

Ausgabe 11/2023

FUNKTIONSHANDBUCH

SIMATIC

S7-1500, S7-1500R/H, ET 200SP, ET 200pro

Zyklus- und Reaktionszeiten

SIEMENS

SIMATIC

S7-1500, S7-1500R/H, ET 200SP, ET 200pro Zyklus- und Reaktionszeiten

Funktionshandbuch

Einleitung

1

Sicherheitshinweise

2

Programmbearbeitung

3

Zyklische
Programmbearbeitung

4

Ereignisgesteuerte
Programmbearbeitung

5




Zyklus- und Reaktionszeiten
des redundanten Systems
S7-1500R/H

6

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

 GEFAHR
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
 WARNUNG
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
 VORSICHT
bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
ACHTUNG
bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.


Beim Auftreten mehrerer Gefährdungstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

 WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	6
1.1	Wegweiser Dokumentation Funktionshandbücher.....	11
1.1.1	Informationsklassen Funktionshandbücher.....	11
1.1.2	Basiswerkzeuge.....	13
1.1.3	Technische Dokumentation der SIMATIC.....	15
2	Sicherheitshinweise.....	17
2.1	Cybersecurity-Hinweise.....	17
3	Programmbearbeitung.....	18
3.1	Funktionsweise.....	18
3.2	Überlastverhalten.....	20
4	Zyklische Programmbearbeitung.....	25
4.1	Zyklus.....	26
4.2	Zykluszeit.....	27
4.2.1	Unterschiedliche Zykluszeiten.....	28
4.2.2	Einflüsse auf die Zykluszeit.....	31
4.2.2.1	Aktualisierungszeit für Teilprozessabbilder.....	31
4.2.2.2	Anwenderprogrammbearbeitungszeit.....	34
4.2.2.3	Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikationslast.....	43
4.2.2.4	Besonderheit bei projektierter PROFINET IO-Kommunikation an 2. PROFINET-Schnittstelle (X2)	53
4.3	Zeitgesteuerte Programmbearbeitung in Weckalarmen.....	55
4.4	Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung.....	58
4.5	Zusammenfassung Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung	62
5	Ereignisgesteuerte Programmbearbeitung.....	64
5.1	Reaktionszeit der CPU bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung.....	64
5.2	Prozessreaktionszeit bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung.....	68
6	Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H.....	69
6.1	Einleitung.....	69
6.2	Maximale Zykluszeit und Zeitfehler.....	70
6.3	Einflüsse auf die Zykluszeit des redundanten Systems S7-1500R/H.....	72
6.3.1	Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand RUN-Solo.....	72
6.3.2	Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand SYNCUP.....	73
6.3.3	Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand RUN-Redundant.....	77

6.3.4	Einflüsse auf die Zykluszeit bei Ausfall einer CPU.....	81
6.4	Reaktionszeit von R/H-CPU's.....	84
6.5	Zeittabellen für den Systemzustand RUN-Redundant.....	87
	Glossar.....	92
	Index.....	97

Einleitung

Zweck der Dokumentation

Die Steuerung bietet unterschiedliche Möglichkeiten der Programmbearbeitung in unterschiedlichen Ablaufprioritäten. Den größten Anteil daran haben die zyklische und die zeitgesteuerte Programmbearbeitung. Deshalb sind auch die Reaktionszeiten einer Steuerung maßgeblich durch die Verarbeitungszyklen bestimmt.

Daneben gibt es noch die Möglichkeit der ereignisgesteuerten Programmbearbeitung. Die ereignisgesteuerten Programmbearbeitung beschränkt sich normalerweise auf wenige ausgewählte Ereignisse.

Dieses Handbuch enthält Informationen zu folgenden Themen:

- Arten der Programmbearbeitung
- Ablaufprioritäten
- Zyklus- und Reaktionszeiten und welchen Einflüssen diese unterliegen
- Einstellungsmöglichkeiten zur Optimierung Ihres Anwenderprogramms

Erforderliche Grundkenntnisse

Zum Verständnis der Dokumentation sind die folgenden Kenntnisse erforderlich:

- Allgemeine Kenntnisse auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik
- Kenntnisse des Industrieautomatisierungssystems SIMATIC
- Kenntnisse über die Verwendung von Windows-Computern
- Kenntnisse im Umgang mit STEP 7

Konventionen

STEP 7: Zur Bezeichnung der Projektier- und Programmiersoftware verwenden wir in der vorliegenden Dokumentation "STEP 7" als Synonym für alle Versionen von "STEP 7 (TIA Portal)".

Beachten Sie auch die folgendermaßen gekennzeichneten Hinweise:

HINWEIS

Ein Hinweis enthält wichtige Informationen zum in der Dokumentation beschriebenen Produkt, zur Handhabung des Produkts oder zu dem Teil der Dokumentation, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

Gültigkeitsbereich der Dokumentation

Die vorliegende Dokumentation umfasst hauptsächlich die Beschreibung der CPU-Anteile der Zyklus- und Reaktionszeiten der folgenden Systeme:

- Automatisierungssystem SIMATIC S7-1500
- Redundantes System SIMATIC S7-1500R/H
- die CPUs des Dezentrales Peripheriesystem ET 200SP
- die auf SIMATIC S7-1500 basierenden CPUs des Dezentralen Peripheriesystems ET 200pro

Für weitere Betrachtungen der Dezentralen Peripheriesysteme ET 200MP, ET 200SP und ET 200pro wird an den entsprechenden Stellen verwiesen.

HINWEIS

F-spezifische Überwachungs- und Reaktionszeiten sind nicht Gegenstand des Funktionshandbuches Zyklus- und Reaktionszeiten.

F-spezifische Überwachungs- und Reaktionszeiten finden Sie im Programmier- und Bedienhandbuch SIMATIC Safety - Projektieren und Programmieren

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/54110126>).

Was ist neu in der Ausgabe 11/2023 gegenüber der Ausgabe 11/2022

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Zyklus- und Reaktionszeiten	<p>Aktualisierung der angegebenen Zyklus- und Reaktionszeiten im Funktionshandbuch für folgende CPUs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CPU 1511C-1 PN (6ES7511-1CL03-0AB0) • CPU 1512C-1 PN (6ES7512-1CM03-0AB0) • CPU 1513pro-2 PN (6ES7513-2PM03-0AB0) • CPU 1513pro F-2 PN (6ES513-2GM03-0AB0) • CPU 1516pro-2 PN (6ES7516-2PP03-0AB0) • CPU 1516pro F-2 PN (6ES7516-2GP03-0AB0) 	ab Kap. Programmbearbeitung

Was ist neu in der Ausgabe 11/2022 gegenüber der Ausgabe 02/2021

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Zyklus- und Reaktionszeiten	Aktualisierung der angegebenen Zyklus- und Reaktionszeiten im Funktionshandbuch.	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)
	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPU 1514SP(F)-2 PN des Dezentralen Peripheriesystems ET 200SP	Die CPU 1514SP-2 PN erweitert das ET 200SP-Portfolio. Die CPU bietet Ihnen u. a. folgende Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Geeignet für Applikationen mit mittleren Anforderungen an den Programmumfang und die Bearbeitungsgeschwindigkeit. • Integrierte Motion Control-Funktionalitäten zur Ansteuerung von Drehzahl- und Positionierachsen, Unterstützung von externen Encodern, Nocken/Nockenspurten und Messtastern • 2 Schnittstellen PROFINET IO X1 und X2 Die CPU 1514SP F-2 PN ist zusätzlich einsetzbar für Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61508 bis SIL 3 und ISO 13849 bis PLe für Safety-Anwendungen.	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)
	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPU 1514SP T(F)-2 PN des Dezentralen Peripheriesystems ET 200SP	Die CPU 1514SP T-2 PN erweitert das ET 200SP-Portfolio. Gegenüber der CPU 1514SP-2 PN verfügt die CPU 1514SP T-2 PN über leistungsfähige, erweiterte Motion Control-Funktionen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Synchronisierten Gleichlauf • Kurvenscheiben Wichtige technische Daten: <ul style="list-style-type: none"> • Code-Arbeitsspeicher: 900 kByte • Daten-Arbeitsspeicher: 3,5 MByte • Motion Control Ressourcen: 2400 • Extended Motion Control Ressourcen: 120 Die CPU 1514SP TF-2 PN ist zusätzlich einsetzbar für Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61508 bis SIL 3 und ISO 13849 bis PLe für Safety-Anwendungen.	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)

Was ist neu in der Ausgabe 02/2021 gegenüber der Ausgabe 11/2019

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPU 1518HF-4 PN des redundanten Systems S7-1500R/H	Die CPU 1518HF-4 PN erweitert das R/H-CPU-Portfolio um eine HF-CPU. Die CPU bietet Ihnen folgende Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Leistungsfähige H-CPU mit integrierter F-Funktionalität • Die CPU ist zusätzlich einsetzbar für Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61508 bis SIL 3 und ISO 13849 bis PLe für Safety-Anwendungen. • 3 PROFINET-Schnittstellen 	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)
	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPU 1518T-4 PN/DP des Automatisierungssystems S7-1500	Die CPU 1518T-4 PN/DP ist eine CPU mit sehr großem Programm- und Datenspeicher für anspruchsvolle Anwendungen in Applikationen, die neben zentraler Peripherie auch dezentrale Automatisierungsstrukturen enthalten. Die CPU 1518T-4 PN/DP verfügt über leistungsfähige, erweiterte Motion Control-Funktionen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Synchronisierten Gleichlauf • Kurvenscheiben Wichtige technische Daten: <ul style="list-style-type: none"> • Code-Arbeitspeicher: 9 MByte • Daten-Arbeitspeicher: 60 MByte • Motion Control Ressourcen: 15360 • Extended Motion Control Ressourcen: 512 	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)
	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPU 1518TF-4 PN/DP des Automatisierungssystems S7-1500	Die CPU 1518TF-4 PN/DP ist eine CPU mit sehr großem Programm- und Datenspeicher für anspruchsvolle Anwendungen in Applikationen, die neben zentraler Peripherie auch dezentrale Automatisierungsstrukturen enthalten. Die CPU ist zusätzlich einsetzbar für Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61508 bis SIL 3 und ISO 13849 bis PLe für Safety-Anwendungen. Die CPU 1518TF-4 PN/DP verfügt über leistungsfähige, erweiterte Motion Control-Funktionen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> • Synchronisierten Gleichlauf • Kurvenscheiben Wichtige technische Daten: <ul style="list-style-type: none"> • Code-Arbeitspeicher: 9 MByte • Daten-Arbeitspeicher: 60 MByte • Motion Control Ressourcen: 15360 • Extended Motion Control Ressourcen: 512 	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)

Was ist neu in der Ausgabe 11/2019 gegenüber der Ausgabe 10/2018

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Verbesserte Visualisierung der Kommunikationslast im Webserver	Die Visualisierung der aktuellen Kommunikationslast und deren Auswirkungen auf die Zykluszeit hilft Ihnen, die geeigneten Werte für die Parametrierung der Kommunikationslast zu finden.	<ul style="list-style-type: none"> im Kapitel Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikationslast (Seite 43) im Funktionshandbuch Webserver https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/591935-60

Was ist neu in der Ausgabe 10/2018 gegenüber der Ausgabe 09/2016

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H	Die Ermittlung der Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H folgt dem gleichen Prinzip wie für die CPUs des Automatisierungssystems S7-1500.	Kap. Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H (Seite 69)

Was ist neu in der Ausgabe 09/2016 gegenüber der Ausgabe 02/2014

Was ist neu?		Was ist der Kundennutzen?	Wo finden Sie die Informationen?
Geänderte Inhalte	Erweiterung des Gültigkeitsbereichs des Funktionshandbuchs auf die CPUs des Dezentralen Peripheriesystems ET 200SP und auf die CPU 1516pro-2 PN des Dezentralen Peripheriesystems ET 200pro	Funktionen, die Sie von den CPUs der SIMATIC S7-1500 her kennen, sind realisiert in CPUs anderer Bauform (ET 200SP) und in der CPU 1516pro-2 PN (Schutzart IP 65, IP 66 und IP 67).	ab Kap. Programmbearbeitung (Seite 18)

Recycling und Entsorgung

Für ein umweltverträgliches Recycling und die Entsorgung Ihres Altgeräts wenden Sie sich an einen zertifizierten Entsorgungsbetrieb für Elektronikschrott und entsorgen Sie das Gerät entsprechend der jeweiligen Vorschriften in Ihrem Land.

Industry Mall

Die Industry Mall ist das Katalog- und Bestellsystem der Siemens AG für Automatisierungs- und Antriebslösungen auf Basis von Totally Integrated Automation (TIA) und Totally Integrated Power (TIP).

Kataloge zu allen Produkten der Automatisierungs- und Antriebstechnik finden Sie im Internet (<https://mall.industry.siemens.com>).

1.1 Wegweiser Dokumentation Funktionshandbücher

1.1.1 Informationsklassen Funktionshandbücher



Die Dokumentation für das Automatisierungssystem SIMATIC S7-1500, für die auf SIMATIC S7-1500 basierenden CPUs 1513/1516pro-2 PN, SIMATIC Drive Controller und die Dezentralen Peripheriesysteme SIMATIC ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL und ET 200eco PN gliedert sich in drei Bereiche.

Die Aufteilung bietet Ihnen die Möglichkeit, gezielt auf die gewünschten Inhalte zuzugreifen. Die Dokumentation finden Sie zum kostenlosen Download im Internet.

(<https://support.industry.siemens.com/cs/www/de/view/109742705>)

Basisinformationen



Systemhandbücher und Getting Started beschreiben ausführlich die Projektierung, Montage, Verdrahtung und Inbetriebnahme der Systeme SIMATIC S7-1500, SIMATIC Drive Controller, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL und ET 200eco PN. Für die CPUs 1513/1516pro-2 PN nutzen Sie die entsprechenden Betriebsanleitungen.

Die Online-Hilfe von STEP 7 unterstützt Sie bei der Projektierung und Programmierung.

Beispiele:

- Getting Started S7-1500
- Systemhandbücher
- Betriebsanleitungen ET 200pro und CPU 1516pro-2 PN
- Online-Hilfe TIA Portal

Geräteinformationen



Gerätehandbücher enthalten eine kompakte Beschreibung der modulspezifischen Informationen wie Eigenschaften, Anschlussbilder, Kennlinien, technische Daten.

Beispiele:

- Gerätehandbücher zu CPUs
- Gerätehandbücher zu Interfacemodulen
- Gerätehandbücher zu Digitalmodulen
- Gerätehandbücher zu Analogmodulen
- Gerätehandbücher zu Kommunikationsmodulen
- Gerätehandbücher zu Technologiemodulen
- Gerätehandbücher zu Stromversorgungsmodulen
- Gerätehandbücher zu BaseUnits

Übergreifende Informationen



In den Funktionshandbüchern finden Sie ausführliche Beschreibungen zu übergreifenden Themen rund um den SIMATIC Drive Controller und das Automatisierungssystem S7-1500. Beispiele:

- Funktionshandbuch Diagnose
- Funktionshandbuch Kommunikation
- Funktionshandbücher Motion Control
- Funktionshandbuch Webserver
- Funktionshandbuch Zyklus- und Reaktionszeiten
- Funktionshandbuch PROFINET
- Funktionshandbuch PROFIBUS

Produktinformation

Änderungen und Ergänzungen zu den Handbüchern werden in einer Produktinformation dokumentiert. Die Produktinformation hat in der Verbindlichkeit Vorrang gegenüber dem Geräte- und Systemhandbuch.

Sie finden die aktuellsten Produktinformationen im Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/68052815>)
- SIMATIC Drive Controller (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/109772684>)
- Motion Control (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/109794046>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/73021864>)
- ET 200eco PN (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109765611>)

Manual Collections

Die Manual Collections beinhalten die vollständige Dokumentation zu den Systemen zusammengefasst in einer Datei.

Sie finden die Manual Collections im Internet:

- S7-1500/ET 200MP/SIMATIC Drive Controller (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/95242965>)
- ET 200eco PN (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109781058>)

1.1.2 Basiswerkzeuge

Werkzeuge

Die nachfolgend beschriebenen Werkzeuge unterstützen Sie bei allen Schritten von der Planung, über die Inbetriebnahme bis zur Analyse Ihrer Anlage.

TIA Selection Tool

Das TIA Selection Tool unterstützt Sie bei der Auswahl, Konfiguration und Bestellung von Geräten für Totally Integrated Automation (TIA).

Als Nachfolger des SIMATIC Selection Tools fasst das TIA Selection Tool die bereits bekannten Konfiguratoren für die Automatisierungstechnik in einem Werkzeug zusammen.

Mit dem TIA Selection Tool erzeugen Sie aus Ihrer Produktauswahl oder Produktkonfiguration eine vollständige Bestell-Liste.

Sie finden das TIA Selection Tool im Internet.

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109767888>

SIMATIC Automation Tool

Mit dem SIMATIC Automation Tool führen Sie - unabhängig vom TIA Portal - an verschiedenen SIMATIC S7-Stationen Massenoperationen für Inbetriebsetzungs- und Servicetätigkeiten aus.

Das SIMATIC Automation Tool bietet eine Vielzahl von Funktionen:

- Scannen eines PROFINET/Ethernet Anlagennetzes und Identifikation aller verbundenen CPUs
- Zuweisung von Adressen (IP, Subnetz, Gateway) und Gerätenamen (PROFINET Device) zu einer CPU
- Übertragung des Datums und der auf UTC-Zeit umgerechneten PG/PC-Zeit auf die Baugruppe
- Programm-Download auf CPU
- Betriebsartenumstellung RUN/STOP
- CPU-Lokalisierung durch LED-Blinken
- Auslesen von CPU-Fehlerinformation
- Lesen des CPU-Diagnosepuffers
- Zurücksetzen auf Werkseinstellungen
- Firmwareaktualisierung der CPU und angeschlossener Module

Sie finden das SIMATIC Automation Tool im Internet.

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/98161300>

PRONETA

SIEMENS PRONETA (PROFINET Netzwerk-Analyse) ist ein Inbetriebnahme- und Diagnosetool für PROFINET-Netzwerke. PRONETA Basic verfügt über 2 Kernfunktionen:

- In der Netzwerkanalyse erhalten Sie eine Übersicht über die PROFINET-Topologie. Vergleichen Sie einen realen Ausbau mit einer Referenzanlage oder nehmen Sie einfache Parameteränderungen vor, z. B. an den Namen und IP-Adressen der Geräte.
- Der „IO Test“ ermöglicht einen einfachen und schnellen Test der Verdrahtung und des Modulausbaus einer Anlage, inklusive einer Dokumentation der Testergebnisse.

