write	2,1	2,4	4,2
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,3	4,8
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,4	3,3	4,9
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,3	4,9

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

The screenshot shows the OPC UA ID32 web application interface. At the top, there are navigation links: 'Leistungsdaten zu OPC', 'Sprache', 'Kontakt', and 'hilfe'. Below this is a section titled 'Auswahl der Konfiguration' (Configuration Selection) with three main columns: 'S7 - Station', 'OPC - Server', and 'OPC - Client'. Each column contains several dropdown menus for configuration options. Below the configuration section are two more sections: 'Leistungsvorgaben' (Performance Specifications) and 'Gewählte Konfiguration' (Selected Configuration), which are currently hidden. At the bottom, there is a table showing performance results. The table has columns for CPU, Prg-Load, CP, Num S7-stations, Num Items, OPC-ClientLoc, OPC-Service, TransTime_min[ms], TransTime_avg[ms], and TransTime_max[ms]. The table contains 20 rows of data for various CPU configurations and services.

CPU	Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	OPC-Service	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]	TransTime_max[ms]
CPU 1518-4	10 ms	CM 1542-14	10000	10000	Remote (LAN)	Monitoring via CPU-subscription	0	0	0
CPU 1518-4	5 ms	CM 1542-14	10000	10000	Remote (LAN)	Monitoring via CPU-subscription	0	0	0
CPU 1518-4	10 ms	CM 1542-14	10000	10000	Remote (LAN)	Monitoring via CPU-subscription	0	0	0
CPU 1518-4	5 ms	CM 1542-14	10000	10000	Remote (LAN)	Monitoring via CPU-subscription	0	0	0
CPU 1515SP PC	10 ms	---	4	10000	Remote (LAN)	Monitoring via UA-subscription	0	0	0
CPU 1515SP PC	5 ms	---	4	10000	Remote (LAN)	Monitoring via UA-subscription	0	0	0
CPU 1507S (IPC 427D)	10 ms	---	1	10000	Remote (LAN)	Monitoring via UA-subscription	0	0	0
CPU 1515SP PC	10 ms	---	4	100000	Remote (LAN)	Monitoring via UA-subscription	0	0	0
CPU 1518-4	1 ms	---	1	100	Local	Write	1,2	1,3	3,3
CPU 1518-4	10 ms	---	1	100	Local	Write	1,6	1,6	4,3
CPU 1518-4	10 ms	---	1	100	Local	Read	1,6	1,6	4,3
CPU 1518-4	1 ms	---	1	100	Local	Read	1,5	1,6	4,4
CPU 1518-4	10 ms	---	1	100	Local	Read	1,6	1,6	4,4
CPU 1518-4	1 ms	---	1	100	Local	Read	1,5	1,6	4,6
CPU 1518-4	5 ms	---	4	100	Local	Read	1,6	1,6	4,5
CPU 1518-4	10 ms	---	1	100	Local	Write	1,5	1,6	4,7
CPU 1518-4	5 ms	---	4	100	Local	Read	1,6	1,6	4
CPU 1518-4	5 ms	---	1	100	Local	Read	1,6	1,6	4,7
CPU 1518-4	5 ms	---	4	100	Local	Read	1,6	1,6	5,8
CPU 1518-4	10 ms	---	1	100	Local	Write	1,6	1,6	4,3

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

The screenshot shows the top navigation bar of the OPC UA ID32 web application. It contains four items: 'Leistungsdaten zu OPC', 'Sprache', 'Kontakt', and 'hilfe', each with a right-pointing arrow.

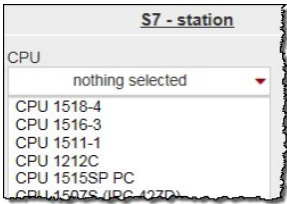
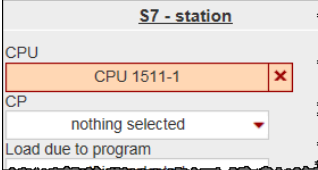

Tabelle 2-2

Menü-Item	Beschreibung
	<p>Durch Klick auf den Menüpunkt Leistungsdaten zu OPC 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 about die Version der Messung und der Datenbank sehen. • im Bereich related direkt zu anderen Versionen dieses Typs von Messungen wechseln können.
Sprache	Die Oberfläche ist in den Sprachen Deutsch, und Englisch realisiert.
Kontakt	Links zum Online-Support
hilfe	Aufruf dieser Hilfeseiten