Sie finden SIEMENS PRONETA Basic im Internet:

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/67460624>)

SIEMENS PRONETA Professional bietet Ihnen als lizenziertes Produkt zusätzliche Funktionen. Es ermöglicht Ihnen das einfache Asset-Management in PROFINET-Netzwerken und unterstützt Betreiber von Automatisierungsanlagen in der automatisierten Datenerfassung der eingesetzten Komponenten durch eine Vielzahl an Funktionen:

- Die Anwenderschnittstelle (API) bietet einen Zugangspunkt in die Automatisierungszelle, um über MQTT oder eine Kommandozeile die Scan-Funktionen zu automatisieren.
- Mittels der PROFlenergy-Diagnose lässt sich für Geräte, die PROFlenergy unterstützen, sehr schnell der aktuelle Pausenmodus oder die Betriebsbereitschaft erkennen und bei Bedarf ändern.
- Der Datensatz-Assistent unterstützt PROFINET-Entwickler, azyklische PROFINET-Datensätze schnell und einfach lesen und schreiben zu können – und das ohne SPS und Engineering.

Sie finden SIEMENS PRONETA Professional im Internet. (<https://www.siemens.com/proneta-professional>)

SINETPLAN

SINETPLAN, der Siemens Network Planner, unterstützt Sie als Planer von Automatisierungssystemen und -netzwerken auf Basis von PROFINET. Das Tool erleichtert Ihnen bereits in der Planungsphase die professionelle und vorausschauende Dimensionierung Ihrer PROFINET-Installation. Weiterhin unterstützt Sie SINETPLAN bei der Netzwerkoptimierung und hilft Ihnen, Netzwerkressourcen bestmöglich auszuschöpfen und Reserven einzuplanen. So vermeiden Sie Probleme bei der Inbetriebnahme oder Ausfälle im Produktivbetrieb schon im Vorfeld eines geplanten Einsatzes. Dies erhöht die Verfügbarkeit der Produktion und trägt zur Verbesserung der Betriebssicherheit bei.

Die Vorteile auf einen Blick

- Netzwerkoptimierung durch portgranulare Berechnung der Netzwerklast
- höhere Produktionsverfügbarkeit durch Onlinescan und Verifizierung bestehender Anlagen
- Transparenz vor Inbetriebnahme durch Import und Simulation vorhandener STEP 7 Projekte
- Effizienz durch langfristige Sicherung vorhandener Investitionen und optimale Ausschöpfung der Ressourcen

Sie finden SINETPLAN im Internet.

(<https://new.siemens.com/de/de/produkte/automatisierung/industrielle-kommunikation/profinet/sinetplan.html>)

1.1.3 Technische Dokumentation der SIMATIC

Weiterführende SIMATIC Dokumente ergänzen Ihre Informationen. Sie finden diese Dokumente und deren Nutzung über die nachfolgenden Links und QR-Codes.

Der Industry Online Support vervollständigt die Möglichkeiten, Informationen zu allen Themen zu erhalten. Und die Anwendungsbeispiele unterstützen Sie bei der Lösung Ihrer Automatisierungsaufgaben.

Überblick zur Technischen Dokumentation der SIMATIC

Hier finden Sie eine Übersicht der im Siemens Industry Online Support verfügbaren Dokumentation zur SIMATIC:



Industry Online Support International

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109742705>

Wo Sie die Übersicht direkt im Siemens Industry Online Support finden und wie Sie den Siemens Industry Online Support auf Ihrem mobilen Endgerät nutzen, zeigen wir Ihnen in einem kurzen Video:



Schneller Einstieg in die technische Dokumentation von Automatisierungsprodukten per Video <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109780491>



YouTube-Video: Siemens Automation Products - Technical Documentation at a Glance <https://youtu.be/TwLSxxRQqSA>

Aufbewahren der Dokumentation

Bewahren Sie die Dokumentation zur späteren Verwendung auf.

Bei digital beigefügter Dokumentation:

1. Laden Sie nach dem Erhalt Ihres Produkts, spätestens vor der ersten Montage/Inbetriebnahme, die dazugehörige Dokumentation herunter. Nutzen Sie für den Download folgende Möglichkeiten:
 - Industry Online Support International: <https://support.industry.siemens.com>
Dem Produkt ist über die Artikelnummer eine Dokumentation zugeordnet. Sie finden die Artikelnummer auf dem Produkt und auf dem Verpackungsetikett. Produkte mit neuen, nichtkompatiblen Funktionen erhalten eine neue Artikelnummer und Dokumentation.
 - ID Link:
Wenn Ihr Produkt mit einem ID Link gekennzeichnet ist, erkennen Sie den ID Link als QR-Code mit einem Rahmen und schwarzer Rahmenecke rechts unten. Der ID Link führt Sie zum digitalen Typenschild Ihres Produkts. Scannen Sie den QR-Code auf dem Produkt oder auf dem Verpackungsetikett mit einer Smartphone-Kamera, einem Barcode-Scanner oder einer Lese-App. Rufen Sie den ID Link auf.
2. Bewahren Sie diese Version der Dokumentation auf.

Aktualisieren der Dokumentation

Die Dokumentation des Produkts wird in digitaler Form aktualisiert. Insbesondere bei Erweiterung der Funktionen werden neue Leistungsmerkmale in einer aktualisierten Version bereitgestellt.

1. Laden Sie die aktuelle Version wie oben beschrieben über Industry Online Support oder den ID Link.
2. Bewahren Sie auch diese Version der Dokumentation auf.

mySupport

Mit mySupport machen Sie das Beste aus Ihrem Industry Online Support.

Registrierung	Um die volle Funktionalität von mySupport zu nutzen, müssen Sie sich einmalig registrieren. Nach der Registrierung haben Sie die Möglichkeit, Filter, Favoriten und Tabs in Ihrem persönlichen Arbeitsbereich anzulegen.
Support-Anfragen	Ihre Daten sind in Support-Anfragen bereits vorausgefüllt und Sie können sich jederzeit einen Überblick über Ihre laufenden Anfragen verschaffen.
Dokumentation	Im Bereich Dokumentation stellen Sie sich Ihre persönliche Bibliothek zusammen.
Favoriten	Mit der Schaltfläche "Zu mySupport-Favoriten hinzufügen" merken Sie besonders interessante oder häufig benötigte Inhalte vor. Unter dem Punkt "Favoriten" finden Sie eine Liste Ihrer vorgemerkten Einträge.
Zuletzt gesehene Beiträge	Die zuletzt in mySupport aufgerufenen Seiten finden Sie unter "Zuletzt gesehene Beiträge".
CAX-Daten	Der Bereich CAX-Daten ermöglicht Ihnen den Zugriff auf aktuelle Produktdaten für Ihr CAX- oder CAE-System. Mit wenigen Klicks konfigurieren Sie Ihr eigenes Downloadpaket: <ul style="list-style-type: none"> • Produktbilder, 2D-Maßbilder, 3D-Modelle, Geräteschaltpläne, EPLAN-Makrodateien • Handbücher, Kennlinien, Bedienungsanleitungen, Zertifikate • Produktstammdaten

Sie finden mySupport im Internet. (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/de/>)

Anwendungsbeispiele

Die Anwendungsbeispiele unterstützen Sie mit verschiedenen Tools und Beispielen bei der Lösung Ihrer Automatisierungsaufgaben. Dabei werden Lösungen im Zusammenspiel mehrerer Komponenten im System dargestellt - losgelöst von der Fokussierung auf einzelne Produkte.

Sie finden die Anwendungsbeispiele im Internet.

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/ps/ae>)

Sicherheitshinweise

2.1 Cybersecurity-Hinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Cybersecurity-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen.

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Cybersecurity-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Die Kunden sind dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf ihre Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Diese Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und nur wenn entsprechende Schutzmaßnahmen (z. B. Firewalls und/oder Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Weiterführende Informationen zu möglichen Schutzmaßnahmen im Bereich Industrial Cybersecurity finden Sie unter

(<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/industrial-cybersecurity.html>).

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Produkt-Updates anzuwenden, sobald sie zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Cybersecurity RSS Feed unter

(<https://new.siemens.com/global/en/products/services/cert.html>).

Programmbearbeitung

3.1 Funktionsweise

Einleitung

Häufig programmieren Sie Ihr Anwenderprogramm mit einem Programmzyklus-Organisationsbaustein (OB), in der Regel im OB 1. Bei komplexen Anwendungen ist es häufig erforderlich, von der Anwendung geforderte kurze Reaktionszeiten einzuhalten. In vielen Fällen können Sie die Reaktionszeitanforderungen lösen, indem Sie das Anwenderprogramm in Teile mit unterschiedlichen Reaktionszeitanforderungen zerlegen. Hierzu bietet die CPU eine Reihe verschiedener OB-Typen an, deren Eigenschaften (Priorität, Frequenz, ...) Sie an Ihre Anforderungen anpassen können.

Programmorganisation

Sie haben die Möglichkeit, für die Bearbeitung Ihres Anwenderprogramms unter den folgenden Arten der Programmbearbeitung zu wählen:

Programmbearbeitung im zyklischen Programm der CPU:

Die CPU bearbeitet das Anwenderprogramm zyklisch. Wenn die Bearbeitung am Ende eines Zyklus angekommen ist, beginnt im nächsten Zyklus die Programmbearbeitung erneut. Im einfachsten Fall bearbeiten Sie das gesamte Anwenderprogramm im zyklischen Programm der CPU. Alle Aufgaben im Anwenderprogramm werden dabei gleichrangig bearbeitet. Damit ergeben sich auch für alle Aufgaben die gleichen Reaktionszeiten.

Neben der Programmbearbeitung im zyklischen Programm gibt es die zeitgesteuerte und die ereignisgesteuerte Programmbearbeitung.

Zeitgesteuerte Bearbeitung:

In einem komplexen Anwenderprogramm gibt es häufig Anteile mit unterschiedlichen Reaktionszeitanforderungen. Diese Unterschiede in den Anforderungen können Sie für eine Optimierung der Reaktionszeiten ausnutzen. Dazu zerlegen Sie die Programmteile mit höheren Reaktionszeitanforderungen in höherprioritäre OBs mit kürzerem Zyklus, z. B. in Weckalarm-OBs.

Die Bearbeitung dieser Teile kann damit unterschiedlich häufig in unterschiedlichen Prioritäten stattfinden.

Ereignisgesteuerte Bearbeitung:

Abhängig von den verwendeten Peripheriemodulen können Sie für bestimmte Prozessereignisse (z. B. Flankenwechsel eines Digitaleingangs) Prozessalarmlinien projektieren, die zum Aufruf des zugeordneten Prozessalarm-OBs führen. Die Prozessalarmlinien haben eine höhere Priorität und unterbrechen das zyklische Programm der CPU. Durch das direkte Auslösen der Programmbearbeitung erreichen Sie mit Prozessalarmlinien bei zentraler Peripherie sehr kurze Reaktionszeiten.

Beachten Sie, dass durch die intensive Nutzung von Prozessalarmlinien das zeitliche Verhalten Ihrer Applikation weniger vorhersagbar wird. Grund dafür ist, dass das zeitliche Auftreten der auslösenden Ereignisse zueinander zu stark unterschiedlichen Reaktionszeiten führen kann.

Tipp: Verwenden Sie Prozessalarmlinien nur für wenige, ausgewählte Ereignisse.

Besonderheit bei Prozessalarmen: Wenn Sie einem Ereignis (Prozessalarm) einen OB zugeordnet haben, dann besitzt der OB die Priorität des Ereignisses.

Teilprozessabbilder verwenden

Wenn Sie ein Programm z. B. wegen unterschiedlicher Reaktionszeitanforderungen auf verschiedene OBs verteilt haben, ist es sinnvoll und häufig notwendig, diesen OBs die Aktualisierung der verwendeten Peripheriedaten direkt zuzuordnen. Dazu verwenden Sie Teilprozessabbilder.

In einem Teilprozessabbild gruppieren Sie Ein- und Ausgangsdaten entsprechend ihrer Verwendung im Programm und ordnen die Daten dem OB zu.

Ein Teilprozessabbild der Eingänge (TPAE) ermöglicht, die zu einem OB-Programm gehörenden Eingangsdaten unmittelbar vor OB-Programmstart aktualisieren zu lassen.

Ein Teilprozessabbild der Ausgänge (TPAA) ermöglicht, die zu dem OB-Programm gehörenden Ausgangsdaten unmittelbar nach Ablauf des OB-Programms an den Ausgängen wirksam werden zu lassen.

Sie haben 32 (0 ... 31) Teilprozessabbilder zur Verfügung. In der Voreinstellung ist die Peripherie dem Teilprozessabbild 0 zugeordnet (Einstellung: "Automatische Aktualisierung"). Das Teilprozessabbild 0 ist fest der zyklischen Bearbeitung zugeordnet.

Die "systemseitige Aktualisierung von Teilprozessabbildern" müssen Sie projektieren. Weitere Informationen zur Projektierung der Teilprozessabbilder finden Sie in der Online-Hilfe von STEP 7 unter dem Stichwort "Prozessabbild/Teilprozessabbild zuweisen".

Unterbrechbarkeit des Programmablaufs

Jeder Organisationsbaustein wird gemäß seiner zugewiesenen Priorität bearbeitet. Bei den meisten Organisationsbausteinen können Sie die Priorität entsprechend der Reaktionszeitanforderungen anpassen.

Alle Programmzyklus-OBs haben immer die niedrigste Priorität mit 1. Die höchste Priorität ist 26.

Kommunikationsaufgaben haben immer die Priorität 15. Je nach Bedarf können Sie die Priorität Ihrer Bausteine verändern und eine höhere Priorität als die Kommunikation wählen.

Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten mit höherer Priorität unterbrechen niedrigere Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten. Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten mit höherer Priorität verlängern damit die Laufzeit der unterbrochenen Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten. Wenn zwei anstehende Aufgaben die gleiche Priorität haben, werden diese Aufgaben nacheinander entsprechend der Reihenfolge abgearbeitet, in der die jeweiligen Starterereignisse aufgetreten sind.

HINWEIS

Höherprioritäre OBs

Die Kommunikationsfunktionalität wird durch zu viele und/oder laufzeitintensive OBs mit einer Priorität ≥ 15 stark beeinflusst.

Achten Sie deshalb bei der Verwendung von OBs mit einer Priorität ≥ 15 auf die Laufzeitbelastung.

Verweis

Weitere Informationen zum Thema "Prioritäten" finden Sie im Kapitel "Ereignisse und OBs" der folgenden Handbücher:

- Systemhandbuch Automatisierungssystem S7-1500
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/59191792>)
- Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>)
- Systemhandbuch Dezentrales Peripheriesystem ET 200SP
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/58649293>)
- Betriebsanleitungen CPU 1513pro-2 PN
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109769507>) und CPU 1516pro-2 PN
(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109482416>)

Weitere Informationen zu den Organisationsbausteinen und deren Prioritäten für Motion Control finden Sie im Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109751049>).

3.2 Überlastverhalten

Überlastverhalten der CPU

Ein auftretendes Ereignis stößt die Ausführung des zugehörigen OB an. Abhängig von der OB-Priorität und der aktuellen Prozessorlast kann es bei Überlast zu einer verzögerten Ausführung des OB kommen. Dasselbe Ereignis kann deshalb einmal oder mehrmals erneut auftreten, bevor das Anwenderprogramm den zum vorhergehenden Ereignis gehörenden OB bearbeitet. Die CPU behandelt eine solche Situation wie folgt: Das Betriebssystem reiht die Ereignisse in der Reihenfolge ihres Auftretens in die ihrer Priorität zugehörige Warteschlange ein. Anschließend entnimmt die CPU das für die höchste Priorität älteste Ereignis und bearbeitet den dazugehörigen OB. Nachdem sie den OB abgearbeitet hat, bearbeitet die CPU den OB für das nächstfolgende Ereignis.

Um temporäre Überlastsituationen zu beherrschen, begrenzen Sie die Zahl anstehender Ereignisse, die aus ein und derselben Quelle stammen. Sobald die maximale Zahl anstehender Startereignisse, z. B. eines bestimmten Weckalarm-OB erreicht ist, wird das nächste Ereignis verworfen.

Wenn gleichartige Ereignisse schneller auftreten, als die CPU diese Ereignisse verarbeitet, dann entsteht Überlast. Gleichartige Ereignisse sind Ereignisse aus einer Quelle, also z. B. die Startereignisse für einen bestimmten Weckalarm-OB.

Parametrierung des Überlastverhaltens

In den Eigenschaften eines Organisationsbausteins, bei dem Überlast vorkommen kann, stellen Sie unter "Attribute" und "Einreihen von Ereignissen" die Reaktion bei Überlast ein.

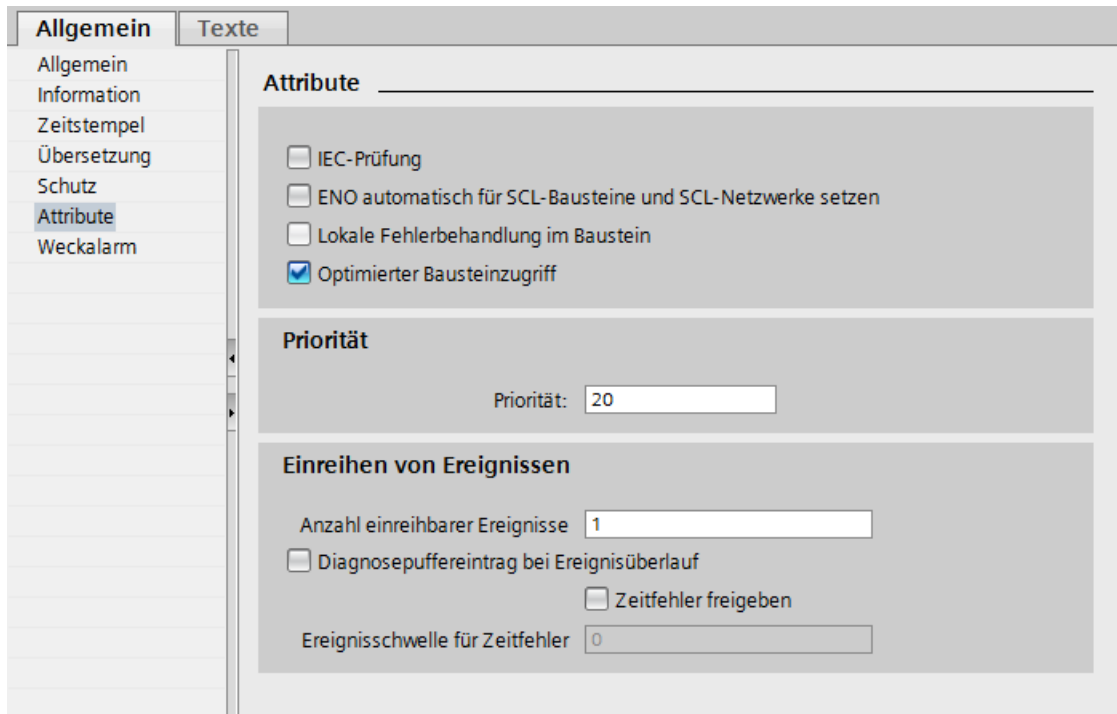


Bild 3-1 Parametrierung des Überlastverhaltens in den Bausteineigenschaften

Anzahl einreihbarer Ereignisse

Mit dem OB-Parameter "Anzahl einreihbarer Ereignisse" legen Sie fest, wie viele gleichartige Ereignisse das Betriebssystem in die zugehörige Warteschlange einreicht und folglich nachbearbeitet. Wenn dieser Parameter z. B. den Wert 1 hat, wird genau ein Ereignis zwischengespeichert.

Wenn die maximale Anzahl von gleichartigen Startereignissen in der Warteschlange erreicht ist, wird jedes weitere Startereignis lediglich gezählt und anschließend verworfen. Bei der nächsten regulären Ereignisbearbeitung stellt Ihnen die CPU die Anzahl verworfener Startereignisse im Input-Parameter "Event_Count" zur Verfügung (in der Startinformation). Dann können Sie auf die Überlastsituation geeignet reagieren. Anschließend setzt die CPU den Zähler für verlorene Ereignisse wieder auf Null.

HINWEIS

Das Nachbearbeiten von zyklischen Ereignissen ist oft unerwünscht, da es zu Überlast bei gleich- oder niedrigerprioritären OBs führen kann. Deshalb ist es meist vorteilhaft, entsprechende Ereignisse zu verwerfen und bei der nächsten regulären OB-Bearbeitung auf die Überlastsituation zu reagieren. Ein kleiner Wert des Parameters "Anzahl einreihbarer Ereignisse" mildert eine Überlastsituation ab.

Um zu gewährleisten, dass die CPU den OB mindestens eines einreihbaren Ereignisses abarbeitet, beträgt die minimale Anzahl an einreihbaren Ereignissen "1". Die maximale Anzahl an einreihbaren Ereignissen beträgt "12".

Diagnosepuffereintrag bei Ereignisüberlauf

Wenn die CPU z. B. ein Startereignis eines Weckalarm-OB erstmals verwirft, hängt ihr weiteres Verhalten vom OB-Parameter "Diagnosepuffereintrag bei Ereignisüberlauf" ab. Wenn Sie das Optionskästchen gesetzt haben, trägt die CPU für die Überlastsituation an dieser Ereignisquelle das Ereignis in den Diagnosepuffer ein. Wenn erneut eine Überlastsituation auftritt (Überlaufzähler wechselt von 0 auf 1), erfolgt beim nächsten OB-Ende erneut ein Diagnosepuffereintrag.

Zeitfehler freigeben

Mit dem Weckalarm-OB-Parameter "Zeitfehler freigeben" legen Sie für gleichartige Ereignisse fest, ob die CPU bei einer bestimmten Überlast den Zeitfehler-OB aufrufen soll. Mit dem OB-Parameter "Zeitfehler freigeben" programmieren Sie bei Überlast bereits vor Erreichen der Grenze für gleichartige Ereignisse eine Reaktion. Die Reaktion tritt ein, bevor die CPU gleichartige Ereignisse verwirft.

Als Voreinstellung ist der Parameter "Zeitfehler freigeben" nicht gesetzt.

Ereignisschwelle für Zeitfehler

Wählen Sie das Optionskästchen "Zeitfehler freigeben", um den OB-Parameter "Ereignisschwelle für Zeitfehler" freizugeben. Mit dem OB-Parameter "Ereignisschwelle für Zeitfehler" legen Sie fest, wie viele in der Warteschlange stehende gleichartige Ereignisse erlaubt sind, bevor die CPU einen Zeitfehler-OB aufruft.

Für den Parameter "Ereignisschwelle für Zeitfehler" gilt der folgende Wertebereich:

$1 \leq \text{"Ereignisschwelle für Zeitfehler"} \leq \text{"Anzahl einreihbarer Ereignisse"}$.

Beispiel 1

Das folgende Beispiel zeigt das Verhalten der CPU, wenn mehrere gleichartige Ereignisse schneller auftreten, als die CPU die zugehörigen OBs abarbeiten kann. Im Beispiel 1 hat der Benutzer die folgende Parametrierung gewählt:

The image shows a configuration window with the following settings:

- Priorität:** 20
- Einreihen von Ereignissen:**
 - Anzahl einreihbarer Ereignisse: 4
 - Diagnosepuffereintrag bei Ereignisüberlauf
 - Zeitfehler freigeben
 - Ereignisschwelle für Zeitfehler: 0

Bild 3-2 Beispielparametrierung für das Überlastverhalten

Das folgende Bild zeigt den Bearbeitungsablauf, sobald ein Ereignis einen dazugehörigen OB aufruft.

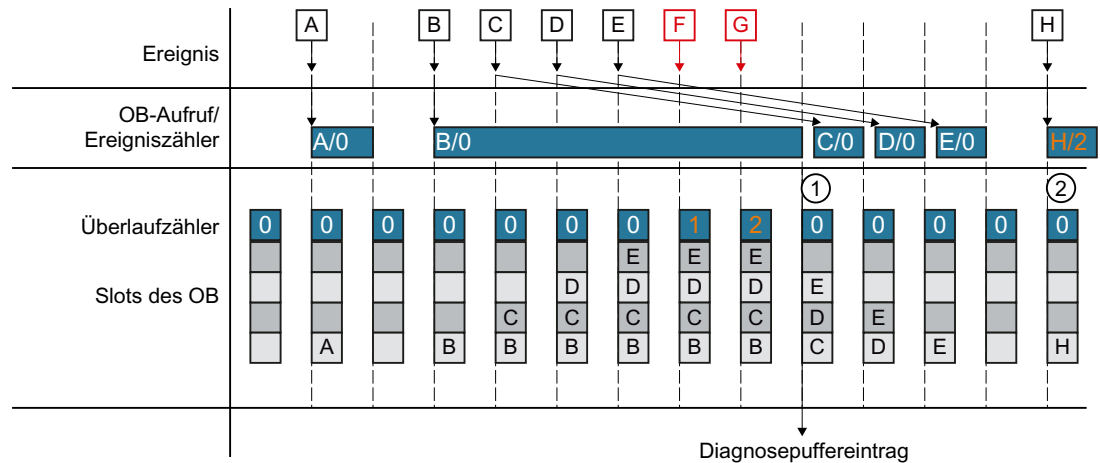


Bild 3-3 Beispiel 1

Sobald ein auftretendes Ereignis einen OB aufruft, belegt das Ereignis einen Slot des OB. Sobald die CPU das Ereignis abgearbeitet hat, ist der belegte Slot wieder frei. Wenn die CPU die Abarbeitung des OB eines aufgetretenen Ereignisses noch nicht abgeschlossen hat, belegen weitere auftretende Ereignisse während dieser Zeit jeweils einen weiteren Slot des OB. Sobald diese Anzahl über die parametrisierte Anzahl einreihbarer Ereignisse hinausgeht, werden diese Ereignisse verworfen und vom Überlaufzähler gezählt. Am Ende des langlaufenden OB erstellt die CPU einen Eintrag im Diagnosepuffer und setzt den Überlaufzähler auf Null (①). Nachdem die CPU den langlaufenden OB abgearbeitet hat, arbeitet die CPU nacheinander die OBs der eingereihten Ereignisse ab. Beim nächsten neu auftretenden Ereignis schreibt die CPU den vorherigen Wert des zurückgesetzten Überlaufzählers in die Startinformation des OB. Danach bearbeitet die CPU den OB (②).

Beispiel 2

In Beispiel 2 hat der Benutzer die folgende Parametrierung gewählt:

Priorität

Priorität:

Einreihen von Ereignissen

Anzahl einreihbarer Ereignisse

Diagnosepuffereintrag bei Ereignisüberlauf

Zeitfehler freigeben

Ereignisschwelle für Zeitfehler

Bild 3-4 Beispielparmetrierung für das Überlastverhalten

Im Unterschied zu Beispiel 1 fordert die CPU im Beispiel 2 einen Zeitfehler an, sobald die parametrisierte Ereignisschwelle überschritten wurde. Ein weiterer Zeitfehler kann erst dann auftreten, wenn zwischenzeitlich alle Slots des OB einmal frei gewesen sind.

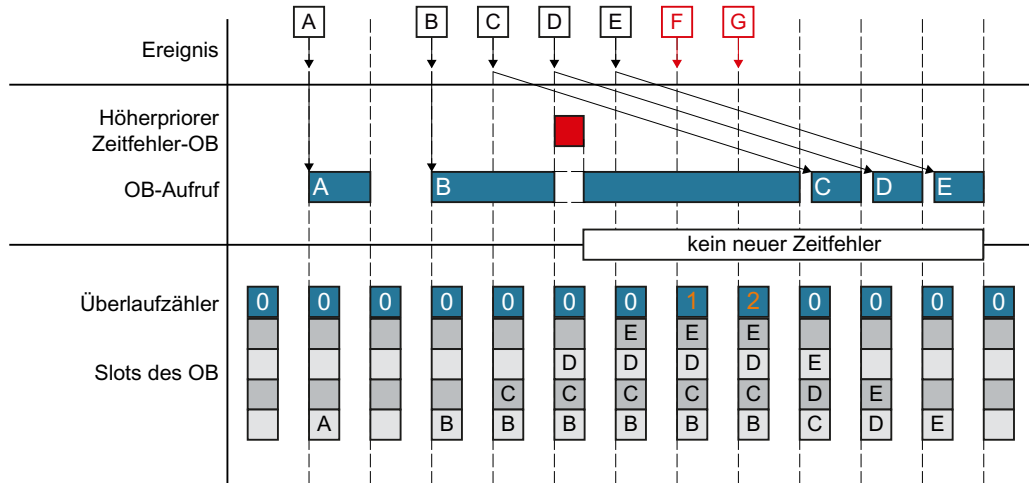


Bild 3-5 Beispiel 2

Zyklische Programmbearbeitung

Gültigkeit

Die Aussagen des Kapitels "Zyklische Programmbearbeitung" gelten für die CPU-Anteile der folgenden Systeme:

- Automatisierungssystem S7-1500
- Dezentrale Peripheriesysteme ET 200MP und ET 200SP
- die auf SIMATIC S7-1500 basierenden CPUs des Dezentralen Peripheriesystems ET 200pro
- Redundantes System S7-1500R/H (im Systemzustand RUN-Solo)

Im Systemzustand RUN-Redundant, gelten die Aussagen im Kapitel "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H ([Seite 69](#))".

Einschränkungen

Bei dem redundanten System S7-1500R/H gibt es Einschränkungen gegenüber dem Automatisierungssystem S7-1500. Das redundante System S7-1500R/H unterstützt nicht alle Hardware-Eigenschaften und Firmware-Funktionen des Automatisierungssystems S7-1500.

Die Einschränkungen sind im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>) beschrieben.

4.1 Zyklus

Definition Zyklus

Ein Zyklus umfasst die folgenden Abschnitte:

- Automatische Aktualisierung des Teilprozessabbilds 0 der Ausgänge (TPAA 0)
- Automatische Aktualisierung des Teilprozessabbilds 0 der Eingänge (TPAE 0)
- Bearbeitung des zyklischen Programms

Das Teilprozessabbild 0 wird im Zyklus automatisch aktualisiert. Die Zuordnung von Peripherieadressen zu diesen Teilprozessabbildern (TPAE 0/TPAA 0) nehmen Sie bei der Parametrierung der Peripheriemodule über die Einstellung "Automatische Aktualisierung" (Voreinstellung) vor.

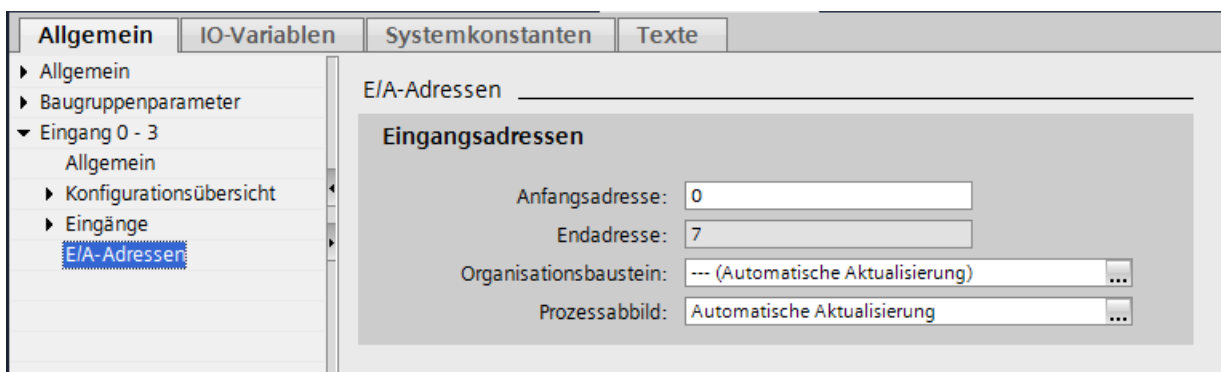
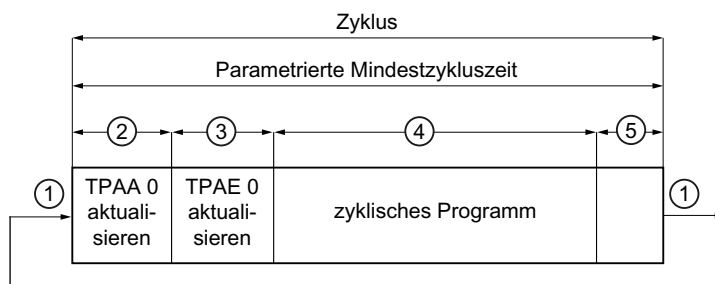


Bild 4-1 Zuordnung von Peripherieadressen zu Teilprozessabbildern

Das folgende Bild veranschaulicht die Phasen, die während eines Zyklus durchlaufen werden. Im folgenden Beispiel hat der Benutzer eine Mindestzykluszeit parametrieren. Die Aktualisierung der Teilprozessabbilder und die Bearbeitung des zyklischen Programms ist vor Ablauf der parametrieren Mindestzykluszeit abgeschlossen. Deshalb wartet die CPU noch das Ablauf der parametrieren Mindestzykluszeit ab, bevor der nächste Programmzyklus beginnt.



- ① Zykluskontrollpunkt, an dem das Betriebssystem die Messung der Zykluszeit startet.
- ② Die CPU schreibt die Zustände aus dem Prozessabbild der Ausgänge auf die Ausgabemodule.
- ③ Die CPU liest den Zustand der Eingänge an den Eingabemodulen und schreibt die Eingangsdaten in das Prozessabbild der Eingänge.
- ④ Die CPU bearbeitet das Anwenderprogramm und führt die im Programm angegebenen Operationen aus.
- ⑤ Wartezeit bis zum Ende der parametrieren Mindestzykluszeit

Bild 4-2 Zyklus

Zykluskontrollpunkt

Bei Erreichen des Zykluskontrollpunkts hat die CPU das zyklische Programm beendet und führt keine OBs mehr aus. Alle Nutzdaten sind zu diesem Zeitpunkt konsistent. Voraussetzung ist, dass keine Kommunikation, welche die Nutzdaten verändert, aktiv ist (z. B. HMI-Kommunikation oder PUT/GET-Kommunikation).

Der Zykluskontrollpunkt markiert:

- das Ende eines Zyklus und dessen Zykluszeitstatistik
- den Beginn des nachfolgenden Zyklus und dessen Zykluszeitstatistik
- den Neustart der Überwachung der parametrisierten maximalen Zykluszeit (Zähler der Zykluszeitüberschreitung wird zurückgesetzt)

Der Zykluskontrollpunkt ist erreicht, je nachdem, welches der folgenden Ereignisse zuletzt auftritt:

- Ende des letzten Programmzyklus-OB
- Ablauf der Mindestzykluszeit (sofern projektiert)

Nach Erreichen des Zykluskontrollpunkts führt die CPU folgende Schritte durch:

1. Schreiben des Prozessabbilds der Ausgänge auf die Ausgabemodule
2. Einlesen des Zustands der Eingänge aus den Eingabemodulen in das Prozessabbild der Eingänge
3. Ausführung des ersten Programmzyklus-OB

4.2 Zykluszeit

Definition Zykluszeit

Die Zykluszeit ist die Zeit, welche die CPU benötigt für:

- die Aktualisierung des Prozessabbilds der Ein- und Ausgänge
- die Bearbeitung des zyklischen Programms
- alle diesen Zyklus unterbrechende Programmteile und Systemtätigkeiten
- das Abwarten der Mindestzykluszeit (falls diese parametrisiert und länger als die Programmbearbeitungszeit ist)

4.2.1 Unterschiedliche Zykluszeiten

Einleitung

Da die Bearbeitungszeiten variieren können, ist die Zykluszeit (T_{zyk}) nicht in jedem Zyklus gleich lang. Ursachen hierfür sind z. B.:

- Unterschiedliche Programmlaufzeiten, z. B.:
 - Programmschleifen
 - Bedingte Befehle
 - Bedingte Bausteinaufrufe
 - Unterschiedliche Programmpfade
- Verlängerung wegen Unterbrechungen, z. B.:
 - Zeitgesteuerte Alarmbearbeitung
 - Ereignisgesteuerte Alarmbearbeitung
 - Kommunikation

Ursachen für unterschiedliche Zykluszeiten

Das folgende Bild zeigt die unterschiedlichen Zykluszeiten T_{zyk1} und T_{zyk2} an einem Beispiel. Da das zyklische Programm in diesem Beispiel durch einen Weckalarm-OB (z. B.: OB 30) unterbrochen wird, ist die Zykluszeit T_{zyk2} größer als T_{zyk1} . Der Weckalarm-OB wird wiederum durch Motion Control-Funktionen und Kommunikation unterbrochen.