2.2.2 Eingabe der gewünschten Konfiguration

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

Tabelle 2-3



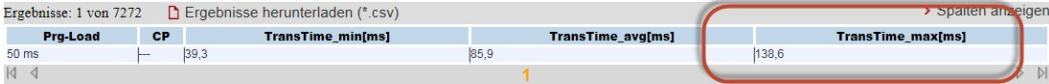
Nr.	Bediener-Aktion	System-Reaktion																																																																																																																														
1.	<p>Wählen Sie eine Konfiguration, indem Sie die diversen Parameter-Controls anklicken und eine Komponente auswählen.</p> <p>Beispiel: Auswahl einer CPU im Bereich <u>S7-Station</u></p> 	<p>Das System hat die von ihnen gewünschte CPU (hier CPU 1511-1) 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>Ergebnisse: 1764 von 7272  Ergebnisse herunterladen (*.csv)</p> <table border="1" data-bbox="316 958 1377 1256"> <thead> <tr> <th>Prg-Load</th> <th>CP</th> <th>Num S7-stations</th> <th>Num Items</th> <th>OPC-ClientLoc</th> <th>OPC-Service</th> <th>TransTime_min[ms]</th> <th>TransTime_avg[ms]</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>4</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>Write</td><td>2,1</td><td>2,4</td><td>4,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,3</td><td>3,1</td><td>5,</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,3</td><td>3,3</td><td>4,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,4</td><td>3,3</td><td>6,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,3</td><td>3,3</td><td>5,</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,4</td><td>3,3</td><td>4,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,5</td><td>3,3</td><td>4,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,5</td><td>3,4</td><td>6,</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,5</td><td>3,4</td><td>6,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Write</td><td>2,5</td><td>3,4</td><td>5,</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,3</td><td>3,5</td><td>6,</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Read</td><td>2,5</td><td>3,5</td><td>6,</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>---</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>Write</td><td>2,3</td><td>3,5</td><td>7,</td></tr> </tbody> </table>			Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	OPC-Service	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]		5 ms	---	4	100	Remote (LAN)	Write	2,1	2,4	4,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,1	5,	5 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,3	4,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,4	3,3	6,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,3	5,	5 ms	---	1	100	Local	Read	2,4	3,3	4,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,3	4,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,4	6,	5 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,4	6,	10 ms	---	1	100	Local	Write	2,5	3,4	5,	5 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,5	6,	10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,5	6,	5 ms	---	1	100	Local	Write	2,3	3,5	7,
Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	OPC-Service	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]																																																																																																																									
5 ms	---	4	100	Remote (LAN)	Write	2,1	2,4	4,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,1	5,																																																																																																																								
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,3	4,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,4	3,3	6,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,3	5,																																																																																																																								
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,4	3,3	4,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,3	4,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,4	6,																																																																																																																								
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,4	6,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Write	2,5	3,4	5,																																																																																																																								
5 ms	---	1	100	Local	Read	2,3	3,5	6,																																																																																																																								
10 ms	---	1	100	Local	Read	2,5	3,5	6,																																																																																																																								
5 ms	---	1	100	Local	Write	2,3	3,5	7,																																																																																																																								
<p>In diesem Beispiel liegen 1764 von insgesamt 7272 Messwerten vor, die genau mit dieser CPU gemessen wurden. Da die S7-CPU jetzt fest zugeordnet ist, wurde diese Spalte aus der Ergebnistabelle entfernt.</p>																																																																																																																																
2.	<p>Geben Sie genauso die Parameter ihrer Wahl für den Bereich "OPC-Client" ein.</p> <p>Beispiel: Auswahl des OPC - Services "Monitoring via UA subscription"</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>Ergebnisse: 540 von 7272 <input type="checkbox"/> Ergebnisse herunterladen (*.csv)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Prg-Load</th> <th>CP</th> <th>Num S7-stations</th> <th>Num Items</th> <th>OPC-ClientLoc</th> <th>TransTime_min[ms]</th> <th>TransTime_avg[ms]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>9,1</td><td>29,3</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>--</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>9,4</td><td>30,3</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>17,5</td><td>30,6</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>--</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>9,7</td><td>31,8</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>18,6</td><td>32,2</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>9,6</td><td>32,4</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>8,4</td><td>32,5</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>7,7</td><td>33</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>8</td><td>34,2</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>--</td><td>4</td><td>100</td><td>Remote (LAN)</td><td>11,7</td><td>35,5</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>17,4</td><td>37,5</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>13,9</td><td>37,5</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>13,7</td><td>37,8</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>15,2</td><td>37,8</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>4</td><td>100</td><td>Local</td><td>17,3</td><td>38,5</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>1</td><td>100</td><td>Local</td><td>12,6</td><td>39</td></tr> </tbody> </table>	Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]	5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	9,1	29,3	5 ms	--	1	100	Remote (LAN)	9,4	30,3	10 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,5	30,6	5 ms	--	1	100	Remote (LAN)	9,7	31,8	10 ms	CP1543-1	4	100	Local	18,6	32,2	10 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	9,6	32,4	10 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	8,4	32,5	5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	7,7	33	5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	8	34,2	5 ms	--	4	100	Remote (LAN)	11,7	35,5	10 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,4	37,5	10 ms	CM 1542-1	4	100	Local	13,9	37,5	5 ms	CM 1542-1	4	100	Local	13,7	37,8	5 ms	CM 1542-1	1	100	Local	15,2	37,8	5 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,3	38,5	10 ms	CM 1542-1	1	100	Local	12,6	39	<p>Das System hat die von ihnen Eingaben übernommen.</p>
Prg-Load	CP	Num S7-stations	Num Items	OPC-ClientLoc	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]																																																																																																																			
5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	9,1	29,3																																																																																																																			
5 ms	--	1	100	Remote (LAN)	9,4	30,3																																																																																																																			
10 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,5	30,6																																																																																																																			
5 ms	--	1	100	Remote (LAN)	9,7	31,8																																																																																																																			
10 ms	CP1543-1	4	100	Local	18,6	32,2																																																																																																																			
10 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	9,6	32,4																																																																																																																			
10 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	8,4	32,5																																																																																																																			
5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	7,7	33																																																																																																																			
5 ms	CP1543-1	1	100	Remote (LAN)	8	34,2																																																																																																																			
5 ms	--	4	100	Remote (LAN)	11,7	35,5																																																																																																																			
10 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,4	37,5																																																																																																																			
10 ms	CM 1542-1	4	100	Local	13,9	37,5																																																																																																																			
5 ms	CM 1542-1	4	100	Local	13,7	37,8																																																																																																																			
5 ms	CM 1542-1	1	100	Local	15,2	37,8																																																																																																																			
5 ms	CP1543-1	4	100	Local	17,3	38,5																																																																																																																			
10 ms	CM 1542-1	1	100	Local	12,6	39																																																																																																																			
3.	<p>Geben Sie genauso die Parameter ihrer Wahl für die Anzahl der S7-Stationen der Anzahl der zu beobachtenden Items (Variablen) und den Typ des Datenbausteins ein.</p> <p>Beispiel: Selektion von 4 S7-Stationen á 1000 Items (Bytes) in einem Standard DB.</p>	<p>Erneut hat das System eine Datenbankabfrage mit den erweiterten Filtereinstellungen vorgenommen und die jetzt festgelegten Spalten aus der Results-Tabelle entfernt.</p> <p>Ergebnisse: 18 von 7272 <input type="checkbox"/> Ergebnisse herunterladen (*.csv)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Prg-Load</th> <th>CP</th> <th>TransTime_min[ms]</th> <th>TransTime_avg[ms]</th> <th>TransTime_max[ms]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50 ms</td><td>--</td><td>39,3</td><td>85,9</td><td>138,6</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>69,2</td><td>108,6</td><td>166,1</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>--</td><td>68,7</td><td>111</td><td>169,8</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>75,7</td><td>120,5</td><td>175,5</td></tr> <tr><td>50 ms</td><td>CP1543-1</td><td>77,8</td><td>123,2</td><td>176,8</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>76,3</td><td>126,5</td><td>174,7</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CP1543-1</td><td>75,6</td><td>126,7</td><td>187,6</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>77,7</td><td>128,8</td><td>176,9</td></tr> <tr><td>50 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>81,5</td><td>130,4</td><td>172,4</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>81,6</td><td>133,7</td><td>197,9</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>84,5</td><td>133,9</td><td>193,4</td></tr> <tr><td>50 ms</td><td>CM 1542-1</td><td>86,6</td><td>135,7</td><td>179,3</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>CP1543-1</td><td>87,2</td><td>136,6</td><td>187,6</td></tr> <tr><td>50 ms</td><td>CP1543-1</td><td>84,8</td><td>141,6</td><td>194,2</td></tr> <tr><td>50 ms</td><td>--</td><td>100,6</td><td>148,4</td><td>188,4</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>--</td><td>92,9</td><td>151,3</td><td>182,5</td></tr> <tr><td>5 ms</td><td>--</td><td>100,9</td><td>160</td><td>210,2</td></tr> <tr><td>10 ms</td><td>--</td><td>100,8</td><td>160</td><td>203,2</td></tr> </tbody> </table>	Prg-Load	CP	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]	TransTime_max[ms]	50 ms	--	39,3	85,9	138,6	5 ms	CP1543-1	69,2	108,6	166,1	5 ms	--	68,7	111	169,8	10 ms	CM 1542-1	75,7	120,5	175,5	50 ms	CP1543-1	77,8	123,2	176,8	5 ms	CM 1542-1	76,3	126,5	174,7	5 ms	CP1543-1	75,6	126,7	187,6	10 ms	CP1543-1	77,7	128,8	176,9	50 ms	CM 1542-1	81,5	130,4	172,4	10 ms	CM 1542-1	81,6	133,7	197,9	5 ms	CM 1542-1	84,5	133,9	193,4	50 ms	CM 1542-1	86,6	135,7	179,3	10 ms	CP1543-1	87,2	136,6	187,6	50 ms	CP1543-1	84,8	141,6	194,2	50 ms	--	100,6	148,4	188,4	10 ms	--	92,9	151,3	182,5	5 ms	--	100,9	160	210,2	10 ms	--	100,8	160	203,2																								
Prg-Load	CP	TransTime_min[ms]	TransTime_avg[ms]	TransTime_max[ms]																																																																																																																					
50 ms	--	39,3	85,9	138,6																																																																																																																					
5 ms	CP1543-1	69,2	108,6	166,1																																																																																																																					
5 ms	--	68,7	111	169,8																																																																																																																					
10 ms	CM 1542-1	75,7	120,5	175,5																																																																																																																					
50 ms	CP1543-1	77,8	123,2	176,8																																																																																																																					
5 ms	CM 1542-1	76,3	126,5	174,7																																																																																																																					
5 ms	CP1543-1	75,6	126,7	187,6																																																																																																																					
10 ms	CP1543-1	77,7	128,8	176,9																																																																																																																					
50 ms	CM 1542-1	81,5	130,4	172,4																																																																																																																					
10 ms	CM 1542-1	81,6	133,7	197,9																																																																																																																					
5 ms	CM 1542-1	84,5	133,9	193,4																																																																																																																					
50 ms	CM 1542-1	86,6	135,7	179,3																																																																																																																					
10 ms	CP1543-1	87,2	136,6	187,6																																																																																																																					
50 ms	CP1543-1	84,8	141,6	194,2																																																																																																																					
50 ms	--	100,6	148,4	188,4																																																																																																																					
10 ms	--	92,9	151,3	182,5																																																																																																																					
5 ms	--	100,9	160	210,2																																																																																																																					
10 ms	--	100,8	160	203,2																																																																																																																					

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

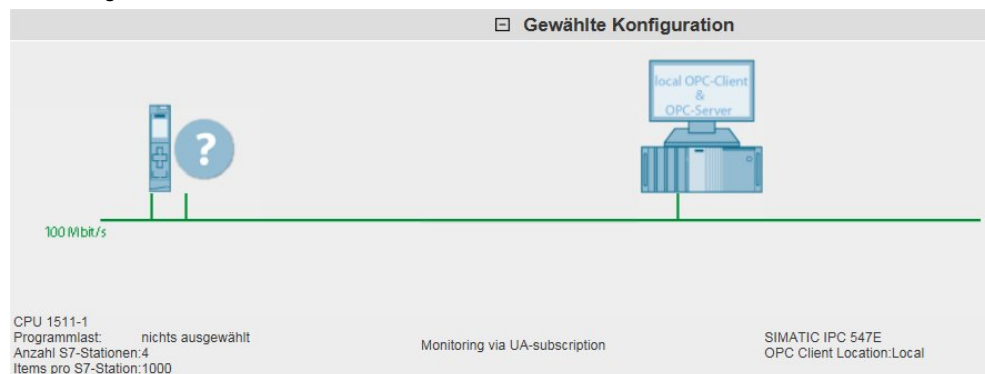
Nr.	Bediener-Aktion	System-Reaktion
1.	<p>Geben Sie die in ihrer Anlage geforderten minimalen, mittleren oder maximalen Werte ein. Eine Beschreibung der verschiedenen Messwerte finden Sie in Kap. 1.2, eine Kurzerläuterung über einen Tooltip direkt am Control.</p> <p>Beispiel: Die mittlere tolerierbare Übertragungszeit des Systems soll bei 300ms liegen.</p>  <p>Bestätigen Sie die Eingabe mit dem OK-Button.</p>	<p>Das System hat die von ihnen gewünschte Eingabe übernommen.</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 vorgelegten Kriterien erfüllt.</p>	


© Siemens AG 2016 All rights reserved

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



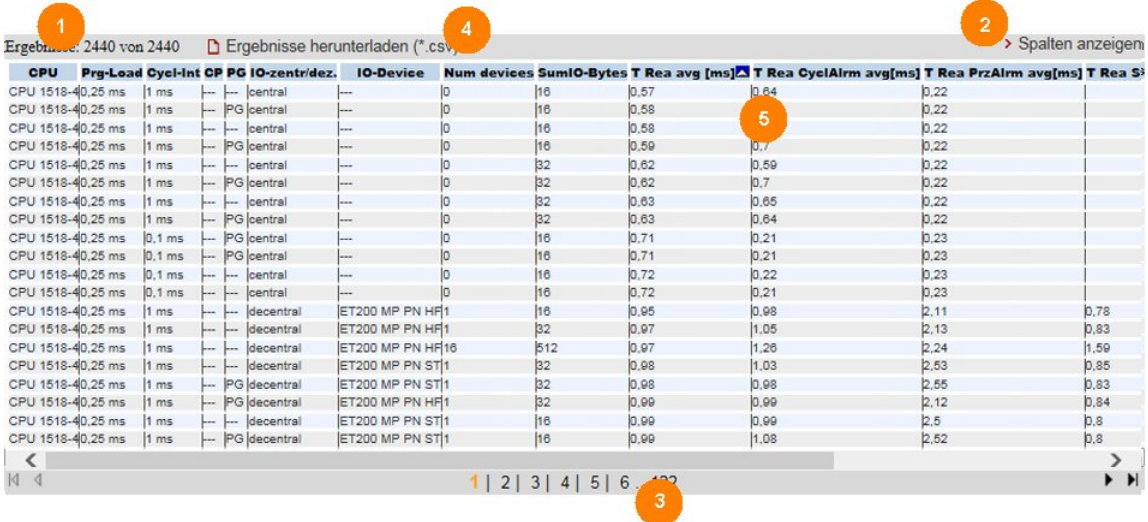
Nicht selektierte Komponenten werden durch eine Fragezeichensymbol  in der Grafik und im Text durch "nichts ausgewählt" bzw. "---" gekennzeichnet.