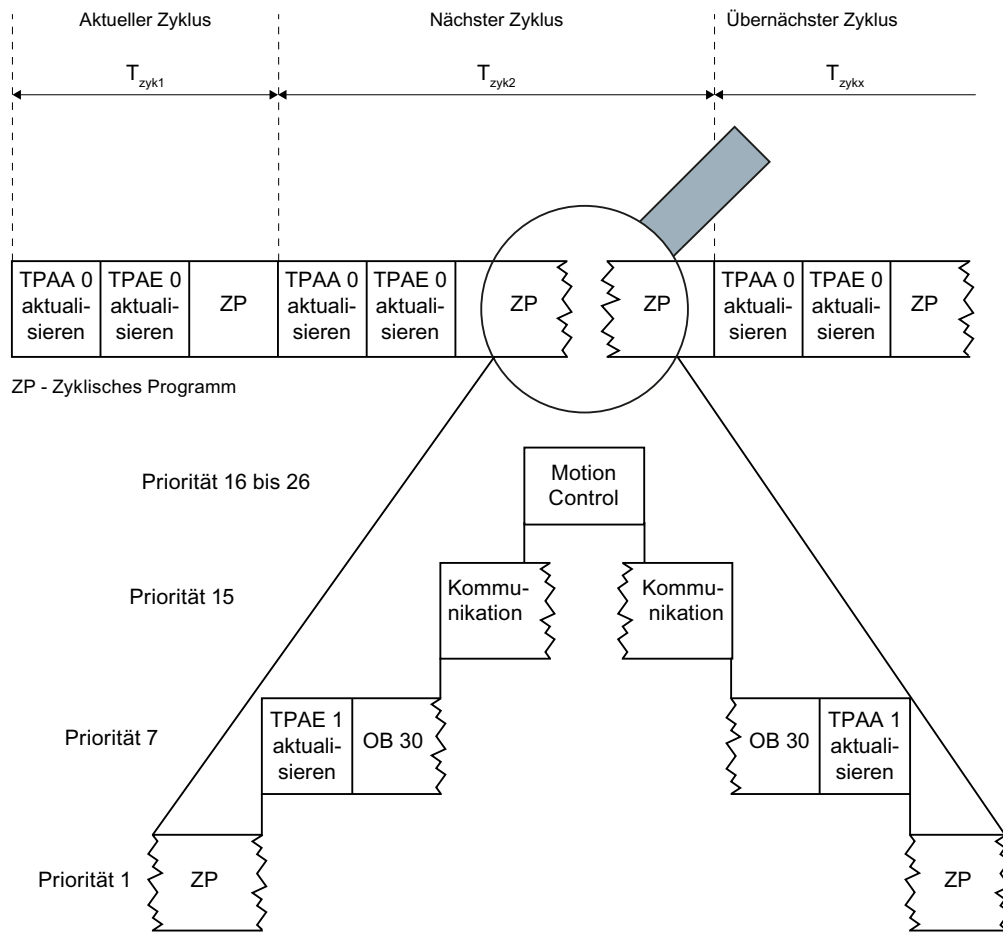


Bild 4-3 Mögliche Ursachen unterschiedlicher Zykluszeiten

Mindestzykluszeit

Für eine CPU können Sie mit STEP 7 eine Mindestzykluszeit einstellen. Die Voreinstellung für die Mindestzykluszeit der nicht redundanten CPUs ist eine Millisekunde. In folgenden Fällen ist es sinnvoll, diese Einstellung zu erhöhen:

- Um die Schwankungsbreite der Zykluszeit zu reduzieren.
- Um verbleibende Rechenzeit für Kommunikationsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Die CPU arbeitet dann diese Kommunikationsaufgaben bis zum Ablauf der Mindestzykluszeit ab.

Die verbleibende Rechenzeit den Kommunikationsaufgaben zur Verfügung zu stellen, bietet folgende Vorteile:

- Längere Mindestzykluszeiten verhindern, dass Prozessabbilder unnötig oft aktualisiert werden und führen somit zu weniger Last am Rückwandbus.
- Längere Mindestzykluszeiten sorgen für eine höhere Kommunikationsleistung.

Maximale Zykluszeit

Die maximale Zykluszeit ist eine parametrierbare Obergrenze der Laufzeit des zyklischen Programms. Aufgabe der maximalen Zykluszeit ist es, die für den jeweiligen Prozess geforderte Reaktionszeit zu überwachen.

Standardmäßig ist die maximale Zykluszeit nicht redundanter CPUs auf 150 ms voreingestellt. Über die Parametrierung der CPU können Sie diesen Wert zwischen 1 ms und 6000 ms einstellen. Wenn die Zeit des gerade bearbeiteten Zyklus die maximale Zykluszeit überschreitet, dann wird der Zeitfehler-OB (OB 80) aufgerufen. Mit dem Anwenderprogramm im OB 80 legen Sie fest, wie die CPU auf den Zeitfehler reagiert.

Die folgende Tabelle zeigt das Verhalten der CPU bei Zykluszeitüberschreitungen mit und ohne projektiertem OB 80:

Tabelle 4-1 Verhalten der CPU bei Zykluszeitüberschreitungen

Anzahl der Zykluszeitüberschreitungen ⇒	Betriebszustand
Erste Zykluszeitüberschreitung ¹⁾ ohne OB 80 ⇒	STOP
Erste Zykluszeitüberschreitung mit OB 80 ⇒	RUN
Zweite Zykluszeitüberschreitung mit OB 80 ⇒	STOP

¹⁾ Innerhalb des aktuellen Zyklus

Das Verhalten der R/H-CPU's bei Zykluszeitüberschreitungen finden Sie im Kapitel Maximale Zykluszeit und Zeitfehler ([Seite 70](#)).

Zykluszeitstatistik

Die Zykluszeitstatistik lesen Sie entweder direkt in STEP 7 (Task Card "Online-Tools") oder mit der Anweisung "RT_INFO" aus.

Mit der Anweisung "RT_INFO" generieren Sie in STEP 7 Statistiken zur Laufzeit von bestimmten Organisationsbausteinen der Kommunikation oder dem Anwenderprogramm. Dazu gehören z. B.:

- die kürzeste und längste Zykluszeit
- die Anteile der Laufzeit für die Kommunikation und das Anwenderprogramm

HINWEIS

Anzeige der Zykluszeitstatistik auf dem Display und Webserver

Bei den CPUs der S7-1500 haben Sie zusätzlich die Möglichkeit, die Zykluszeitstatistik über das Display der CPU aufzurufen. Ab FW-Version 2.0 der CPUs wird die Zykluszeitstatistik auch im Webserver angezeigt.

Um die Zykluszeitstatistik direkt in STEP 7 anzusehen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Stellen Sie mit STEP 7 eine Online-Verbindung zur CPU her.
2. Wählen Sie die Task Card "Online-Tools" aus.

Ergebnis: Im Abschnitt Zykluszeit wird Ihnen das Diagramm der Zykluszeitstatistik angezeigt.

Das folgende Bild zeigt einen Ausschnitt aus STEP 7 mit der Zykluszeitstatistik. Die Zykluszeit schwankt in diesem Beispiel zwischen 7 ms und 12 ms. Die aktuelle Zykluszeit liegt bei 10 ms. Die maximal eingestellte Zykluszeit beträgt in diesem Beispiel 40 ms.



Bild 4-4 Zykluszeitstatistik

Weitere Informationen über das Laufzeitverhalten der CPU erhalten Sie über die Anweisung "RT_INFO" im Anwenderprogramm. Die Anweisung informiert über:

- die prozentuale Auslastung der CPU durch das Anwenderprogramm und die Kommunikation
- die Laufzeiten einzelner OBs

Verweis

Weitere Informationen zur Anweisung "RT_INFO" finden Sie in der Online-Hilfe von STEP 7.

4.2.2 Einflüsse auf die Zykluszeit

4.2.2.1 Aktualisierungszeit für Teilprozessabbilder

Aktualisierungszeit für Teilprozessabbilder abschätzen

Die Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder ist abhängig von der Anzahl der zugeordneten zentralen und dezentralen Peripheriedaten.

Die Aktualisierungszeit schätzen Sie mit der folgenden Formel ab:

$$\begin{aligned}
 & \text{Grundlast für Prozessabbildaktualisierung} \\
 + & \text{ Anzahl Worte im Prozessabbild} \times \text{Kopierzeit für zentrale Peripherie} \\
 + & \text{ Anzahl Worte im Prozessabbild über DP} \times \text{Kopierzeit für PROFIBUS-Peripherie} \\
 + & \text{ Anzahl Worte im Prozessabbild über PROFINET} \times \text{Kopierzeit für PROFINET-Peripherie} \\
 \hline
 = & \text{ Aktualisierungszeit des Teilprozessabbilds}
 \end{aligned}$$

Aktualisierungszeiten der Teilprozessabbilder

Die folgende Tabelle enthält die Zeiten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeiten der Teilprozessabbilder.

Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den S7-1500-CPU's

Tabelle 4-2 Daten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den S7-1500-CPU's

Anteile	Aktualisierungszeiten der S7-1500-CPU's	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(T)(F)-3 PN/DP
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	35 µs	30 µs
Kopierzeit für zentrale Peripherie	9 µs/Wort	8 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFIBUS	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort

Anteile	Aktualisierungszeiten der S7-1500-CPU's		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN 1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518(T)(F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	30 µs	7 µs	5 µs
Kopierzeit für zentrale Peripherie	8 µs/Wort	5 µs/Wort	4 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFIBUS	0,5 µs/Wort	0,4 µs/Wort	0,3 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	0,5 µs/Wort	0,4 µs/Wort	0,3 µs/Wort

Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den ET 200SP-CPUs

Tabelle 4-3 Daten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den ET200SP-CPU

Anteile	Aktualisierungszeit der ET 200SP-CPU	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx	
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	60 µs	
Kopierzeit für zentrale Peripherie	0,5 µs/Wort	
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFIBUS	0,5 µs/Wort	
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	0,5 µs/Wort	

Anteile	Aktualisierungszeit der ET 200SP-CPU	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	60 µs	30 µs
Kopierzeit für zentrale Peripherie	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFIBUS	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort

HINWEIS

Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den ET 200SP-CPUs

Beachten Sie für die Aktualisierungszeit der ET 200SP-CPU zusätzlich die Angaben in der Tabelle "Aktualisierungszeit der ET 200SP-CPU" des Kapitels Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung (Seite 58).

Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den ET 200pro-CPU

Tabelle 4-4 Daten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeit der Teilprozessabbilder bei den ET200pro-CPU

Anteile	Aktualisierungszeit der ET 200pro-CPU	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx03-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	35 µs	30 µs
Kopierzeit für zentrale Peripherie	140 µs/Wort	120 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFIBUS	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	0,5 µs/Wort	0,5 µs/Wort

4.2.2.2 Anwenderprogrammbearbeitungszeit

Einleitung

Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten mit höherer Priorität unterbrechen niedere Organisationsbausteine oder Systemaktivitäten und verlängern damit deren Laufzeit.

Programmbearbeitungszeit ohne Unterbrechungen

Das Anwenderprogramm hat ohne Unterbrechungen eine gewisse Laufzeit. Die Laufzeit ist von der Anzahl der Operationen abhängig, die im Anwenderprogramm ausgeführt werden. Die folgende Tabelle enthält die typischen Zeiten, wie lange eine Operation dauert.

Zeitdauer einer Operation bei den S7-1500-CPU

Tabelle 4-5 Zeitdauer einer Operation bei den S7-1500-CPU

	S7-1500				
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx				
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN	1512C-1 PN	1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN	1516(T)(F)-3 PN/DP
Bitoperationen, typ.	60 ns	48 ns	40 ns	30 ns	10 ns
Wortoperationen, typ.	72 ns	58 ns	48 ns	36 ns	12 ns
Festpunktarithmetik, typ.	96 ns	77 ns	64 ns	48 ns	16 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	384 ns	307 ns	256 ns	192 ns	64 ns

	S7-1500			
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx		Alle Artikelnummern	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518(T)(F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Bitoperationen, typ.	25 ns	6 ns	2 ns	1 ns
Wortoperationen, typ.	32 ns	7 ns	3 ns	2 ns
Festpunktarithmetik, typ.	42 ns	9 ns	3 ns	2 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	170 ns	37 ns	12 ns	6 ns

Zeitdauer einer Operation bei den S7-1500R/H-CPU

Tabelle 4-6 Zeitdauer einer Operation bei den S7-1500R/H-CPU

	S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513R-1 PN	1515R-2 PN
Bitoperationen, typ.	40 ns	30 ns
Wortoperationen, typ.	48 ns	36 ns
Festpunktarithmetik, typ.	64 ns	48 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	256 ns	192 ns

	S7-1500R/H* im Systemzustand RUN-Solo		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx		Alle Artikelnummern
	1513R-1 PN	1515R-2 PN	1517H-3 PN 1518HF-4 PN
Bitoperationen, typ.	31 ns	12 ns	2 ns
Wortoperationen, typ.	40 ns	15 ns	3 ns
Festpunktarithmetik, typ.	53 ns	20 ns	3 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	213 ns	78 ns	12 ns

* weitere Informationen zu den Zyklus- und Reaktionszeiten von R/H-CPU finden Sie im Abschnitt "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H"

Zeitdauer einer Operation bei den ET 200SP-CPU's

Tabelle 4-7 Zeitdauer einer Operation bei den ET 200SP-CPU's

	ET 200SP	
	Artikelnummern xxxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxxx-xxx01-xxxx	
	1510SP(F)-1 PN	1512SP(F)-1 PN
Bitoperationen, typ.	72 ns	48 ns
Wortoperationen, typ.	86 ns	58 ns
Festpunktarithmetik, typ.	115 ns	77 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	461 ns	307 ns

	ET 200SP		
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx03-xxxx		Alle Artikelnummern
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Bitoperationen, typ.	25 ns	6 ns	30 ns
Wortoperationen, typ.	32 ns	7 ns	36 ns
Festpunktarithmetik, typ.	42 ns	9 ns	48 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	170 ns	37 ns	192 ns

Zeitdauer einer Operation bei den ET 200pro-CPU's

Tabelle 4-8 Zeitdauer einer Operation bei den ET 200pro-CPU's

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Bitoperationen, typ.	40 ns	10 ns
Wortoperationen, typ.	48 ns	12 ns
Festpunktarithmetik, typ.	64 ns	16 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	256 ns	64 ns

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Bitoperationen, typ.	25 ns	6 ns
Wortoperationen, typ.	32 ns	7 ns
Festpunktarithmetik, typ.	42 ns	9 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	170 ns	37 ns

HINWEIS

Anweisung "RUNTIME"

Beachten Sie, dass es sich bei den in den Tabellen angegebenen Zeiten um typische Werte handelt. Deshalb kann es Anwenderprogramme geben, die von den genannten typischen Werten abweichen.

Überprüfen Sie unbedingt vorab die Laufzeit kritischer Programmsequenzen mit der Anweisung "RUNTIME".

Verlängerung durch Einschachtelung von höherprioren OBs und/oder Alarmen

Die Unterbrechung eines Anwenderprogramms durch einen höherprioren OB verursacht einen gewissen zeitlichen Grundaufwand. Berücksichtigen Sie diesen Grundaufwand zusätzlich zur Aktualisierungszeit der zugeordneter Teilprozessabbilder und der Bearbeitungszeit des enthaltenen Anwenderprogramms. Die folgenden Tabellen enthalten die typischen Zeiten für die unterschiedlichen Alarme bzw. Fehlerereignisse.

Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den S7-1500-CPU

Tabelle 4-9 Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den S7-1500-CPU

	S7-1500	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(T)(F)-3 PN/DP
Prozessalarm	90 µs	80 µs
Uhrzeitalarm	90 µs	80 µs
Verzögerungsalarm	90 µs	80 µs
Weckalarm	90 µs	80 µs

	S7-1500		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN 1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518(T)(F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Prozessalarm	80 µs	20 µs	12 µs
Uhrzeitalarm	80 µs	20 µs	12 µs
Verzögerungsalarm	80 µs	20 µs	12 µs
Weckalarm	80 µs	20 µs	12 µs

Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den S7-1500R/H--CPUs

Tabelle 4-10 Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den S7-1500R/H-CPU's

	S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513R-1 PN	1515R-2 PN
Prozessalarm	170 µs	140 µs
Uhrzeitalarm	170 µs	140 µs
Verzögerungsalarm	170 µs	140 µs
Weckalarm	170 µs	140 µs

	S7-1500R/H* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1513R-1 PN 1515R-2 PN	1517H-3 PN 1518HF-4 PN
Prozessalarm	90 µs	20 µs
Uhrzeitalarm	90 µs	20 µs
Verzögerungsalarm	90 µs	20 µs
Weckalarm	90 µs	20 µs

* weitere Informationen zu den Zyklus- und Reaktionszeiten von R/H-CPU's finden Sie im Kapitel "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H"

Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den ET 200SP-CPU

Tabelle 4-11 Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den ET 200SP-CPU

	ET 200SP	
	Artikelnummern xxxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxxx-xxx01-xxxx	
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	
Prozessalarm	90 µs	
Uhrzeitalarm	90 µs	
Verzögerungsalarm	90 µs	
Weckalarm	90 µs	

	ET 200SP	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Prozessalarm	80 µs	80 µs
Uhrzeitalarm	80 µs	80 µs
Verzögerungsalarm	80 µs	80 µs
Weckalarm	80 µs	80 µs

Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den ET 200pro-CPU

Tabelle 4-12 Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm bei den ET 200pro-CPU

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Prozessalarm	90 µs	80 µs
Uhrzeitalarm	90 µs	80 µs
Verzögerungsalarm	90 µs	80 µs
Weckalarm	90 µs	80 µs

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx03-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN 1516pro(F)-2 PN	
Prozessalarm	80 µs	
Uhrzeitalarm	80 µs	
Verzögerungsalarm	80 µs	
Weckalarm	80 µs	

Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den S7-1500-CPU

Tabelle 4-13 Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den S7-1500-CPU

	S7-1500	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(T)(F)-3 PN/DP
Programmierfehler	90 µs	80 µs
Peripheriezugriffsfehler	90 µs	80 µs
Zeitfehler	90 µs	80 µs
Diagnosealarm	90 µs	80 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	90 µs	80 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	90 µs	80 µs

	S7-1500		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN 1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518((T)F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Programmierfehler	80 µs	20 µs	12 µs
Peripheriezugriffsfehler	80 µs	20 µs	12 µs
Zeitfehler	80 µs	20 µs	12 µs
Diagnosealarm	80 µs	20 µs	12 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	80 µs	20 µs	12 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	80 µs	20 µs	12 µs

Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den S7-1500R/H-CPU

Tabelle 4-14 Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den S7-1500R/H-CPU

	S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513R-1 PN	1515R-2 PN
Programmierfehler	170 µs	140 µs
Peripheriezugriffsfehler	170 µs	140 µs
Zeitfehler	170 µs	140 µs

	S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513R-1 PN	1515R-2 PN
Diagnosealarm	170 µs	140 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	170 µs	140 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	170 µs	140 µs

	S7-1500R/H* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1513R-1 PN 1515R-2 PN	1517H-3 PN 1518HF-4 PN
Programmierfehler	90 µs	20 µs
Peripheriezugriffsfehler	90 µs	20 µs
Zeitfehler	90 µs	20 µs
Diagnosealarm	90 µs	20 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	90 µs	20 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	90 µs	20 µs

* weitere Informationen zu den Zyklus- und Reaktionszeiten von R/H-CPU's finden Sie im Abschnitt "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H"

Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den ET 200SP-CPU's

Tabelle 4-15 Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den ET 200SP-CPU's

	ET 200SP	
	Artikelnummern xxxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxxx-xxx01-xxxx	
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	
Programmierfehler	90 µs	
Peripheriezugriffsfehler	90 µs	
Zeitfehler	90 µs	
Diagnosealarm	90 µs	
Baugruppenausfall/Wiederkehr	90 µs	
Stationsausfall/Wiederkehr	90 µs	

	ET 200SP	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Programmierfehler	80 µs	80 µs
Peripheriezugriffsfehler	80 µs	80 µs
Zeitfehler	80 µs	80 µs
Diagnosealarm	80 µs	80 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	80 µs	80 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	80 µs	80 µs

Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den ET 200pro-CPU's

Tabelle 4-16 Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB bei den ET 200pro-CPU's

CPU	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Programmierfehler	90 µs	80 µs
Peripheriezugriffsfehler	90 µs	80 µs
Zeitfehler	90 µs	80 µs
Diagnosealarm	90 µs	80 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	90 µs	80 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	90 µs	80 µs

CPU	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN 1516pro(F)-2 PN	
Programmierfehler	80 µs	
Peripheriezugriffsfehler	80 µs	
Zeitfehler	80 µs	
Diagnosealarm	80 µs	
Baugruppenausfall/Wiederkehr	80 µs	
Stationsausfall/Wiederkehr	80 µs	

Verweis

Weitere Informationen zum Thema Fehlerbearbeitung finden Sie:

- im Systemhandbuch Automatisierungssystem S7-1500 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/59191792>)
- im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>)
- im Systemhandbuch Dezentrales Peripheriesystem ET 200SP (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/58649293>) und in
- in den Betriebsanleitungen CPU 1513pro-2 PN (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109769507>) und CPU 1516pro-2 PN (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109482416>) jeweils im Kapitel Ereignisse und OBs

Weitere Informationen zum Thema Gesamtzykluszeit eines Programms finden Sie in einem FAQ im Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/87668055>).