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



CPU	Prg-Load	Cycl-Int	CP	PG	IO-zentriert	IO-Device	Num devices	SumIO-Bytes	T Rea avg [ms]	T Rea CyclAvm avg[ms]	T Rea PrzAvm avg[ms]	T Rea S
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	central	---	0	16	0,57	0,64	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG central	---	0	16	0,58	0,22			
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	central	---	0	16	0,58	0,22			
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG central	---	0	16	0,59	0,7	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	central	---	0	32	0,62	0,59	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG central	---	0	32	0,62	0,7	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	central	---	0	32	0,63	0,65	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG central	---	0	32	0,63	0,64	0,22		
CPU 1518-40,25 ms	0,1 ms	---	---	PG central	---	0	16	0,71	0,21	0,23		
CPU 1518-40,25 ms	0,1 ms	---	---	PG central	---	0	16	0,71	0,21	0,23		
CPU 1518-40,25 ms	0,1 ms	---	---	central	---	0	16	0,72	0,22	0,23		
CPU 1518-40,25 ms	0,1 ms	---	---	central	---	0	16	0,72	0,21	0,23		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	decentral	ET200 MP PN HF1	16	0,05	0,08	2,11	0,78		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	decentral	ET200 MP PN HF1	32	0,07	1,05	2,13	0,83		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	decentral	ET200 MP PN HF16	512	0,97	1,26	2,24	1,59		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	decentral	ET200 MP PN ST1	32	0,98	1,03	2,53	0,85		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG decentral	ET200 MP PN ST1	32	0,98	0,98	2,55	0,83		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG decentral	ET200 MP PN HF1	32	0,99	0,99	2,12	0,84		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	decentral	ET200 MP PN ST1	16	0,99	0,99	2,5	0,8		
CPU 1518-40,25 ms	1 ms	---	---	PG decentral	ET200 MP PN ST1	16	0,99	1,08	2,52	0,8		



© Siemens AG 2016 All rights reserved

Erläuterung der Bedienelemente

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

Tabelle 2-5

Nr.	Erläuterung
1	Das Tabellen-Control zeigt <ul style="list-style-type: none"> die Anzahl der Ergebnisse die maximale Anzahl an Datensätzen dieser Messung
2	Durch Klick auf das Bedienelement "> Spalten anzeigen" wird ein Dialog geöffnet, mit dem Sie individuell Spalten an- oder abwählen können.
3	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.

Nr.	Erläuterung
4	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.
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>TransTime_min[ms] Werte unsortiert</p> <p>TransTime_min[ms]  Werte aufsteigend sortiert</p> <p>TransTime_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	CPU Typ
CPUFW	Firmwarestand CPU
CP	CP Typ
CPFw	Firmwarestand CP
Prg-Load	Last durch Programm im OB1
Num Items	Anzahl Bytes pro S7-Station
Num S7-stations	Anzahl SIMATIC Stationen
DB Type	Art des Datenbausteins (Standard/optimiert)
Var. distribution	Verteilung der OPC-Variablen
Server PC	OPC Server PC Typ (nicht änderbar)
OPC-ServerType	OPC Server Typ (nicht änderbar)
OPC-Server Cycle	OPC Server Zykluszeit
OPC-ClientLoc	OPC Client Location
OPC-Service	OPC Dienst
TransTime_min[ms]	minimale Übertragungszeit[ms]
TransTime_Q25[ms]	25% Quartil Übertragungszeit[ms]
TransTime_avg[ms]	durchschnittliche Übertragungszeit [ms]
TransTime_Q75[ms]	75% Quartil Übertragungszeit[ms]
TransTime_max[ms]	maximale Übertragungszeit [ms]
Cycle time min[ms]	minimale OB1 Zykluszeit[ms]
Cycle time avg[ms]	durchschnittliche OB1 Zykluszeit [ms]
Cycle time max[ms]	maximale OB1 Zykluszeit[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

- **Übertragungszeit:**

- In der Variante „Monitoring via UA subscription“ oder „Monitoring via cpusubscription“:

wie lange dauert die mittlere Updatezeit von n-Items (Variablen) bei 1 bis m S7-Stationen, wenn sich alle projektierten Items(Variablen) quasi synchron in allen S7-Stationen geändert haben?

- In der Variante „UA Read“:

wie lange dauert die mittlere Lesezeit von n-Items aus 1 bis m S7-Stationen bei einem synchronen Anstoß im OPC-Client?

- In der Variante „UA Write“:

wie lange dauert die mittlere Schreibzeit von n-Items auf 1 bis m S7-Stationen bei einem synchronen Anstoß im OPC-Client?

- **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 S7-Controller kommuniziert mit den dezentralen Stationen oder seinen zentralen Modulen.

3.2 Messaufbau

Das folgende Bild zeigt den prinzipiellen Messaufbau für die verschiedenen OPC UA Messverfahren. Nicht gezeigt werden Komponenten und Signale zu den Messuhren (z.B. Fertigsignale), die nur zur Durchführung der Messung dienen.

Die Messung erfolgt unter den folgenden Rahmenbedingungen:

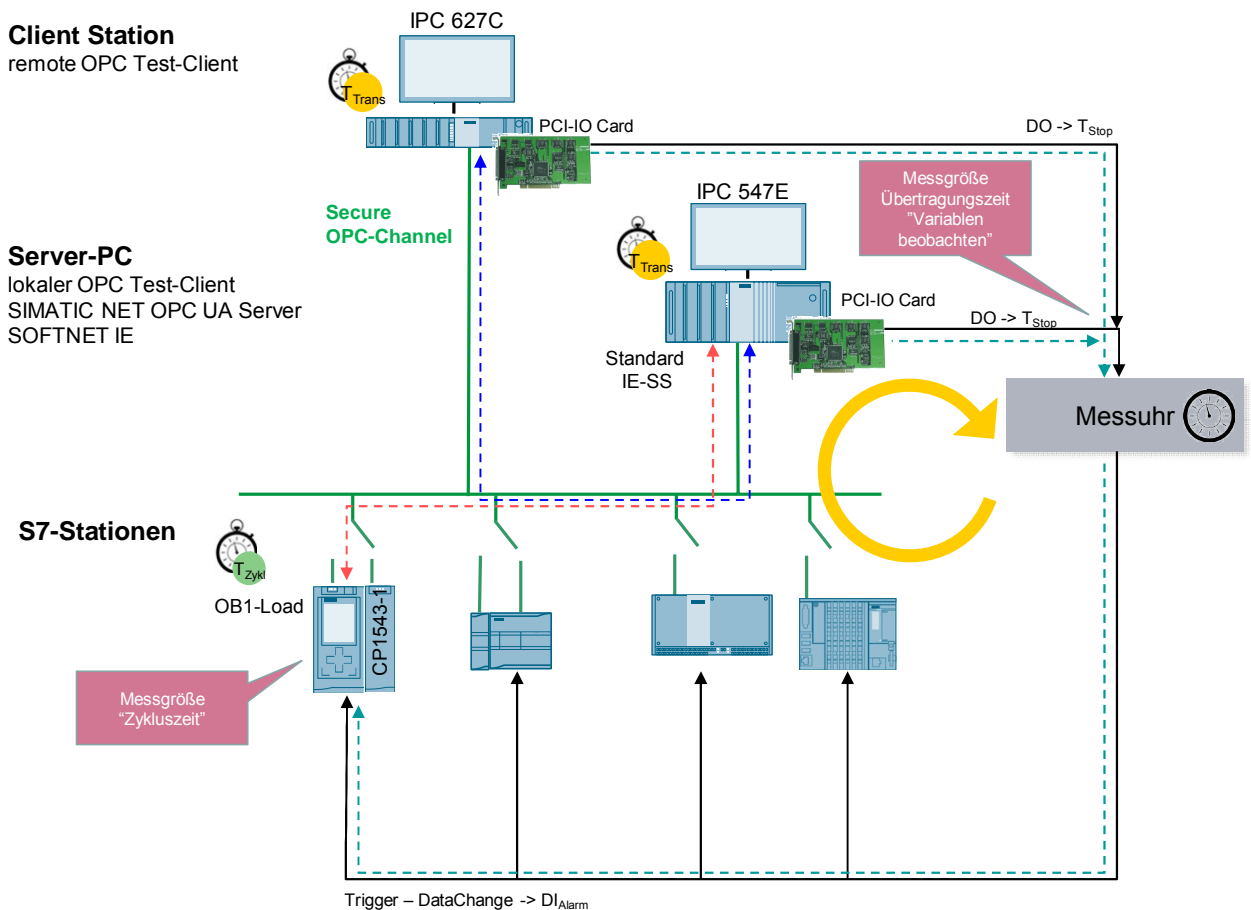
- Das Kommunikationsprogramm in den S7-Stationen (falls notwendig) wird zyklisch im OB1 des S7-Controllers aufgerufen.
- Zu jeder S7-Station wird vom Server-PC (OPC-Server) genau eine S7-Verbindung aufgebaut.
- Quelle/Ziel der Daten in der S7-Station liegen jeweils in Datenbausteinen.
- Quelle/Ziel der Daten im OPC-TestClient sind jeweils Datenstrukturen im Speicher des PCs.
- Die Verbindung zwischen dem Test-OPCCient und der Messuhr erfolgt über eine interruptfähige PCI-IO PC Karte.