4.2.2.3 Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikationslast

Einfluss der Kommunikation auf die Zykluszeit

Im Ablaufmodell der CPU werden Kommunikationsaufgaben mit der Priorität 15 bearbeitet. Alle Programmteile mit der Priorität > 15 (z. B. für Motion Control-Funktionen) werden durch Kommunikation nicht beeinflusst.

Projektierte Kommunikationslast

Das Betriebssystem der CPU stellt für die Kommunikation maximal den von Ihnen projektierten Prozentsatz der gesamten CPU-Verarbeitungsleistung zur Verfügung. Die Kommunikationslast ist in STEP 7 für die CPUs der S7-Familien einstellbar. Der voreingestellte Wert bei Anlegen einer CPU ist abhängig von Typ und Version der verwendeten CPU. Wenn die Verarbeitungsleistung für die Kommunikation nicht benötigt wird, steht die Verarbeitungsleistung dem Betriebssystem und dem Anwenderprogramm zur Verfügung. Dazu erhält die Kommunikation im Raster von 1 ms entsprechende Rechenzeit auf der Priorität 15 zugeteilt. Bei 50 % Kommunikationslast werden je 1 Millisekunde jeweils 500 µs für die Kommunikation genutzt.

Folgende Formel zur Abschätzung der Verlängerung der Zykluszeit durch die Kommunikation ergibt sich.

$$\text{Tatsächliche Zykluszeit} = \text{Zykluszeit ohne Kommunikation} \times \frac{100}{100 - \text{"projektierte Kommunikationslast in \%"}}$$

Bild 4-5 Formel: Einfluss der Kommunikationslast

Bei vollständiger Nutzung der Kommunikationslast von 50 % (Voreinstellung) ergibt sich folgender Wert:

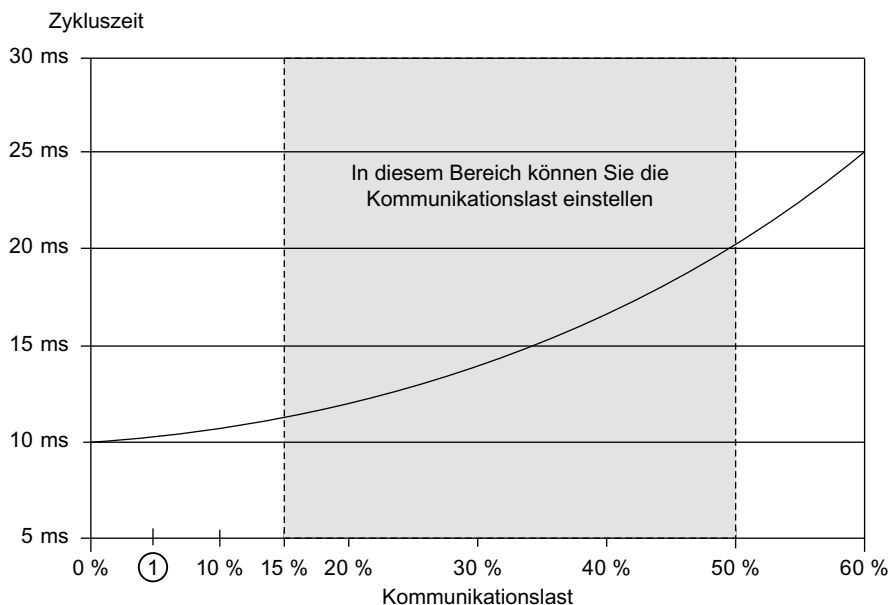
$$\text{Tatsächliche Zykluszeit} = \text{Zykluszeit ohne Kommunikation} \times 2$$

Bild 4-6 Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikation

Die tatsächliche Zykluszeit ist bei Verwendung der voreingestellten Kommunikationslast bis doppelt so lang, wie die Zykluszeit ohne Kommunikation.

Abhängigkeit der maximalen Zykluszeit von der projektierten Kommunikationslast

Das Diagramm zeigt den nicht linearen Zusammenhang von maximaler Zykluszeit und projektierte Kommunikationslast bei einer Zykluszeit ohne Kommunikation von 10 ms. Im Beispiel treten keine OBs mit einer Priorität > 1 auf.



- ① CPUs 1516T(F)-3 PN/DP, 1517(F)-3 PN/DP, CPU 1517T(F)-3 PN/DP, CPU 1518(F)-4 PN/DP, 1518(F)-4 PN/DP MFP: Die einstellbare (minimale) Kommunikationslast beträgt 5 %.

Bild 4-7 Maximale Zykluszeit in Abhängigkeit von der projektierten Kommunikationslast

Reduzierung der Zykluszeit durch geringere Kommunikationslast

Sie haben in der Hardwarekonfiguration die Möglichkeit, die Einstellung für die Kommunikationslast zu reduzieren. Wenn Sie statt 50 % eine Kommunikationslast von z. B. 20 % einstellen, verringert sich die Zykluszeitverlängerung durch Kommunikation vom Faktor 2 auf 1,25.

Auswirkung auf die tatsächliche Zykluszeit

Kommunikation ist nur eine Ursache der Verlängerung der Zykluszeit. Alle projektierten zykluszeitverlängernden Ereignisse (z. B. Prozessalarme) führen dazu, dass innerhalb eines Zyklus mehr asynchrone Ereignisse auftreten können. Diese asynchronen Ereignisse verlängern das zyklische Programm zusätzlich. Die Verlängerung ist abhängig davon, wie viele Ereignisse im Zyklus eintreffen und verarbeitet werden.

HINWEIS

Überprüfen von Parameteränderungen

- Überprüfen Sie die Auswirkungen einer Wertänderung des Parameters "Zyklusbelastung durch Kommunikation" im Anlagenbetrieb. Mit der Anweisung "RT_INFO" ermitteln Sie, welche Anteile der Laufzeit auf die Kommunikation und das Anwenderprogramm entfallen.
- Berücksichtigen Sie die Kommunikationslast beim Einstellen der maximalen Zykluszeit, damit keine Zeitfehler (z. B. Überschreitung der Zykluszeit innerhalb eines Zyklus) auftreten.

Auswirkung von Last auf die tatsächliche Zykluszeit

Die folgenden Beispiele zeigen, wie sich die Zykluszeit in Abhängigkeit von der Last erhöht.

Beispiel 1

Beispiel 1 zeigt einen OB 1 mit einer Laufzeit von 100 ms. Die Laufzeit des OB 1 wird weder durch Kommunikationslast noch durch höherpriorie OBs unterbrochen.

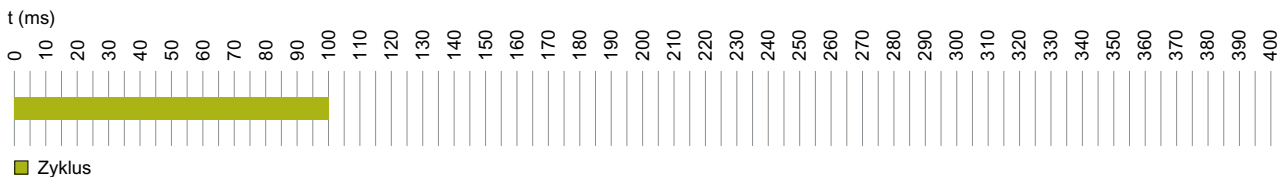


Bild 4-8 Zykluszeit ohne Unterbrechungen

Beispiel 2

Beispiel 2 zeigt, dass sich die Laufzeit des OB 1 bei einer Kommunikationslast von 50 % um den Faktor 2 auf 200 ms erhöht.

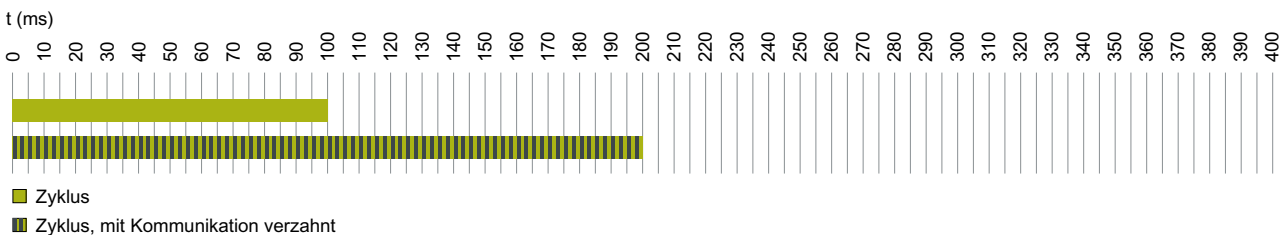


Bild 4-9 Zykluszeit mit Kommunikation

Beispiel 3

Im Beispiel 3 wird der OB 1 alle 20 ms durch einen zyklischen höherprioren OB 30 (orange) mit einer Laufzeit von 5 ms unterbrochen. Die Zykluszeit verlängert sich durch den höherprioren OB auf 135 ms.



Bild 4-10 Zykluszeit mit höherprioren OB

Beispiel 4

Im Beispiel 4 wird der OB 1 ebenfalls durch einen OB 30 mit der Priorität 13 unterbrochen. Zusätzlich dazu werden OB 1 und OB 30 noch durch Kommunikationsaufgaben (Priorität 15) unterbrochen. Die Zykluszeit erhöht sich auf 400 ms.

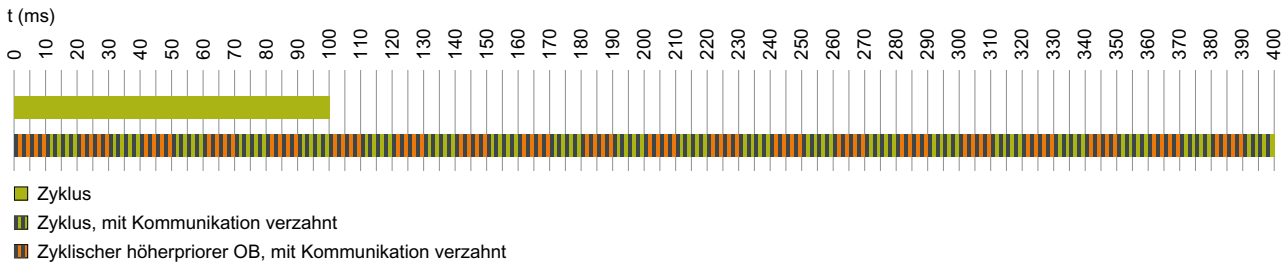


Bild 4-11 Zykluszeit mit höherpriorem OB und Kommunikationslast

Beispiel 5

Im Beispiel 5 wird der OB 1 durch einen OB 30 mit der Priorität 17 unterbrochen. Zusätzlich dazu wird OB 1 noch durch Kommunikationsaufgaben unterbrochen. Da die Priorität des OB 30 (Priorität 17) höher ist als die Priorität der Kommunikationsaufgaben (Priorität 15), unterscheiden sich die Unterbrechungsstellen im Vergleich zu Beispiel 4. Die vom OB 30 verdrängten Kommunikationsaufgaben werden in gewissen Grenzen nachgeholt. Die Kommunikation verdrängt somit in dieser Zeit, im Beispiel jeweils 5 ms, das zyklische Programm komplett. Die Zykluszeit erhöht sich genau wie in Beispiel 4 auf 400 ms.

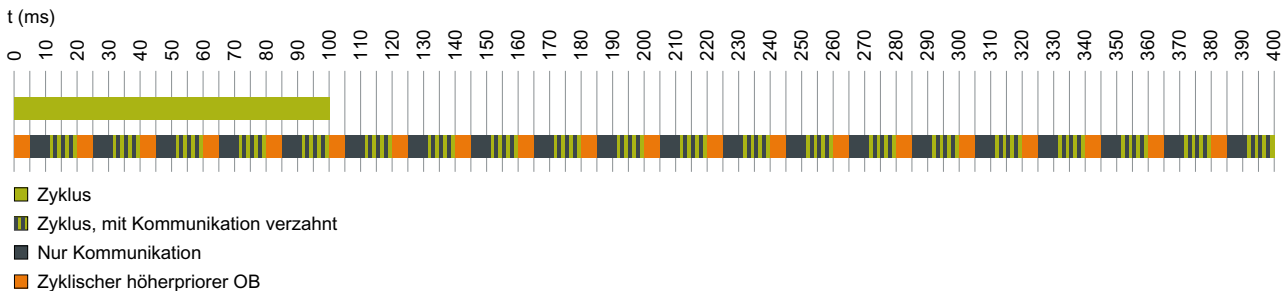
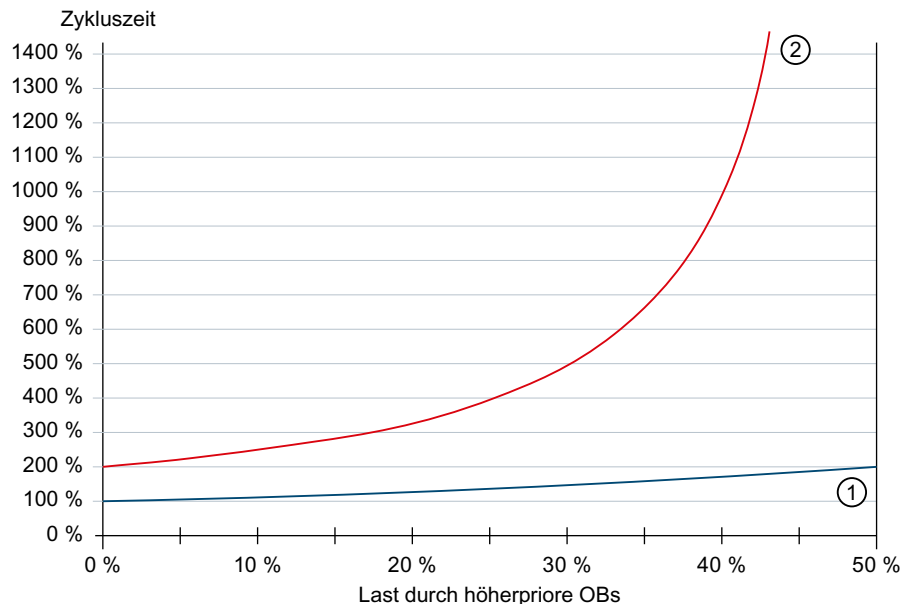


Bild 4-12 Zykluszeit mit höherpriorem OB und Kommunikationslast

Verlauf der Zykluszeit bei geringer und bei hoher Last

Die y-Achse des folgenden Diagramms gibt die Zykluszeit in % an. Der Wert 100 % steht dabei für eine Zykluszeit der CPU ohne höherpriorige OBs und ohne Kommunikation. Die x-Achse zeigt die Last in %, welche durch höherpriorige OBs entsteht.

Die blaue Kurve ① des Diagramms zeigt den Verlauf der Zykluszeit ohne Kommunikationslast. Die rote Kurve ② zeigt den Verlauf der Zykluszeit bei maximaler Kommunikation und einer parametrisierten Kommunikationslast von 50 %.



- ① Zykluszeit ohne Kommunikationslast
- ② Zykluszeit mit maximaler Kommunikation

Bild 4-13 Zykluszeit bei geringer und hoher Last

Der Verlauf der beiden Kurven zeigt, in welchem Maße die Kommunikationslast und die Last durch höherpriorige OBs die Zykluszeit beeinflussen.

Je länger die Zykluszeit wird, desto mehr verstärken sich die durch höherpriorige OBs und Kommunikation verursachten Unterbrechungen des OB 1.

Wenn sowohl die Grundlast als auch die Kommunikationslast bei 50 % liegen, verbleibt keine Rechenkapazität mehr für das zyklische Programm und es tritt ein Zeitfehler auf.

HINWEIS

Parametrierung der Kommunikationslast

Wenn die Last in höherpriorigen OBs hoch ist, reduzieren Sie die parametrierbare Kommunikationslast.

HINWEIS

Parametrierung der Kommunikationslast für das redundante System S7-1500R/H

Aufgrund der Synchronisation von Daten zwischen Primary-CPU und Backup-CPU tritt beim redundanten System S7-1500R/H zusätzlich eine Synchronisationslast auf. Wählen Sie deswegen für die Kommunikationslast einen niedrigeren Wert als bei einem nicht-redundanten System.

Weitere Informationen zu den Besonderheiten der CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H finden Sie im Kapitel Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H ([Seite 69](#)).

Anzeige der Programm- und Kommunikationslast

Im Webserver finden Sie auf der Webseite "Diagnose > Laufzeitinformationen" Informationen zur aktuellen Programm-/Kommunikationslast und Zykluszeit Ihres Anwenderprogramms.