Messaufbau „Variablen beobachten“

Client Station
remote OPC Test-Client

Server-PC
lokaler OPC Test-Client
SIMATIC NET OPC UA Server
SOFTNET IE

S7-Stationen



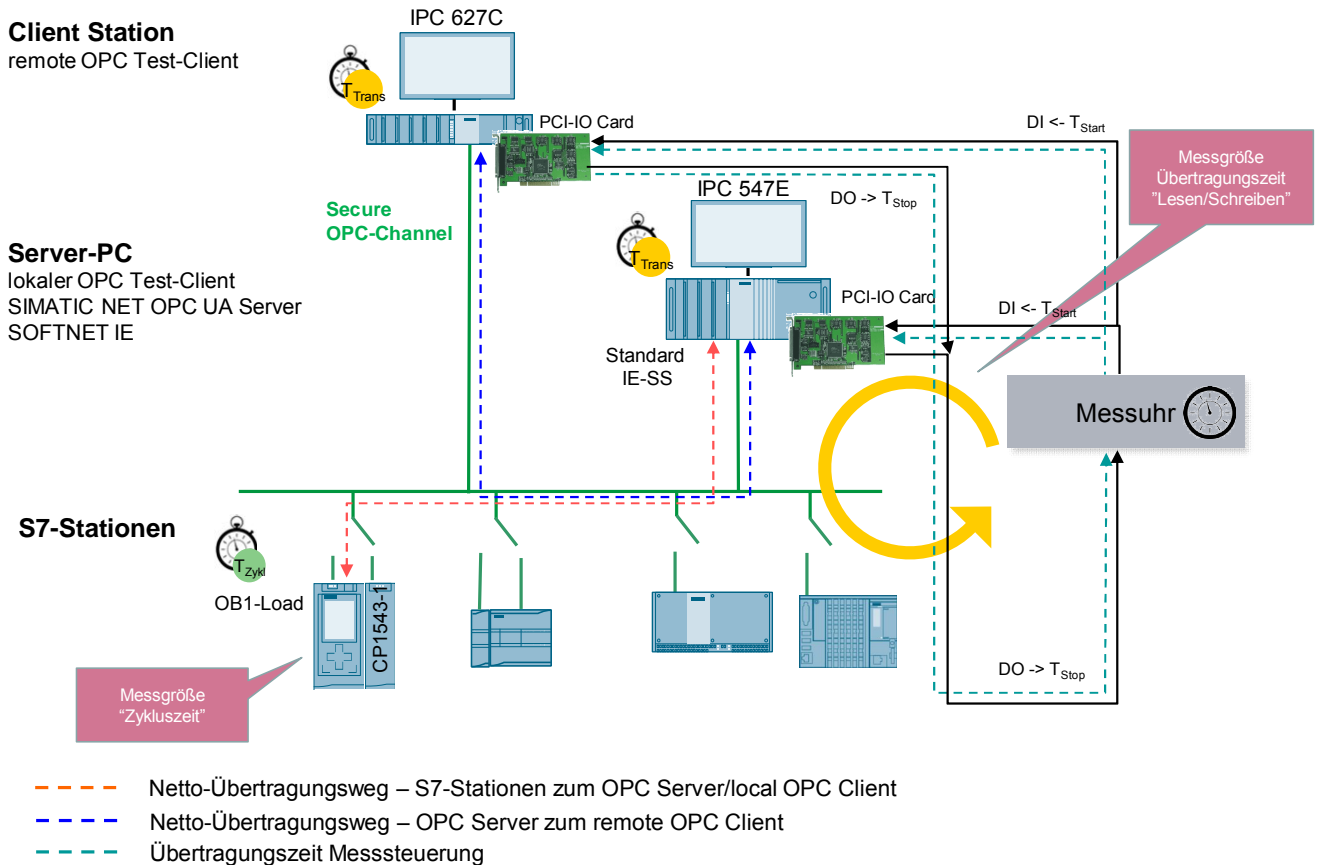
- Netto-Übertragungsweg – S7-Stationen zum OPC Server/local OPC Client
- Netto-Übertragungsweg – OPC Server zum remote OPC Client
- Übertragungszeit Messsteuerung

3 Durchführung der Messungen

Hinweis

Der durchschnittliche absolute Messfehler, bedingt durch die Laufzeit des Triggersignals durch die PCI-IO Karte, beträgt bei dieser Messung ca. 2,6 ms.
Erläuterung siehe Kap. 3.10.

Messaufbau „OPC UA Read/Write“



Hinweis

Der durchschnittliche absolute Messfehler, bedingt durch die Laufzeit der Triggersignale durch die PCI-IO Karte, beträgt bei dieser Messung ca. 5,2 ms.
Erläuterung siehe Kap. 3.10.

Hinweis

Wo die entsprechende HW-Schnittstelle der S7-CPU vorhanden ist, wird immer der Gigabit-Port verwendet.

3.1 Messverfahren der Transferzeit „Monitoring via UA-subscription/ cpusubscription“

Dieser Abschnitt beschreibt die beiden Varianten „Monitoring via UA subscription“ und „Monitoring via cpu-subscription“.

Messprinzip

Die Übertragungszeit im Modus "Monitoring via UA-/cpusubscription" gibt an, wie lange es dauert, bis der OPC Server, der eine Anzahl von n-Items in den aktiven S7-Stationen permanent auf eine Änderung hin beobachtet, diese Daten in einer Datenstruktur des OPC-Testclient abgelegt hat.

Die Übertragungszeit wird in einer Messuhr erfasst:

- **Start der Zeitmessung:**
Die Messstation triggert **alle** S7-Stationen zum synchronen Ändern ihrer Variablen im Datenbaustein (OPC-Items);
d.h. für den OPC-Server: alle projektierten Daten haben sich „quasi“ gleichzeitig geändert.
- **Stopp der Zeitmessung:**
Der OPC-Testclient hat alle DataChange-Events aller zu beobachteten Items aus allen S7-Stationen vom OPC-Server erhalten.

Das Fertigsignal (T3) zeigt an, dass die geänderten Daten (hier immer die maximale Anzahl an projektierten Items) komplett in einer Datenstruktur im OPC-TestClient abgelegt und für eine eventuell weitere Verarbeitung im PC verfügbar sind.

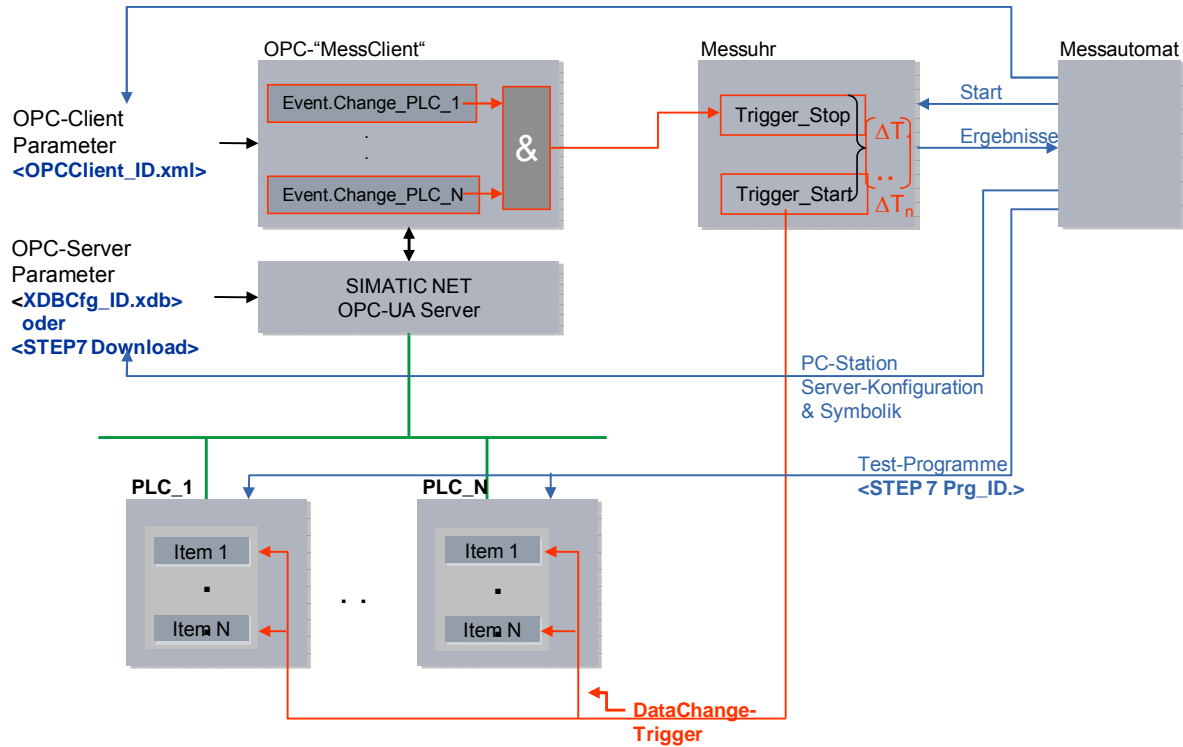
Der SIMATIC NET OPC-Server pollt die S7-Stationen bei allen Messungen mit der maximalen Update-Rate von 50/100 ms.