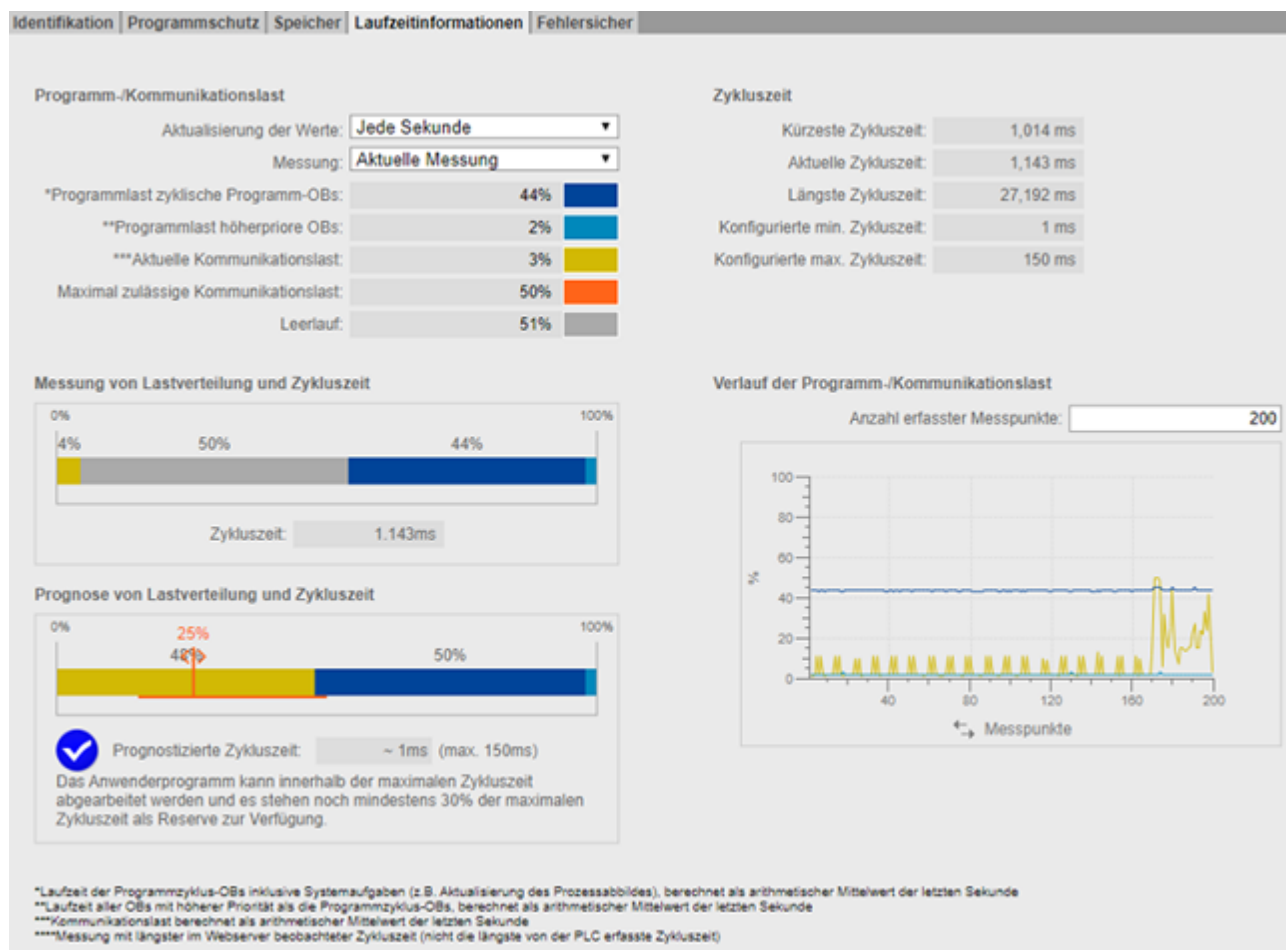


Bild 4-14 Grafische Anzeige der Programm- und Kommunikationslast

Programm-/Kommunikationslast

Mit der Funktion "Aktualisierung der Werte" aktualisieren Sie die in den Balkendiagrammen angezeigten Daten:

- im Intervall von 1 Sekunde
- automatisch (wie in STEP 7 projiziert)

Mit der Funktion "Messung" können Sie entscheiden, welche Messung die Balkendiagramme anzeigen. Sie können wählen zwischen:

- der aktuellen Messung
- der Messung der längsten Zykluszeit

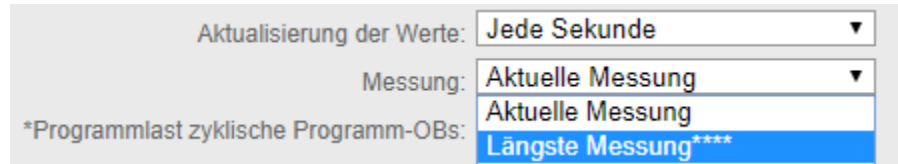


Bild 4-15 Programm-/Kommunikationslast

Die Legende der Programm-/Kommunikationslast zeigt farblich hervorgehoben Informationen zu den folgenden Werten:

- "Programmlast zyklische Programm-OBs"
benötigte Rechenzeit in Prozent innerhalb eines Zyklus für Programmzyklus-OBs
- "Programmlast höherpriore OBs"
benötigte Rechenzeit in Prozent innerhalb eines Zyklus für höherpriore OBs
- "Aktuelle Kommunikationslast"
benötigte Rechenzeit in Prozent für aktuelle Kommunikationsaufgaben innerhalb eines Zyklus
- "Maximal zulässige Kommunikationslast"
die projizierte maximale Kommunikationslast in Prozent
- "Leerlauf"
es liegt keine Programm-/Kommunikationslast an

HINWEIS

Wenn Sie eine Mindestzykluszeit parametrieren, kann es dazu kommen, dass der Leerlauf einen hohen Prozentwert anzeigt, obwohl der Wert der Zykluszeit ebenfalls hoch ist.

Der Grund hierfür ist, dass die Lasten als arithmetisches Mittel der letzten Sekunde erfasst werden, die Zykluszeit sich jedoch auf den letzten Zyklus bezieht.

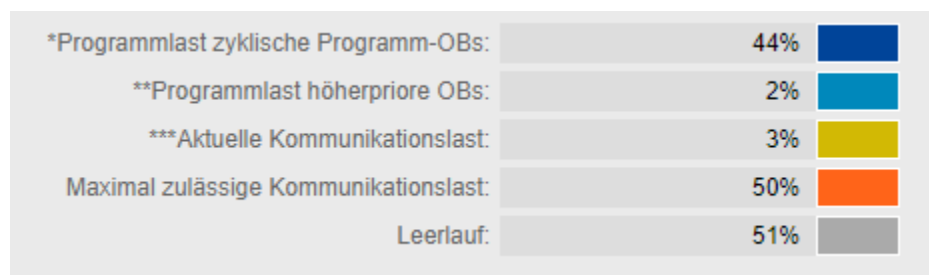


Bild 4-16 Farblegende

Wenn Sie auf eine bestimmte Farbe klicken, erscheint die ausgewählte Farbe im Diagramm hervorgehoben. Wenn Sie auf eine bereits hervorgehobene Farbe klicken, heben Sie die Hervorhebung wieder auf.

Messung von Lastverteilung und Zykluszeit

Das Balkendiagramm "Messung von Lastverteilung und Zykluszeit" zeigt für die folgenden Werte den prozentualen Anteil an der Rechenzeit innerhalb eines Zyklus:

- "Programmlast zyklische Programm-OBs"
- "Programmlast höherpriore-OBs"
- "Aktuelle Kommunikationslast"
- "Leerlauf"

Prognose von Lastenverteilung und Zykluszeit

Das Balkendiagramm "Prognose von Lastenverteilung und Zykluszeit" prognostiziert, ob die CPU das Anwenderprogramm bei maximaler Kommunikationslast innerhalb der maximalen Zykluszeit abarbeiten kann.

Beispiel 1:

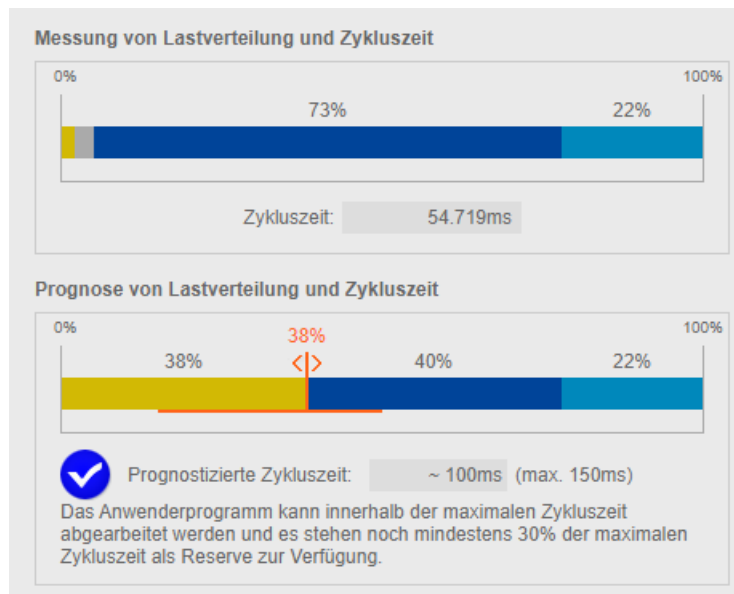


Bild 4-17 Zykluszeit < 70 % der maximalen Zykluszeit

Beispiel 1 zeigt, dass die CPU das Anwenderprogramm bei einer erreichten maximalen Kommunikationslast von 38 % innerhalb der maximalen Zykluszeit von 150 ms abarbeiten kann. Die prognostizierte Zykluszeit ist < 70 % der projektierten maximalen Zykluszeit.

Beispiel 2:

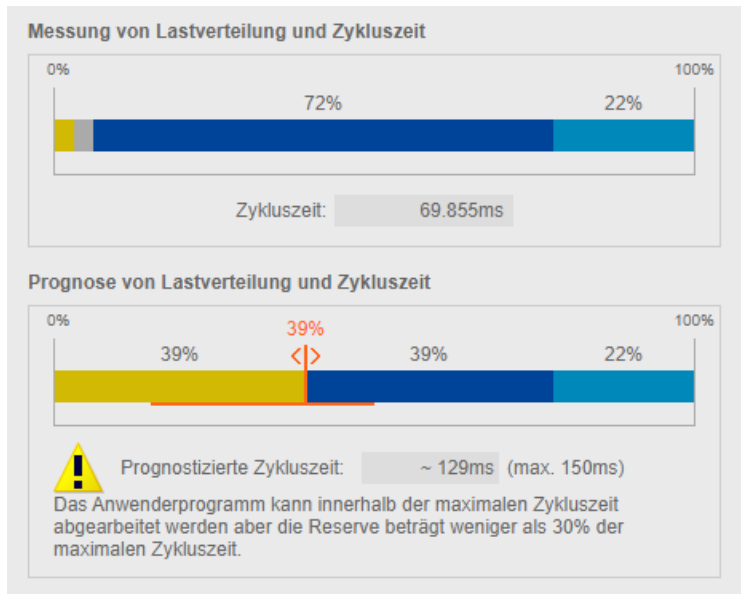


Bild 4-18 Zykluszeit $\geq 70\%$ der maximalen Zykluszeit

In Beispiel 2 kann die CPU das Anwenderprogramm bei maximaler Kommunikationslast ebenfalls innerhalb der maximalen Zykluszeit abarbeiten. Die prognostizierte Zykluszeit liegt jedoch bereits bei 129 ms. Wenn die prognostizierte Zykluszeit $\geq 70\%$ der maximalen Zykluszeit ist, gibt das Diagramm eine Warnung aus.

Beispiel 3:

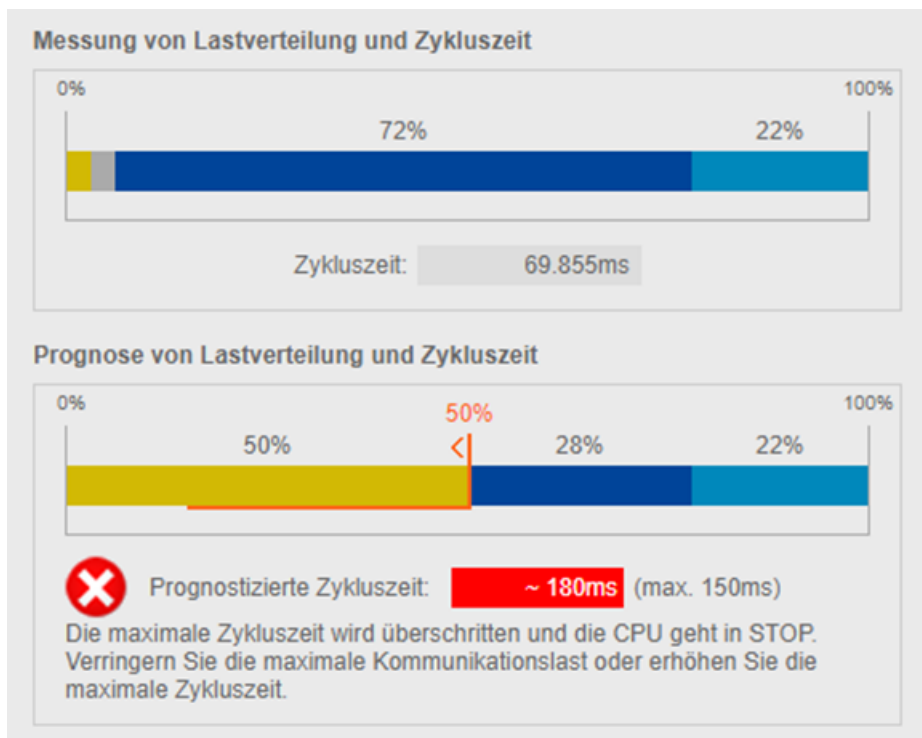


Bild 4-19 Zykluszeit länger als maximale Zykluszeit

Beispiel 3 zeigt, dass die CPU das Anwenderprogramm bei einer erreichten maximalen Kommunikationslast nicht mehr innerhalb der maximalen Zykluszeit abarbeiten kann. Wenn die prognostizierte Zykluszeit länger als die maximalen Zykluszeit ist, gibt das Diagramm eine Fehlermeldung aus.

Verwenden Sie bei einer prognostizierten Überschreitung der maximalen Zykluszeit den folgenden Regler, um die maximale Kommunikationslast zu verringern.

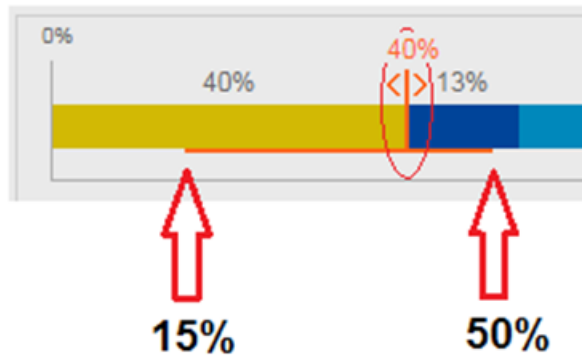


Bild 4-20 Regler für die Einstellung der maximalen Kommunikationslast

HINWEIS

Kommunikationslast einstellen

Der Regler prognostiziert die Auswirkungen der geänderten Kommunikationslast auf die Zykluszeit. Die eigentliche Projektierung der maximalen Kommunikationslast nehmen Sie in STEP 7 vor.

HINWEIS

Planen Sie für nicht messbare Schwankungen im Anwenderprogramm, z. B. für zukünftige Änderungen im Anwenderprogramm, einen ausreichend niedrigen Wert für die maximale Kommunikationslast ein.

HINWEIS

Aufgrund der unterschiedlichen Erfassungsgrundlage von Zykluszeit und Last, ist ein eingeschwungener Zustand des Systems die Voraussetzung für die Anzeige zuverlässiger Messwerte.

Verlauf der Programm-/Kommunikationslast

Wenn Ihr Browser die Anzeige von SVG (Scalable Vector Graphics) unterstützt, wird die Anzeige im Register "Laufzeitinformationen" um den Verlauf der Programm-/Kommunikationslast erweitert.

Mit dem Liniendiagrammen im Bereich "Verlauf der Programm-/Kommunikationslast" können Sie den Verlauf der folgenden Werte verfolgen:

- "Programmlast der zyklischen Programm-OBs"
- "Programmlast höherpriorer OBs"
- "Aktuelle Kommunikationslast"

Mit der Option "Anzahl erfasster Messpunkte" können Sie für die Anzeige der Messwerte zwischen den letzten 20 bis 1 000 gemessenen Werten wählen.

Für den Verlauf an der x-Achse können Sie zwischen "Zeit" (CPU-Zeit) und "Messpunkte" wählen, indem Sie auf die gewünschte Einheit klicken.

HINWEIS

Wenn Sie an der x-Achse die Einheit "Zeit" gewählt haben, werden alle Messwerte, die älter als 24 h sind, automatisch gelöscht.

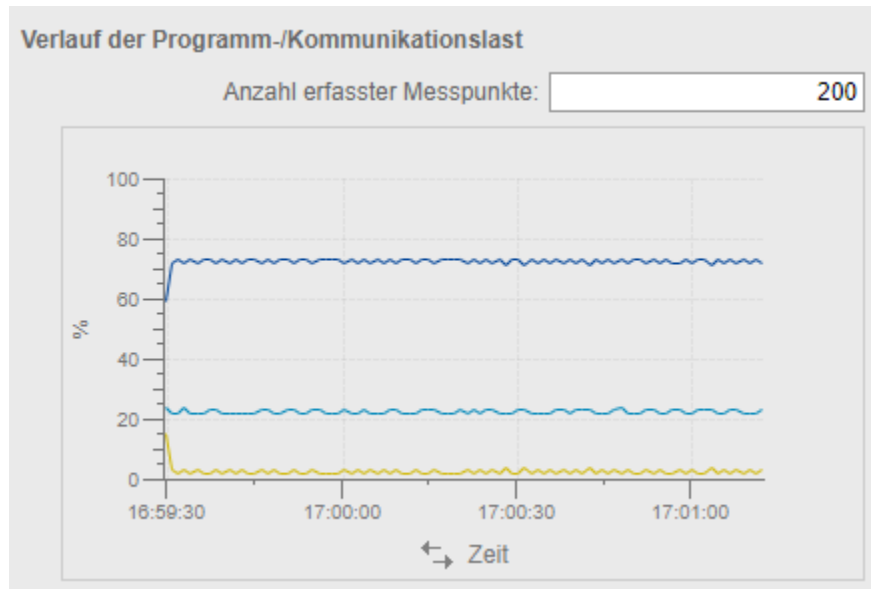


Bild 4-21 Liniendiagramm

4.2.2.4 Besonderheit bei projektierte PROFINET IO-Kommunikation an 2. PROFINET-Schnittstelle (X2)

Die folgende Besonderheit gilt nicht für CPUs ab Artikelnummer 6ES751x-xxx03-0AB0.