Pro Konfiguration (Messaufbau) wird die Messung mehrfach wiederholt ($\Delta T1.. \Delta Tn$). Daraus werden dann die wichtigsten statistischen Lageparameter bestimmt.

Funktionsmodell der Messung

Das folgende Funktionsmodell erläutert die prinzipielle Messmethode:

Abbildung 3-1 Prinzip der Messung „Variablen beobachten“



Die folgende Tabelle beschreibt die einzelnen Zeitabschnitte T_x :

Tabelle 3-1

Zeit	Beschreibung	
T1	von	Messuhr setzt Startsignal an alle projektierten S7-Stationen
	bis	Startsignal von allen S7-Stationen über Prozessalarm erfasst
T2	von	S7-Stationen ändern synchron die projektierten Sendedaten (Items)
	bis	Items werden vom OPC-Server auf Änderung gepollt und in Datenstrukturen auf dem OPC-Server kopiert
T3	von	Der OPC Testclient registriert die DataChange-Events von allen projektierten Datenfeldern.
	bis	Alle DataChange-Signale sind im OPC-Testclient erfasst worden und triggern via einer PCI-IO Card das Stoppsignal der Messuhr

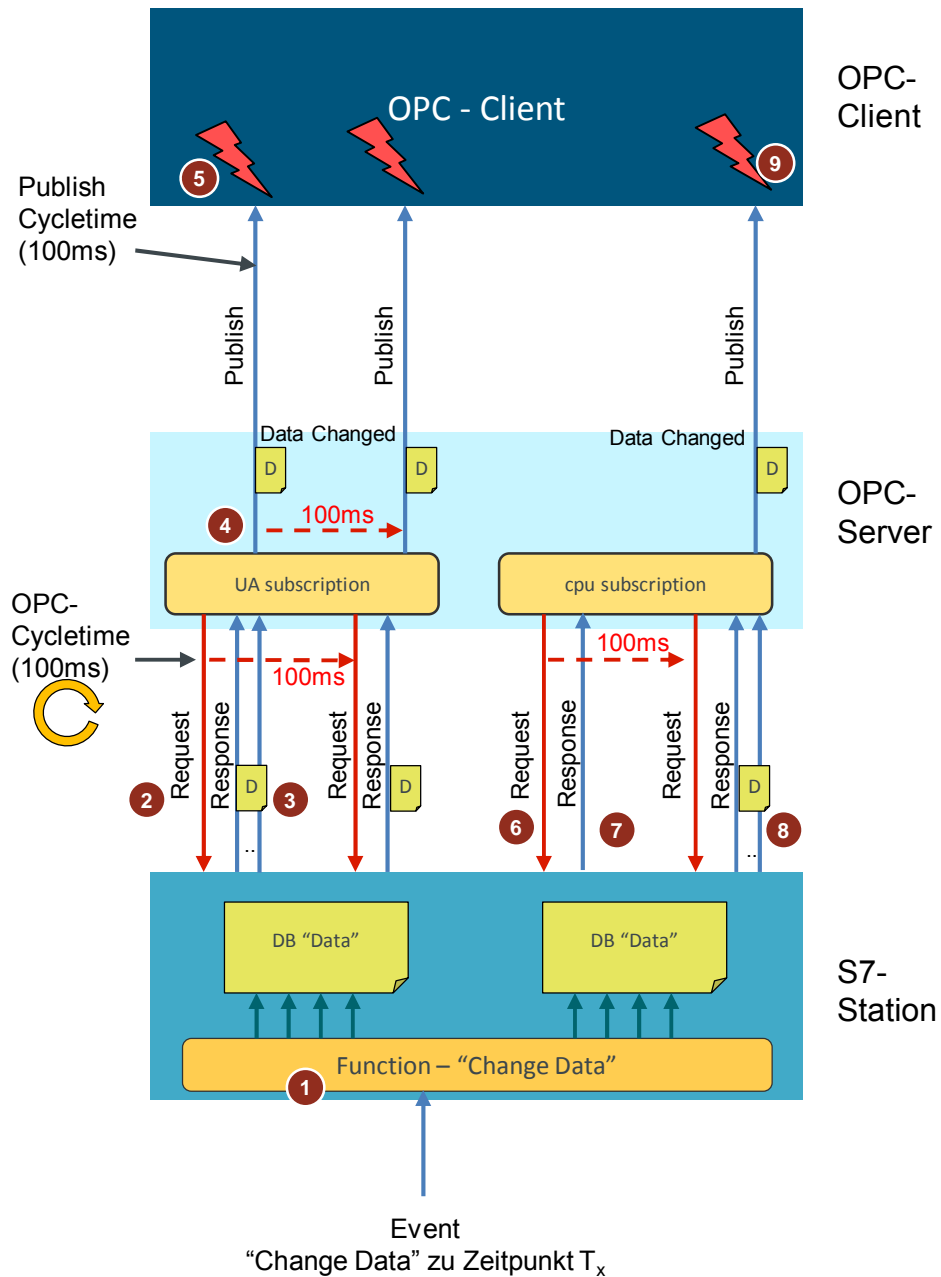
Hinweis

Die reine Übertragungszeit entspricht der Zeit T2. Die systematischen Messfehler werden durch zeitoptimierte Programmierung des OPC-Clients und eine Interrupt-gesteuerte Programmierung der PCI-IO Karte minimiert.

Asynchrone Zusammenhänge zwischen den Komponenten der Übertragung

Die folgende Grafik zeigt Ihnen die internen Zusammenhänge zwischen S7-CPU und OPC-Server/Client bei den beiden Fällen **UA-Subscription** und **cpu-Subscription**.

Abbildung 3-2



Bei der **OPC UA Subscription** muss der SIMATIC NET OPC UA Server permanent alle Variablen erhalten und die Änderungen im Vergleich zum vorherigen OPC-Server Zyklus bestimmen und den OPC Client dann informieren.

Tabelle 3-2 Vorgänge bei UA-Subscription

Nr.	Erläuterung
1	Das digitale Inputsignal von der Messuhr bewirkt eine Änderung der beobachteten Variablen zu einem Zeitpunkt Tx. Nach einer Zeit Ty sind alle Variablen mit neuen Werten beschrieben.
2	Die auf diese Variablen projizierte UA-Subscription pollt diese alle 100/50 ms.
3	Die S7-Station schickt alle Variablen dieser UA-Subscription in n – Telegrammen (S7-Protokoll) nach jeder Polling Anfrage zum OPC Server.
4	Der OPC UA Server vergleicht die angekommenen Daten auf eine Veränderung gegenüber dem vorherigen Polling-Zyklus und schickt bei einer Änderung die Variablen in einem Publish-Event an den OPC Client.
5	Der OPC Client empfängt das Publish-Telegramm und löst eine Notification Methode aus, die die Daten dann dem Anwenderprogramm zur Verfügung stellt.

Bei der **cpu-Subscription** muss die S7-CPU die Änderungen im Vergleich zum vorherigen OPC-Server Zyklus bestimmen und den SIMATIC NET OPC UA Server informieren. Dieser leitet die Information über ein Publish Telegramm an den OPC Client weiter. Die Netto Netzlast ist in diesem Fall viel geringer.

Tabelle 3-3 Vorgänge bei cpu-Subscription

Nr.	Erläuterung
1	Das digitale Inputsignal von der Messuhr bewirkt eine Änderung der beobachteten Variablen zu einem Zeitpunkt Tx. Nach einer Zeit Ty sind alle Variablen mit neuen Werten beschrieben.
6	Die auf diese Variablen projizierte UA-Subscription pollt diese alle 100/50 ms.
7	Die S7-Station schickt ein kleines Quittungstelegramm dieser cpu-Subscription an den OPC UA Server, wenn sich die Daten in der S7-Station nicht geändert haben
8	Haben sich die Daten in der S7-CPU im Vergleich zum letzten Polling Zyklus geändert, dann schickt die S7-CPU in diesem Schritt alle geänderten Variablen an den OPC UA Server.
9	Der OPC Client empfängt das Publish-Telegramm und löst eine Notification Methode aus, die die Daten dann dem Anwenderprogramm zur Verfügung stellt.

Auswertungen

Die Messuhr berechnet aus maximal 200 Einzelmessungen die statistischen Lageparameter der Messwerte. (Siehe Kap. 3.5 Messgrößen und Statistik)

3.2 Messverfahren der Transferzeit „UA- Read“

Dieser Abschnitt beschreibt die Variante „OPC UA Read“.

Messprinzip

Die Übertragungszeit im Modus "Variablen asynchron Lesen/ UA Read" gibt an, wie lange es dauert, eine Anzahl von n-Items aus dem Anwenderbereich (Datenbaustein) der aktiven S7-Stationen zu lesen und in einer Datenstruktur auf dem OPC-Testclient verfügbar zu halten.

Die Übertragungszeit wird in einer Messuhr erfasst:

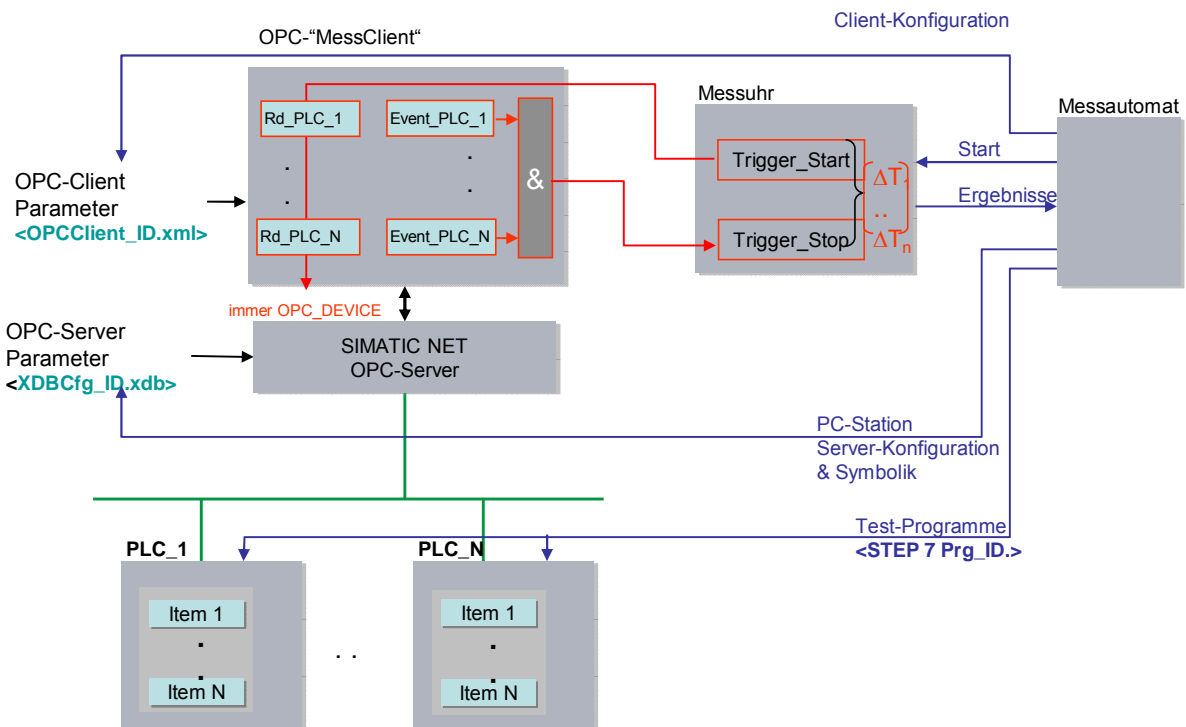
- **Start der Zeitmessung:**
Die Messstation triggert, über einen Interrupt der PCI-IO Card, den OPC-Testclient **alle** projektierten Items aus den aktive S7-Stationen zu lesen.
- **Stopp der Zeitmessung:**
Der OPC-Testclient hat vom OPC-Server alle ReadComplete-Events erhalten - > die Daten sind für eine eventuell weitere Verarbeitung verfügbar.

Das Fertigsignal (T3) zeigt an, dass die Daten (hier immer die maximale Anzahl an projektierten Items) komplett in der Datenstruktur des OPC-TestClients angekommen sind. Das hier verwendete S7-Protokoll garantiert dies mit einer Ebene 7 Quittung an den OPC-Server.

Pro Konfiguration (Messaufbau) wird die Messung mehrfach wiederholt ($\Delta T_1.. \Delta T_n$). Daraus werden dann die wichtigsten statistischen Lageparameter bestimmt.

Funktionsmodell der Messung

Das folgende Funktionsmodell erläutert die prinzipielle Messmethode:



Die folgende Tabelle beschreibt die einzelnen Zeitabschnitte T_x :

Tabelle 3-4

Zeit	Beschreibung	
T1	von	Messuhr setzt das Startsignal an den OPC-Testclient
	bis	Alle asynchronen Leseaufträge wurden vom OPC-Testclient an den OPC-Server abgesetzt.
T2	von	Der OPC-Server leitet die Leseaufträge über das S7-Protokoll an alle S7-Stationen.
	bis	Die gelesenen Daten kommen asynchron wieder am OPC-Server an.
T3	von	Der OPC-Server meldet jedes Eintreffen eines Datenpakets an den OPC Testclient via eines ReadComplete-Events.
	bis	Sind alle ReadComplete-Events vom OPC-TestClient empfangen worden, triggert der OPC-Testclient das Stoppsignal der Messuhr über die PCI-IO Card.

3.3 Messverfahren der Transferzeit „UA-Write“

Dieser Abschnitt beschreibt die Variante „OPC UA Write“.

Messprinzip

Die Übertragungszeit im Modus "Variablen asynchron Schreiben/ UA Write" gibt an, wie lange es dauert, eine Anzahl von n-Items von einer Datenstruktur im OPC-Testclient in den Anwenderbereich (Datenbaustein) der aktiven S7-Stationen zu schreiben. Die Übertragungszeit wird in einer Messuhr erfasst:

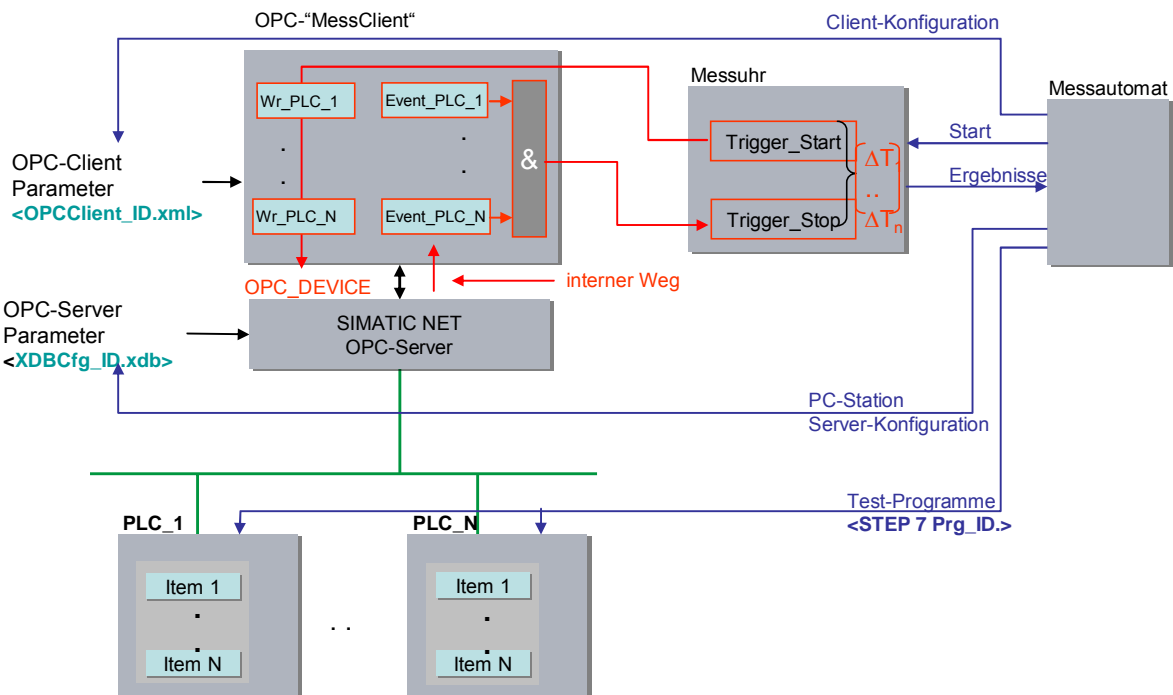
- **Start der Zeitmessung:**
Die Messstation triggert, über einen Interrupt der PCI-IO Card, den OPC-Testclient **alle** projektierten Items in die aktiven S7-Stationen zu schreiben.
- **Stopp der Zeitmessung:**
Der OPC-Testclient hat vom OPC-Server alle WriteComplete-Events erhalten.

Das Fertigsignal (T3) zeigt an, dass die geänderten Daten (hier immer die maximale Anzahl an projektierten Items) komplett im Datenbaustein der projektierten S7-Stationen angekommen sind. Das hier verwendete S7-Protokoll garantiert dies mit einer Ebene 7 Quittung an den OPC-Server.

Pro Konfiguration (Messaufbau) wird die Messung mehrfach wiederholt (DT1..DTn). Daraus werden dann die wichtigsten statistischen Lageparameter bestimmt.

Funktionsmodell der Messung

Das folgende Funktionsmodell erläutert die prinzipielle Messmethode:



Die folgende Tabelle beschreibt die einzelnen Zeitabschnitte T_x :

Tabelle 3-5

Zeit	Beschreibung	
T1	von	Messuhr setzt das Startsignal an den OPC-Testclient
	bis	Alle asynchronen Schreibaufträge wurden vom OPC-Testclient an den OPC-Server abgesetzt.
T2	von	Der OPC-Server leitet die Schreibaufträge über das S7-Protokoll an alle S7-Stationen.
	bis	Die Daten kommen asynchron an den S7-Stationen an.
T3	von	Der OPC-Server meldet jedes Eintreffen eines Datenpakets in der entsprechenden S7-Station an den OPC Testclient via eines WriteComplete-Events.
	bis	Sind alle WriteComplete-Events vom OPC-TestClient empfangen worden, triggert der OPC-Testclient das Stoppsignal der Messuhr über die PCI-IO Card.

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

Lageparameter

Um eine Bewertung bezüglich der Aussagekraft des Mittelwertes (Medians) treffen zu können, sollten auch die weiteren statistischen Lageparameter betrachtet werden. Hierzu werden alle Messgrößen mehrmals wiederholt (bis zu 200 Einzelmessungen). Aus der Gesamtheit der Messwerte errechnet die Messuhr folgende statistische Werte, die vom Anwender in der Result-Tabelle selektiert werden können.