Wenn Sie ab Firmware-Version V2.0 an folgenden CPUs die PROFINET IO-Kommunikation an der 2. PROFINET-Schnittstelle (X2) projektieren, dann tritt eine zusätzliche Systemlast auf:

- CPU 1515(F)-2 PN
- CPU 1515T(F)-2 PN
- CPU 1516(F)-3 PN/DP
- CPU 1516T(F)-3 PN/DP
- CPU 1513(F)pro-2 PN (ab Firmware-Version V2.8)
- CPU 1516(F)pro-2 PN

Diese zusätzliche Systemlast hat eine höhere Priorität als das Anwenderprogramm (>26) und verlängert dessen Laufzeit. Die Ausführung von z. B. Taktsynchronalarmen oder Prozessalarmen kann sich dadurch verzögern.

Die zusätzliche Systemlast ist abhängig von:

- Kommunikationsaufkommen an der 2. PROFINET-Schnittstelle (X2)
Das Kommunikationsaufkommen an der Schnittstelle in Telegramme pro Sekunde bedingt sowohl Kommunikationslast als auch Systemlast. Das Kommunikationsaufkommen können Sie nicht durch den Parameter "Kommunikationslast" begrenzen.
- Anzahl der IO-Devices, welche die CPU an der 2. PROFINET-Schnittstelle (X2) innerhalb einer Millisekunde aktualisiert

Sie ermitteln die zusätzliche Systemlast mit der Anweisung "RT_INFO" (RUNTIME-Statistiken auslesen) an dem Parameter Mode mit Mode 10 oder Mode 20.

Zusätzliche Systemlast reduzieren

Reduzieren Sie die Kommunikationslast an der 2. PROFINET-Schnittstelle, z. B. durch:

- weniger angeschlossene HMI-Geräte oder langsamere Aktualisierungszyklen an den HMI-Geräten
- weniger bzw. langsamere Kommunikation mit anderen CPUs

Erhöhen Sie in STEP 7 die Aktualisierungszeiten an allen IO-Devices, die Sie der 2. PROFINET-Schnittstelle (X2) zugeordnet haben:

1. Selektieren Sie die "E/A-Kommunikation" in der "Netzansicht" von STEP 7.
2. Stellen Sie den Parameter "Aktualisierungs-Modus" auf "Einstellbar".
3. Wählen Sie in der Klappliste des Parameters "Aktualisierungszeit [ms]" einen höheren Wert aus.
4. Wiederholen Sie diese Einstellung bei den weiteren IO-Devices.

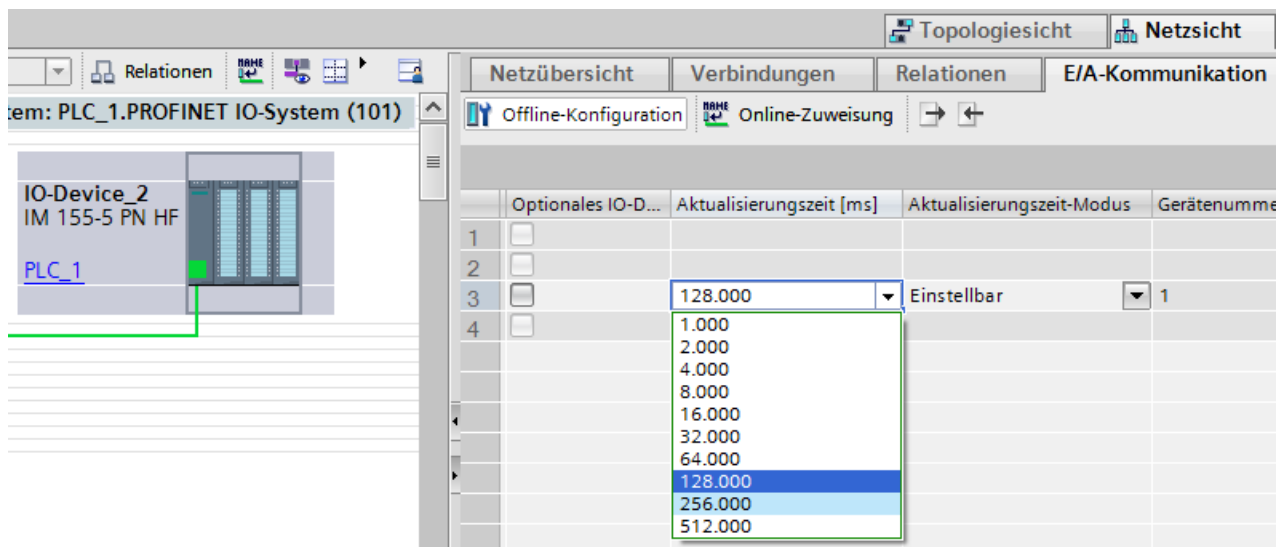


Bild 4-22 Aktualisierungszeiten erhöhen

4.3 Zeitgesteuerte Programmbearbeitung in Weckalarmen

Mit einem Weckalarm haben Sie die Möglichkeit, einen bestimmten OB in einem Zeitintervall bearbeiten zu lassen. Das Zeitintervall ist unabhängig von der Bearbeitungszeit des zyklischen Programms. Für den Weckalarm können Sie zwischen einer Priorität von 2 bis 24 wählen. Damit ist die Priorität von Weckalarmen höher als die Priorität des zyklischen Programms. Ein Weckalarm verlängert die Bearbeitungszeit des zyklischen Programms. Für die Bearbeitung der Weckalarme sind bei STEP 7 die Organisationsbausteine OB 30 bis OB 38 vorgesehen. Weitere Weckalarme können Sie ab dem Organisationsbaustein OB 123 anlegen. Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Organisationsbausteine sind von der verwendeten CPU abhängig.

Weckalarm

Ein Weckalarm ist ein in einem bestimmten Takt ausgelöster Alarm, der die Bearbeitung eines Weckalarm-OB veranlasst. Ein Weckalarm-OB ist der Ereignisklasse "Cyclic interrupt" zugeordnet.

Takt eines Weckalarms

Der Takt eines Weckalarms definiert die Zeit zwischen dem Auftreten zweier aufeinanderfolgender Ereignisse, welche jeweils den dazugehörigen Weckalarm-OB aufrufen. Das folgende Bild zeigt beispielhaft den Takt eines Weckalarms.

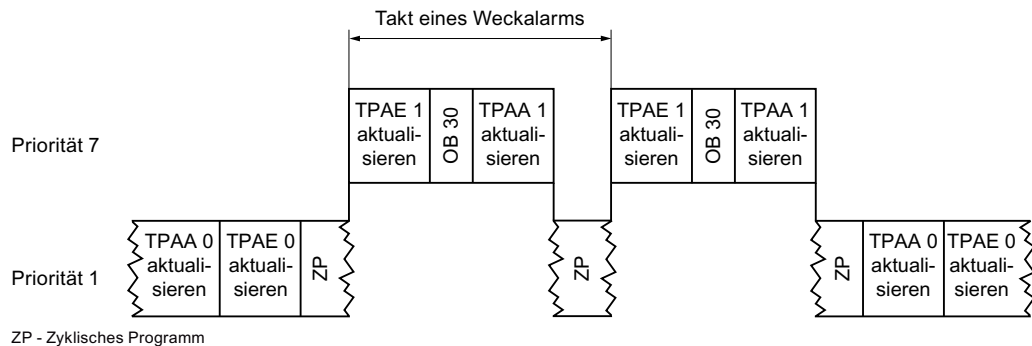


Bild 4-23 Aufrufintervall eines Weckalarms

Genauigkeit eines Weckalarms

Auch wenn ein Weckalarm nicht durch einen höherprioren OB oder Kommunikationsaktivitäten verzögert wird, unterliegt die Genauigkeit, mit der er gestartet wird, dennoch systemabhängigen Schwankungen.

Die folgenden Tabellen zeigen die Genauigkeit, mit der ein Weckalarm ausgelöst wird.

Genauigkeit von Weckalarmen bei den S7-1500-CPU's

Tabelle 4-17 Genauigkeit von Weckalarmen bei den S7-1500-CPU's

	S7-1500	
	Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(T)(F)-3 PN/DP
Weckalarm	±90 µs	±80 µs

	S7-1500		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern	
	1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN 1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518(T)(F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Weckalarm	±80 µs	±30 µs	±25 µs

Genauigkeit von Weckalarmen bei den S7-1500R/H-CPU's

Tabelle 4-18 Genauigkeit von Weckalarmen bei den S7-1500R/H-CPU's

	S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513R-1 PN	1515R-2 PN
Weckalarm	±390 µs	±300 µs

	S7-1500R/H* im Systemzustand RUN-Solo	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1513R-1 PN 1515R-2 PN	1517H-3 PN 1518HF-4 PN
Weckalarm	±200 µs	±90 µs

* weitere Informationen zu den Zyklus- und Reaktionszeiten von R/H-CPU's finden Sie im Kapitel "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H"

Genauigkeit von Weckalarmen bei den ET 200SP-CPU's

Tabelle 4-19 Genauigkeit von Weckalarmen bei den ET 200SP-CPU's

	ET 200SP	
	Artikelnummern xxxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxxx-xxx01-xxxx	
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	
Weckalarm	±90 µs	

	ET 200SP	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Weckalarm	±80 µs	± 80 µs

Genauigkeit von Weckalarmen bei den ET 200pro-CPU's

Tabelle 4-20 Genauigkeit von Weckalarmen bei den ET 200pro-CPU's

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx00-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Weckalarm	±90 µs	±80 µs

	ET 200pro	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx03-xxxx	
	1513pro(F)-2 PN 1516pro(F)-2 PN	
Weckalarm	±80 µs	

HINWEIS

Gültigkeitsbereich

Beachten Sie, dass die Genauigkeitsangaben für den Weckalarm auch für alle anderen höherpriorären Ablaufebenen/OBs gelten.

Abarbeitungsreihenfolge von Weckalarmen

HINWEIS

Bei mehreren Weckalarm-OBs mit identischer Parametrierung ist die Abarbeitungsreihenfolge der Weckalarm-OBs nicht vorhersagbar.

Wenn Sie eine definierte Ausführungsreihenfolge von Weckalarm-OBs mit gleicher Zykluszeit und Priorität sicherstellen wollen, dann projektieren Sie jeweils eine unterschiedliche Phasenverschiebung.

Auswirkungen von Parameteränderungen eines Weckalarms im Betriebszustand RUN

Sie können die Werte für das Zeitintervall oder die Phasenverschiebung auch im Betriebszustand RUN ändern, z. B. durch Laden im Betriebszustand RUN oder durch Aufruf der Anweisung "SET_CINT".

Beachten Sie dabei, dass das Betriebssystem der CPU die Startereignisse eines Weckalarm-OB stets relativ zum Einschaltzeitpunkt der CPU (NETZ EIN) berechnet. Abhängig davon, zu welchem Zeitpunkt die Parameteränderung erfolgt, kann das neue Zeitintervall daher einmalig einen anderen Wert haben als der neu vorgegebene Wert:

- Zwei aufeinanderfolgende Startereignisse des betrachteten Weckalarm-OB können einmalig einen kürzeren Abstand als das alte und einen kürzeren Abstand als das neue Zeitintervall haben (im Extremfall einen deutlich kürzeren Abstand).
- Zwei aufeinanderfolgende Startereignisse des betrachteten Weckalarm-OB können einmalig weiter auseinander liegen als das alte und das neue Zeitintervall (Der Abstand kann maximal so groß sein wie die Summe aus altem und neuem Zeitintervall.).

Weitere Informationen zu den Parametern und wie Sie Weckalarm-OBs parametrieren, finden Sie in der Online-Hilfe von STEP 7.

4.4 Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung

Einleitung

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- wie sich die Reaktionszeit zusammensetzt
- wie Sie die Reaktionszeit berechnen

Definition

Die Reaktionszeit bei zyklischer bzw. zeitgesteuerter Programmbearbeitung ist die Zeit vom Erkennen eines Eingangssignals bis zur Änderung eines damit verknüpften Ausgangssignals.

Schwankung der Reaktionszeit der CPU

Die tatsächliche Reaktionszeit der CPU schwankt bei zyklischer Programmbearbeitung zwischen einem und zwei Zyklen und bei zeitgesteuerter Programmbearbeitung zwischen einem und zwei Weckalarmzyklen.

Bei der Projektierung sollten Sie immer mit der längsten Reaktionszeit rechnen.

Das folgende Bild zeigt die kürzeste und die längste Reaktionszeit auf ein auftretendes Ereignis in der CPU.

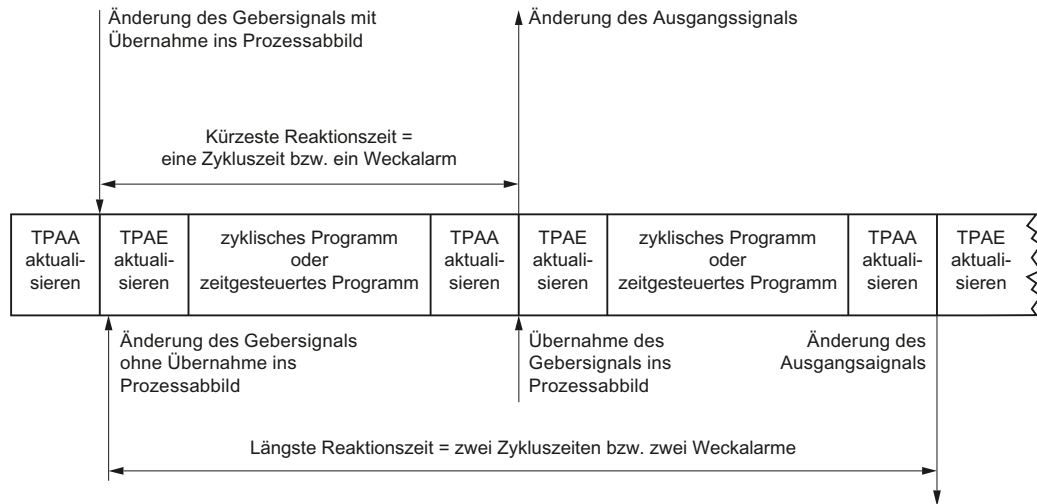


Bild 4-24 Kürzeste und längste Reaktionszeit der CPU

Faktoren

Um die Prozessreaktionszeit zu ermitteln, müssen Sie neben der oben beschriebenen Reaktionszeit der CPU zusätzlich folgende Faktoren berücksichtigen:

- Verzögerung der Eingänge und Ausgänge am Ein-/Ausgabemodul
- Schaltzeiten der eingesetzten Sensoren und Aktoren
- Aktualisierungszeiten für PROFINET IO bzw. DP-Zykluszeiten am PROFIBUS DP; Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs der ET 200SP

HINWEIS

Rückwandbus der S7-1500-CPU

Die Aktualisierungszeit des Rückwandbusses der S7-1500-CPU kann hier vernachlässigt werden.

Verzögerung an Eingängen und Ausgängen der Module

Die Verzögerungs- und Zykluszeiten finden Sie in den technischen Daten der Ein-/Ausgabemodule.

Aktualisierungszeiten für PROFINET IO und DP-Zykluszeiten am PROFIBUS DP

Bei Verwendung von dezentraler Peripherie verlängert sich die maximale Reaktionszeit zusätzlich durch die Busübertragungszeiten von PROFIBUS bzw. PROFINET. Diese Busübertragungszeiten treten sowohl beim Einlesen als auch beim Ausgeben der Teilprozessabbilder auf. Die Busübertragungszeiten entsprechen dem Busaktualisierungszyklus der dezentralen Station.

PROFINET IO

Wenn Sie Ihr PROFINET IO-System mit STEP 7 konfigurieren, berechnet STEP 7 die Aktualisierungszeit. Zur Anzeige der Aktualisierungszeit gehen Sie folgendermaßen vor:

- Selektieren Sie die PROFINET-Schnittstelle des Peripheriemoduls.
- Wählen Sie im Register Allgemein "Erweiterte Optionen > Echtzeit-Einstellungen > IO-Zyklus".

Die Aktualisierungszeit wird im Feld "Aktualisierungszeit" angezeigt und ist je IO-Device einstellbar.

PROFIBUS DP

Wenn Sie Ihr PROFIBUS DP-Mastersystem mit STEP 7 konfigurieren, berechnet STEP 7 die DP-Zykluszeit. Zur Anzeige der DP-Zykluszeit gehen Sie folgendermaßen vor:

- Selektieren Sie in der Netzsicht das PROFIBUS-Subnetz.
- Navigieren Sie im Inspektorfenster im Register Allgemein zu Busparameter.

Die DP-Zykluszeit wird im Feld "Parameter" bei "Ttr typisch" angezeigt.

Das folgende Bild veranschaulicht die zusätzlichen Buslaufzeiten bei Verwendung von dezentraler Peripherie.

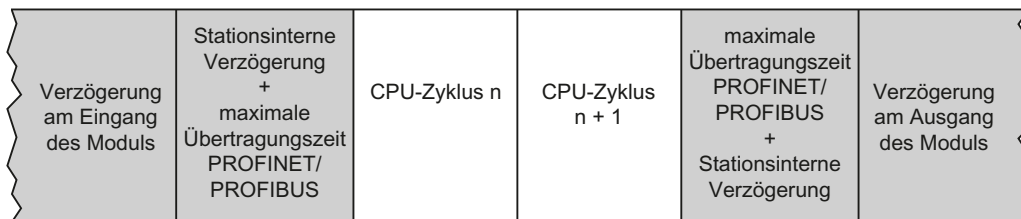


Bild 4-25 Zusätzliche Buslaufzeiten bei dezentraler Peripherie

Eine weitere Optimierung der Reaktionszeiten erreichen Sie über taktsynchronen Betrieb.

Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs der ET 200SP

Die folgende Tabelle enthält die zentralen (typischen) Aktualisierungszeiten des Rückwandbusses bei den CPUs der ET 200SP.

Tabelle 4-21 Aktualisierungszeit der ET 200SP-CPU

	Aktualisierungszeit der CPU
	ET 200SP
	1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN 1515SP(F)-PC
Aktualisierungszeit für zentrale Peripherie	250 µs bis 1 ms je nach Anzahl und Art der zentralen Peripheriemodule ¹

¹ Die Dauer der Aktualisierungszeit hängt von der Anzahl der Peripheriemodule und deren Art (ST, HF, HS) ab. Die Aktualisierungszeit liegt für einen max. zentralen Peripherieausbau mit Standard-Peripheriemodulen bei 1 ms. Durch den Einsatz von z. B. HF-Peripheriemodulen und durch die Verringerung der Anzahl der Module reduzieren Sie die Aktualisierungszeit auf bis zu 250 µs.

Die nachfolgende Tabelle ist eine Orientierungshilfe. Sie zeigt näherungsweise den Zusammenhang zwischen Anzahl der Peripheriemodule bei ET 200SP und dem verwendeten Buszyklus. Als Beispiel wird in der Tabelle von 8 byte E/A-Daten pro Peripheriemodul ausgegangen.