Tabelle 3-6

Lageparameter	Definition
TransTime_min	Der kleinste gemessene Wert in der Messreihe
TransTime_Q25	Das erste Quartil (Q25) besagt, dass 25% der gemessenen Messwerte unterhalb dieser Kennzahl liegen
TransTime_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.
TransTime_Q75	Das dritte Quartil (Q75) besagt, dass 75% der gemessenen Messwerte unterhalb dieser Kennzahl liegen.
TransTime_max	Der größte gemessene Wert in der Messreihe

50% aller gemessenen Werte liegen im sogenannten Interquartilbereich (IQR), dem Bereich, der zwischen TransTime_Q25 und TransTime_Q75 liegt. Dieser Bereich liefert dem Anwender eine Aussagen über die Streuung und Zuverlässigkeit des Mittelwertes (Medians).

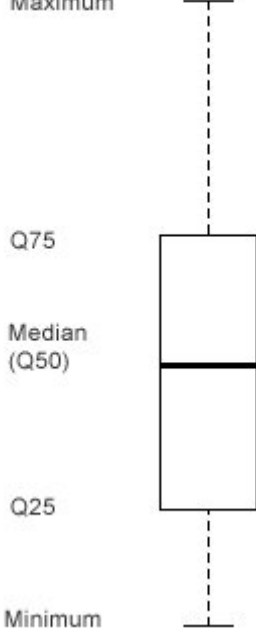
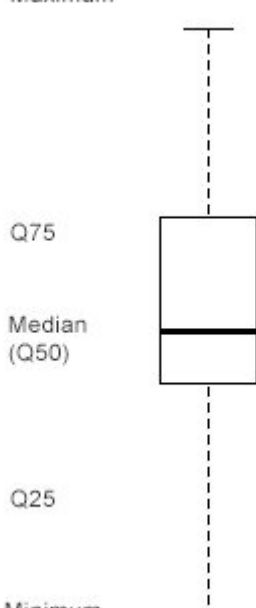
Hinweis

Im Modus OPC UA Read/Write ist die Aussagekraft des Medians bei der hier gewählten Anzahl an Einzelmessungen sehr präzise. Im Modus „Variablen beobachten“ muss mehr auf den minimalen und maximalen Wert der Messungen geachtet werden. Der Median hängt hier sehr stark von der Anzahl an Einzelmessungen ab.

Interpretation der Messwerte

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

Tabelle 3-7

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>

ACHTUNG Gerade bei nicht deterministischen Windows PC-Systemen kann es gelegentlich zu extremen Ausreißern bezüglich des Maximalwerts kommen. Den größten Aussagewert hat bei PC-Messungen der Medianwert!

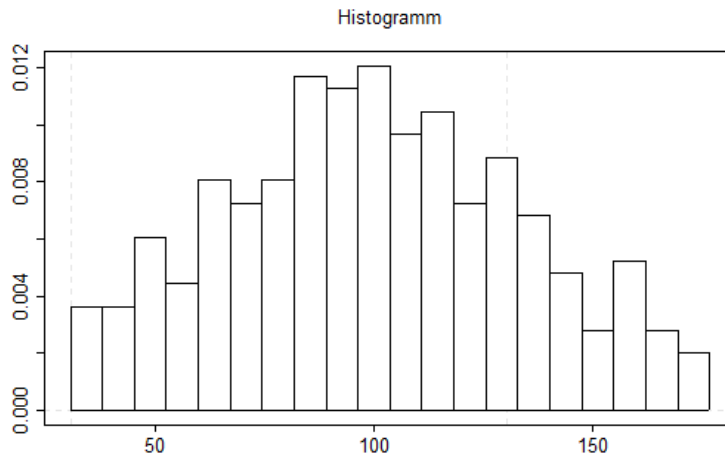
Besonderheiten bei „Variablen beobachten“

Alle n - Einzelmessungen werden von der Messuhr gesammelt und dann statistisch ausgewertet.

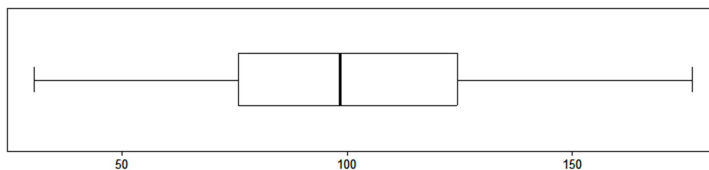
Besonders im Modus „Variablen beobachten“ hängt die Form der Verteilung der Transferzeiten sehr stark von der Anzahl der Einzelmessungen ab. Bei einer theoretisch unendlich langen Messdauer ergibt sich bei einer konstanten Polling-Rate des OPC UA Servers eine ideale Gauss-Glockenkurve. Dies hängt von den asynchron arbeitenden, zyklisch getakteten Systemen ab, die beim Transfer der Daten beteiligt sind (S7-CPU, OPC-Server, OPC-Client).

Beispiel: Modus „Variable beobachten“, 1000 Bytes, eine S7-CPU, 10ms OB1 Zyklus, 100ms OPC-Server Zyklus, ca. 400 Einzelmessungen

Abbildung 3-3

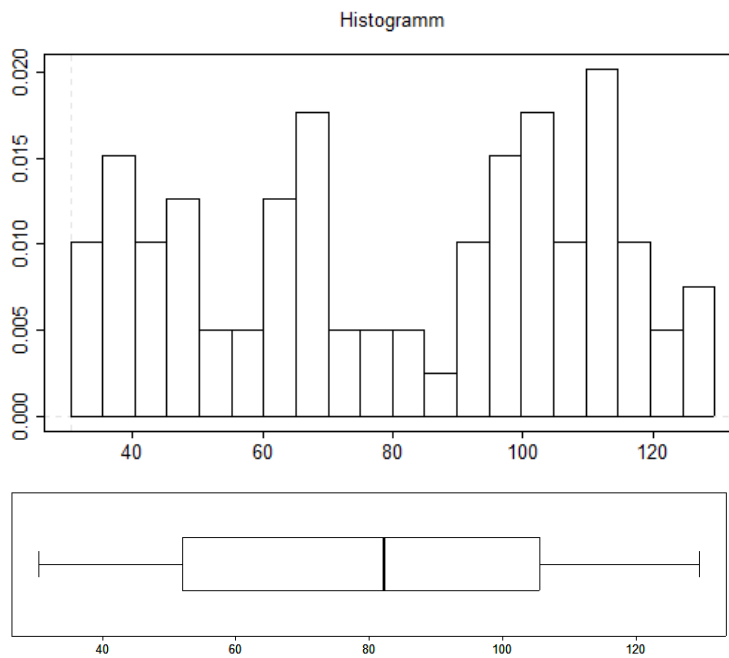


Korrespondierender Box-Plot:



Wird die Messung schon nach ca. 80 Einzelmessungen beendet ergeben sich bei sonst gleichen Rahmenbedingungen andere Verteilungen. Hier z. B. wirkt sich die 100ms auch sichtbar auf die Verteilung der Transferzeiten aus (die beiden Maxima sind 100ms auseinander).

Abbildung 3-4



Dieses ideale Histogramm kann bei entsprechend weniger Einzelmessungen vor allem im Modus Variable beobachten jedoch stark abweichen, was dann zu einem anderen Mittelwert führt.

Hinweis

Der Medianwert im Modus „Variable beobachten“ spiegelt also nur bedingt den wahren (bei unendlichen Messwerten) Wert wieder. Für die die Interpretation sollte hier eher der minimale und maximale Werte herangezogen werden.

3.6 Erläuterungen zum OPC-UA Test-Client

Der Test-OPC Client ist neben den S7-Stationen das zentrale Messobjekt in der ganzen Kette. Im Folgenden geben wir Ihnen eine Übersicht zu seinen Eigenschaften.

Übersicht

Für die Messungen stehen für die Lokalität des OPC-Clients zwei Möglichkeiten zur Wahl.

- Lokal: der OPC-Client befindet sich auf demselben Rechner wie der SIMATIC NET OPC-Server.
- Remote: der OPC-Client und der OPC-Server sind auf unterschiedlichen Rechnern installiert.

Funktionen der OPC-TestClients

Der OPC-TestClient wird vom Messautomaten mit den zu messenden Konfigurationen versorgt.

- Er stellt sich dynamisch auf die zu empfangenden Mengengerüste ein.
- Er sammelt alle Callbacks von den angemeldeten OPC-Objekten.
- Er nimmt über eine digitale IO-Karte im PC die entsprechenden Triggersignale von der Messuhr an und teilt dieser die Fertigsignale zur Bestimmung der Laufzeit mit.

Programmeigenschaften der OPC-TestClients

Der Zugriff auf den OPC Server erfolgt laufezeitoptimiert für den OPC UA Server in der Programmiersprache C#.NET erstellt.

Der OPC-Client sind laufezeitoptimiert programmiert.

Die Kommunikation mit der PCI-IO Card ist Teil des OPC-TestClients.

Entwicklungsumgebung:

.NET Framework V4.0 mit Microsoft Visual Studio 2014

Abbild der S7-Stationen im OPC-Client (local & remote)

Jede S7-Station mit ihren Variablen wird im Objekt der Klasse OPC-UA Subscription abgebildet. Die Anzahl der OPC- Subscription Objekte wird dynamisch, je nach Messkonstellation, vom OPC-TestClient in der Initialisierungsphase erzeugt. In jedem Objekt der Klasse OPC-data Monitored Item sind die Variablen aus der S7-Station in einem Array oder einer definierten Einzelsymbolanordnung abgebildet.

Kommunikation mit PCI-IO Karte

Um die Steuersignale mit der Messuhr und dem Messautomaten auszutauschen, wurde die Interrupt-fähige PCI-IO Card APCI-1500 der Firma ADDI-DATA verwendet.

Latenzzeit des Messsystems:

Die Laufzeit des Triggersignals von und zum OPC Test-Client über die PCI-IO Card wurde durch eine Spiegelroutine im OPC Test-Client ermittelt. Hierzu wurde die Zeit vom digitalen Eingang der PCI-IO Card zum Test OPC-Client und

sofortiger Spiegelung des Signals und Ausgabe an einem digitalen Ausgang der PCI-IO Karte ermittelt. Die Messung wurde 500 Mal wiederholt.

Ergebnisse der Latenzzeitmessung:

T-Latenz_{Min}: 1,01ms

T-Latenz_{Avg}: 5,2 ms

T-Latenz_{Max}: 6,82 ms

D. h. ein Triggersignal vom digitalen Eingang der Karte bis zum OPC TestClient benötigt T-Latenz/2 (hier: durchschnittlich ca. 2,6 ms)

Hinweis

Diese Werte sind als Schätzwert zu sehen und gelten ausschließlich für die verwendete IPC Umgebung. Bei anderen PC-Systemen können die Werte variieren.

3.7 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:

3.7.1 Die Variablenstruktur in den S7-CPUs

Die Testvariablen in der S7-CPU sind für die verschiedenen Varianten in folgenden Typen angeordnet

- Optimierten Datenbausteinen
- Standard Datenbausteinen
- In einem lückenlosen Array of Bytes (Adressierung als ein Item)
- In einer verteilten Struktur (Adressierung von n- Items)

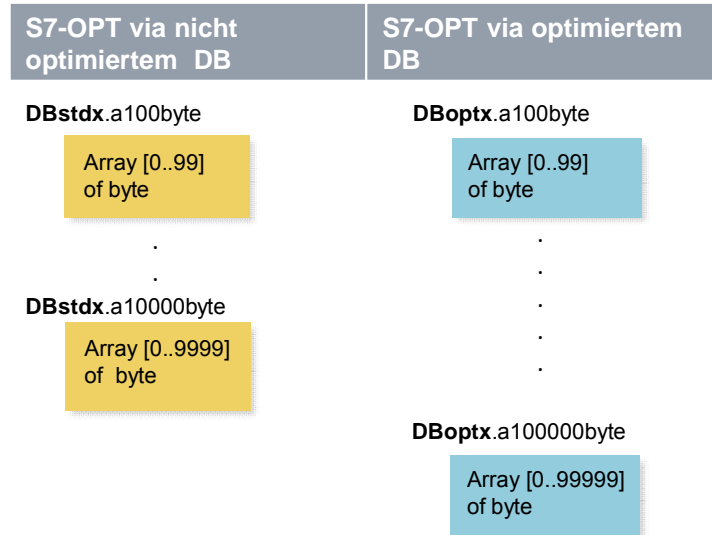
Die Messwerte zeigen ein unterschiedliches Zeitverhalten beim Zugriff auf die verschiedenen Variablen.

OPC UA Variablen-Struktur bei lückenloser Verteilung

Die zu übertragenden Bytes im „lückenlosen“ Fall, werden in einem **optimierten** und **Standard-Datenbaustein** als **Array [0..max-1] of byte** angelegt.

Der Zugriff erfolgt nur symbolisch über die NodeIDs der Variablen.

Abbildung 3-5 DB-Objekte lückenlose Arrays



SYM:Stationx.PLCx.DBstdx.a100byte SYM:Stationx.PLCx.DBoptx.a100byte

OPC UA Variablen-Struktur bei lückenbehafteter Verteilung

Die zu übertragenden Bytes im „lückenbehafteten“ Fall, werden in einem **optimierten** und **Standard-Datenbaustein** als **Array [0..max-1] of typeMix** angelegt.

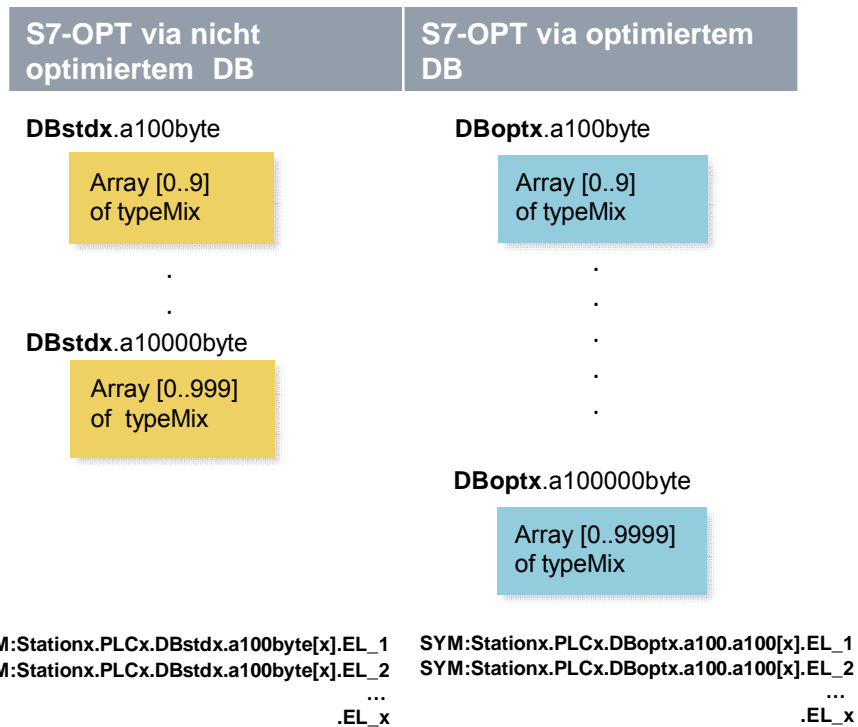
Der Datentyp **typeMix** ist so definiert, dass wegen der Platzierung von Elementaren Datentypen > 1 Byte an jeweils Wortgrenzen bei nicht optimierten DBs, mit einem **Lückengrad** von etwa **30%** gearbeitet werden kann. Die Adressierung erfolgt in diesem Fall über die **Einzelsymbole**.

PLC-Type: typeMix

Element	Abs. Byte-Adresse	Variablen-Typ	Netto-Bytes
EL_1	0	Byte	1
	1	-	
EL_2	2	WORD	
	3		3
EL_3	4	BYTE	4
	5	-	
EL_4	6	WORD	
	7		6
EL_5	8	BYTE	7
	9	-	
EL_6	10	WORD	9
	11		
EL_7	12	BYTE	10

Der Typ **typeMix** wird mit seinen 13 Bytes in einem Array auf 14 Bytes expandiert. Im Datenarray kommen dann auf **10 Bytes Nettodatenvariablen** 14 Bytes verbrauchter Speicher, was einem **Lückenmaß von etwa 29%** entspricht.

Abbildung 3-6 - DB-Objekte lückenbehaftete Einzelsymbole Abbildung 3-7



3.7.2 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 3-8

STEP 7 Programmteil		Aufgabe im S7-Controller
Messprogramm	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-Start-/Stopsignals • 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.

3.7.3 Messprogramm

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die möglichen Messprogramme:

Tabelle 3-9 Messprogramm in der S7-PLC

Messprogramm		Zweck	Ausführung in der S7-CPU
Funktionsprogramm	E/A-Trigger-Programm	Lese- /Schreibsignal über zentrale oder dezentrale digitale Peripherie, um über die Messuhren den definierten Zeitpunkt von Item-Variablen zu ändern und zu erfassen.	Über einen Prozessalarm-OB (OB40) werden die Signale der Messuhr zeitoptimal erfasst.
	Kommunikations-Programm	--	Bei den S7-1500 und S7-1200 CPs sind keine expliziten S7-Kommunikationsbausteine mehr nötig.
Erfassungsprogramm		Erfassung und Auswertung von Messwerten.	Bei allen Messreihen. Dies betrifft nur die Zykluszeit .

EA-Trigger Programm

Modus: Variable beobachten

Das EA-Triggerprogramm (Aktion Messung Start) ändert **alle** vom OPC-Server beobachteten Variablen in der S7-CPU innerhalb **eines** Zyklus. Der **Anstoß** hierzu erfolgt über einen Prozessalarm, ausgelöst von der Messuhr an einer alarmfähigen digitalen Baugruppe im zentralen Rack der S7-Station. (Ausnahme: bei der Microbox mit CPU 1507S muss das Triggersignal über eine dezentrale Peripheriestation abgenommen werden.)

Als Zeitpunkt, ab dem die Messuhr misst, gilt in diesem Fall das Startsignal an die S7-CPU. Bei den kleinen S7-CPU und großen Datenmengen, die geändert werden müssen, braucht dieser Vorgang z. T. sehr lange (> 100ms). Diese Zeit wird trotzdem mit in die Transferzeit eingerechnet, da der Transfer zum OPC-Server kontinuierlich während dieser Zeitspanne auch schon beginnt.

Kommunikationsprogramm-Programm im OB1

Im Fall der optimierten S7-Kommunikation zwischen CP und OPC-UA-Server (OPC-Server aktiv, S7-CPU/CP passiv) sind **keine** Kommunikationsbausteine im OB1-Programm notwendig.

Erfassungsprogramm im OB1

Das Erfassungsprogramm dient der Erfassung und Auswertung

- der Zykluszeit im OB1-Zyklus
- Bestimmung der mittleren, minimalen und maximalen OB1-Zykluszeit der S7-CPU erfolgt über den RD_SINFO Systembaustein.

3.7.4 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 3-10

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

4 Version

Tabelle 4-1

Version Messung	Messaufbau	Veröffentlichung	Beschreibung
V 3.0	2016, Anfang	2017, Januar	Wiederholungsmessung
V 2.0	2012, Ende	2012, März	Wiederholungsmessung
V 1.0	2010, Mitte	2010, Okt	Erstmessung