Anzahl Peripheriemodule ET 200SP	Eingangsdaten (byte)	Ausgangsdaten (byte)	Verwendeter Buszyklus (µs)
8	64	64	250
16	128	128	250
24	192	192	281,25
32	256	256	312,5
40	320	320	343,75
48	384	384	375
56	448	448	406,25
64	512	512	437,5

Bei Peripheriemodulen mit mehr als 32 byte E/A-Daten wird der Buszyklus mit einem Peripheriemodul von 32 byte berechnet. Das Peripheriemodul benötigt dann mehrere Buszyklen, um seine E/A-Daten zu aktualisieren.

Verweis

Weitere Informationen finden Sie unter folgenden Links:

- Anwendungsbeispiel zur Ermittlung der Reaktionszeit bei PROFINET (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/21869080>)
- Übertragungszeiten und Taktsynchronität im Funktionshandbuch PROFINET mit STEP 7 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/49948856>), beachten Sie auch das Kapitel Tipps zum Aufbau
- Übertragungszeiten und Taktsynchronität im Funktionshandbuch PROFIBUS mit STEP 7 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/59193579>), beachten Sie auch das Kapitel Netzeinstellungen

- Verzögerungen am Eingang bzw. am Ausgang der Module finden Sie im jeweiligen Gerätehandbuch.
- Stationsinterne Verzögerungen finden Sie in den jeweiligen Gerätehandbüchern der Dezentralen Peripheriesysteme ET 200MP und ET 200SP.

4.5 Zusammenfassung Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung

Abschätzen der kürzesten und längsten Reaktionszeit

Zum Abschätzen der kürzesten und längsten Reaktionszeit können Sie sich an den folgenden Formeln orientieren.

Abschätzen der kürzesten Reaktionszeit

Die kürzeste Reaktionszeit setzt sich wie folgt zusammen:

- 1 x Verzögerung des Ein-/Ausgabemoduls für Eingänge
- + 1 x (Aktualisierung PROFINET IO oder PROFIBUS DP)*; (Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs ET 200SP)
- + 1 x Transferzeit der Prozessabbilder der Eingänge
- + 1 x Bearbeitung des Anwenderprogramms
- + 1 x Transferzeit der Prozessabbilder der Ausgänge
- + 1 x (Aktualisierung PROFINET IO oder PROFIBUS DP)*; (Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs ET 200SP)
- + 1 x Verzögerung des Ein-/Ausgabemoduls für Ausgänge

= **kürzeste Reaktionszeit**

* Die Zeit ist abhängig vom Aufbau und vom Umfang des Netzes.

Die kürzeste Reaktionszeit entspricht der Summe aus der Zykluszeit und der Verzögerung der Eingänge und Ausgänge.

Abschätzen der längsten Reaktionszeit

Die längste Reaktionszeit setzt sich wie folgt zusammen:

- 1 x Verzögerung des Ein-/Ausgabemoduls für Eingänge
- + 2 x (Aktualisierung PROFINET IO oder PROFIBUS DP)*; (Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs ET 200SP)
- + 2 x Transferzeit der Prozessabbilder der Eingänge
- + 2 x Bearbeitung des Anwenderprogramms
- + 2 x Transferzeit der Prozessabbilder der Ausgänge
- + 2 x (Aktualisierung PROFINET IO oder PROFIBUS DP)*; (Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs ET 200SP)

4.5 Zusammenfassung Reaktionszeit bei zyklischer und zeitgesteuerter Programmbearbeitung

+ 1 x Verzögerung des Ein-/Ausgabemoduls für Ausgänge

= **längste Reaktionszeit**

* Die Zeit ist abhängig vom Aufbau und vom Umfang des Netzes.

Die längste Reaktionszeit entspricht der Summe aus doppelter Zykluszeit und Verzögerung der Eingänge und Ausgänge. Zu der längsten Reaktionszeit addiert sich die doppelte Aktualisierungszeit für PROFINET IO bzw. die doppelte DP-Zykluszeit am PROFIBUS DP.

Ereignisgesteuerte Programmbearbeitung

5.1 Reaktionszeit der CPU bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung

Einleitung

Um Ereignisse im Prozess im Anwenderprogramm zu erfassen und mit einem entsprechenden Programm darauf zu reagieren, verwenden Sie Prozessalarme. Für die Bearbeitung eines Prozessalarms sind bei STEP 7 die Organisationsbausteine OB 40 bis OB 47 vorgesehen. Weitere Prozessalarme können Sie ab dem Organisationsbaustein OB 123 anlegen. Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Organisationsbausteine sind von der verwendeten CPU abhängig.

Prozessalarm

Ein Prozessalarm ist ein Alarm, der während der laufenden Programmbearbeitung durch ein alarmauslösendes Prozessereignis auftritt. Vom Betriebssystem wird der zugeordnete Alarm-OB aufgerufen, wobei die Bearbeitung des Programmzyklus bzw. der niederprioren Programmteile unterbrochen wird. Ein Prozessalarm-OB ist der Ereignisklasse "Hardware interrupt" zugeordnet.

Alarmreaktionszeiten der CPUs für Prozessalarme

Die Alarmreaktionszeit beginnt mit dem Auftreten eines Prozessalarmereignisses in der CPU. Die Alarmreaktionszeit endet mit dem Beginn der Bearbeitung des zugeordneten Prozessalarm-OB.

Diese Zeit ist systembedingten Schwankungen unterworfen, was durch eine minimale und eine maximale Alarmreaktionszeit ausgedrückt wird.

Die folgende Tabellen beinhaltet die Länge der typischen Reaktionszeiten der CPUs für Prozessalarme.

Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den S7-1500-CPU

Tabelle 5-1 Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den S7-1500-CPU

		S7-1500	
		Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx, xxxxxxx-xxx02-xxxx	
		1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN	1515(T)(F)-2 PN 1516(T)(F)-3 PN/DP
Alarmreakti- onszeiten	min.	100 µs	90 µs
	max.	400 µs	360 µs

		S7-1500		
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern	
		1511(T)(F)-1 PN 1511C-1 PN 1512C-1 PN 1513(F)-1 PN 1515(T)(F)-2 PN 1516(F)-3 PN/DP	1517(T)(F)-3 PN/DP	1518(T)(F)-4 PN/DP 1518(F)-4 PN/DP MFP
Alarmreakti- onszeiten	min.	90 µs	30 µs	20 µs
	max.	360 µs	120 µs	90 µs

Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den S7-1500R/H-CPU

Tabelle 5-2 Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den S7-1500R/H-CPU

		S7-1500R* im Systemzustand RUN-Solo	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
		1513R-1 PN	1515R-2 PN
Alarmreakti- onszeiten	min.	100 µs	90 µs
	max.	400 µs	360 µs

		S7-1500R/H* im Systemzustand RUN-Solo	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
		1513R-1 PN 1515R-2 PN	1517H-3 PN 1518HF-4 PN
Alarmreakti- onszeiten	min.	90 µs	30 µs
	max.	360 µs	120 µs

* weitere Informationen zu den Zyklus- und Reaktionszeiten von R/H-CPU finden Sie im Kapitel "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H"

Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den ET 200SP-CPU

Tabelle 5-3 Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den ET 200SP-CPU

		ET 200SP	
		Artikelnummern xxxxxxx-xxx00-xxxx, xxxxxxx-xxx01-xxxx	
		1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN	
Alarmreakti- onszeiten	min.	100 µs	
	max.	400 µs	

		ET 200SP	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
		1510SP(F)-1 PN 1512SP(F)-1 PN 1514SP(T)(F)-2 PN	1515SP(F)-PC
Alarmreakti- onszeiten	min.	90 µs	90 µs
	max.	360 µs	360 µs

Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den ET 200pro-CPU

Tabelle 5-4 Reaktionszeiten der CPU für Prozessalarme bei den ET 200pro-CPU

		ET 200pro	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
		1513pro(F)-2 PN	1516pro(F)-2 PN
Alarmreakti- onszeiten	min.	100 µs	90 µs
	max.	400 µs	360 µs

		ET 200pro	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	
		1513pro(F)-2 PN 1516pro(F)-2 PN	
Alarmreakti- onszeiten	min.	90 µs	
	max.	360 µs	

Die angegebenen Zeiten verlängern sich:

- wenn höherpriorie Alarmer zur Bearbeitung anstehen
- wenn dem Prozessalarm-OB ein Teilprozessabbild zugeordnet ist

Diese Zeiten finden Sie in den Tabellen im Abschnitt "Verlängerung durch Einschachtelung von höherpriorien OBs und/oder Alarmen" im Kapitel Anwenderprogrammbearbeitungszeit (Seite 34).

Wenn Sie schnelle Alarmreaktionszeiten benötigen, dann ordnen Sie dem Prozessalarm-OB kein Teilprozessabbild zu und verwenden Sie stattdessen Direktzugriffe im Prozessalarm-OB. Weitere Informationen zur Ermittlung der Reaktionszeiten bei PROFINET finden Sie im Anwendungsbeispiel mit der Beitrags-ID 21869080 auf der Internetseite des Service&Support (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/21869080>).

Einfluss der Eingabemodule auf die Alarmreaktionszeiten von Prozessalarmen

Digitaleingabemodule:

Alarmreaktionszeit von Prozessalarmen = interne Alarmaufbereitungszeit + Eingangverzögerung (siehe Kap. Technische Daten im jeweiligen Gerätehandbuch)

Analogeingabemodule:

Alarmreaktionszeit von Prozessalarmen = interne Alarmaufbereitungszeit + Wandlungszeit (siehe Kap. Technische Daten im jeweiligen Gerätehandbuch)

Einfluss der Kommunikation auf Alarme

Kommunikationsaufgaben werden von der CPU immer mit der Priorität 15 bearbeitet. Wenn die Alarmbearbeitung nicht durch Kommunikation verzögert oder unterbrechbar sein darf, dann projektieren Sie die Alarmbearbeitung mit einer Priorität > 15. Standardmäßig sind Alarmbearbeitungen mit der Priorität 16 voreingestellt.

Besonderheit bei projektierter PROFINET IO-Kommunikation an 2. PROFINET-Schnittstelle (X2)

Informationen hierzu finden Sie im Kapitel Besonderheit bei projektierter PROFINET IO-Kommunikation an 2. PROFINET-Schnittstelle (X2) ([Seite 53](#)).

5.2 Prozessreaktionszeit bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung

Die Prozessreaktionszeit bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung wird bestimmt durch folgende Punkte:

- Verzögerungszeiten der verwendeten Ein- und Ausgabemodule
- Aktualisierungszeiten für PROFIBUS/PROFINET bei dezentral eingesetzten Modulen; Aktualisierungszeit des Rückwandbusses bei den CPUs der ET 200SP
- Alarmreaktionszeit der CPU
- Laufzeiten des Alarm-OBs, gegebenenfalls mit Aktualisierung des Teilprozessabbilds

Das folgende Bild zeigt die einzelnen Bearbeitungsschritte bei einer ereignisgesteuerten Programmbearbeitung.

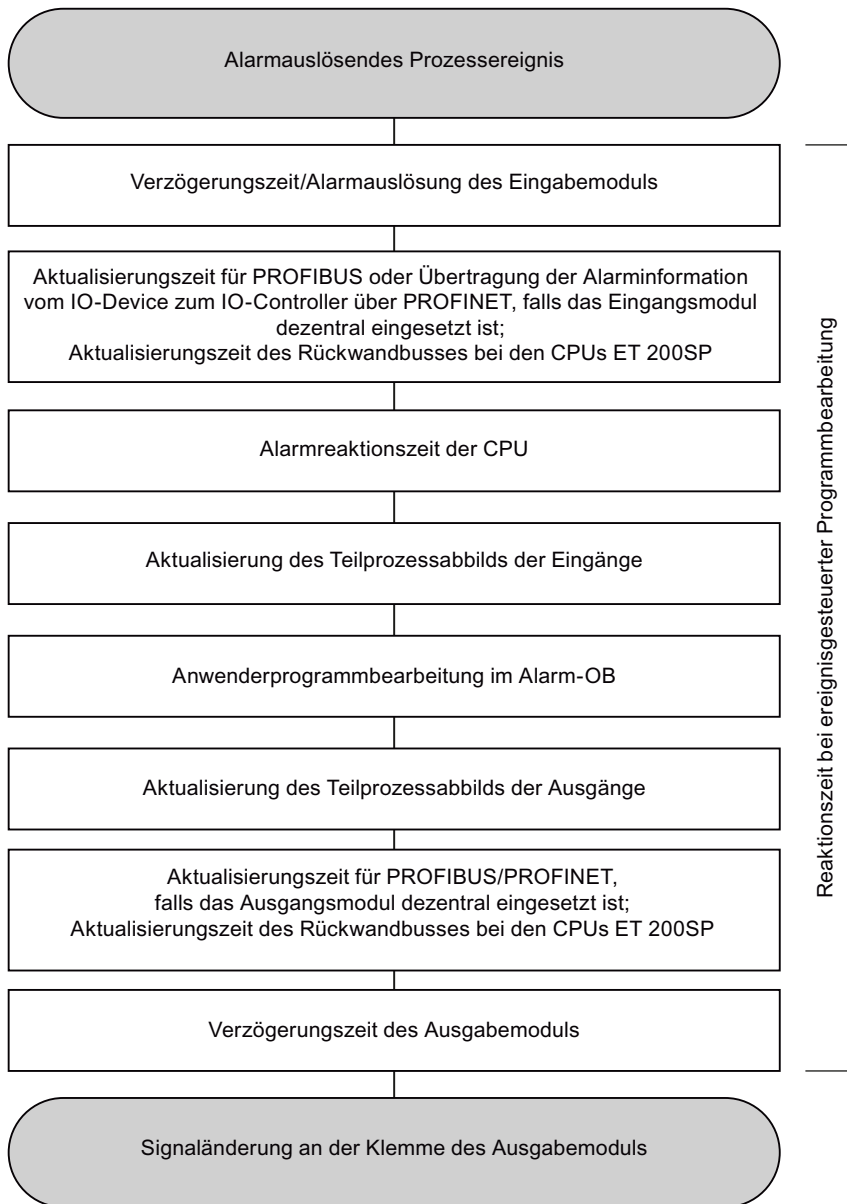


Bild 5-1 Schematische Darstellung der ereignisgesteuerten Programmbearbeitung

Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H

6.1 Einleitung

Die CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H sind redundant ausgelegt. Ziel der redundanten Auslegung ist es, Produktionsausfälle zu vermeiden. Wenn eine CPU ausfällt, hält die andere CPU die Kontrolle über den Prozess aufrecht.

Im Vergleich zu den nicht redundanten CPUs haben die CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H die folgenden Besonderheiten:

- längere Zyklus- und Reaktionszeiten
- spezifische Betriebs- und Systemzustände
- zusätzliche Last und Verzögerungen durch Synchronisation

Inhalte des Kapitels

Das vorliegende Kapitel beschreibt die Auswirkungen der Funktionsweise des redundanten Systems S7-1500R/H auf die Zyklus- und Reaktionszeiten.

Außerdem erfahren Sie, wie Sie die Zyklus- und Reaktionszeiten der CPUs abschätzen und kontrollieren. Dadurch vermeiden Sie eine Überschreitung der Zykluszeit.

HINWEIS

Einordnung des vorliegenden Kapitels

Die Aussagen in den vorangegangenen Kapiteln beschreiben das Verhalten einer einzelnen CPU.

Das Kapitel "Zyklus- und Reaktionszeiten des redundanten Systems S7-1500R/H" ergänzt die Informationen der vorangegangenen Kapitel um die Belange des redundanten Systems S7-1500R/H.

6.2 Maximale Zykluszeit und Zeitfehler

Maximale Zykluszeit

Wie bei den nicht redundanten CPUs auch, können Sie durch die maximale Zykluszeit eine parametrierbare Obergrenze des zyklischen Programms festlegen.

Im Vergleich zu nicht redundanten CPUs, ist die Zykluszeit bei redundanten CPUs (insbesondere im Systemzustand RUN-Redundant und SYNCUP) meist länger.

Der Faktor, um den die Zykluszeit bei redundanten CPUs im Vergleich zu nicht redundanten CPUs höher ist, hängt sehr stark von Ihrer jeweiligen Automatisierungsaufgabe ab.

HINWEIS

Maximale Zykluszeit im Systemzustand SYNCUP

Die Länge der parametrierten maximalen Zykluszeit wirkt sich auch auf den Systemzustand SYNCUP aus.

Wenn während des SYNCUP die folgende Bedingung erfüllt ist, leitet das System einen Übergang nach RUN-Redundant ein:

Die tatsächliche Zykluszeit ist über mehrere Zyklen hinweg $\leq 80\%$ der maximalen Zykluszeit.

Weitere Informationen dazu erhalten Sie im Kapitel Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand SYNCUP ([Seite 73](#)).

Maximale Zykluszeit im Systemzustand RUN-Redundant

Bei Ausfall einer der beiden CPUs beinhaltet die Zykluszeit zusätzlich eine Totzeit von bis zu 300 ms bei den R-CPU's und bis zu 50 ms bei der H-CPU. Diese Zeit müssen Sie bei Ausfall einer der beiden CPUs als Zykluszeitreserve einplanen. Achten Sie deshalb darauf, dass im Systemzustand RUN-Redundant die längste Zykluszeit zuzüglich dieser Totzeit $< 60\%$ der parametrierten maximalen Zykluszeit ist. So verhindern Sie im Fall von Lastschwankungen und Verzögerungen durch Synchronisation eine Überschreitung der parametrierten maximalen Zykluszeit.

Zeitfehler

Wie bei nicht redundanten CPUs auch, können Sie für die CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H die Reaktion auf einen Zeitfehler festlegen. Im Systemzustand RUN-Solo verhalten sich die redundanten CPUs bei einer Überschreitung der maximalen Zykluszeit wie nicht redundante CPUs (siehe Kapitel Zykluszeit (Seite 27)).

In den Systemzuständen SYNCUP und RUN-Redundant verhalten sich die redundanten CPUs folgendermaßen:

Tabelle 6-1 Verhalten des redundanten Systems S7-1500R/H bei Zykluszeitüberschreitungen ohne OB 80

Ausgangssituation			1. Zykluszeitüberschreitung			2. Zykluszeitüberschreitung		
System	Primary-CPU	Backup-CPU	System	Primary-CPU	Backup-CPU	System	Primary-CPU	Backup-CPU
RUN-Solo	RUN	STOP	STOP	STOP	STOP	---	---	---
SYNCUP¹⁾	RUN-Syncup	SYNCUP	STOP	STOP	STOP	---	---	---
SYNCUP²⁾	RUN-Syncup	SYNCUP	RUN-Solo	RUN	STOP	STOP	STOP	STOP
RUN-Redundant	RUN-Redundant	RUN-Redundant	RUN-Solo	RUN	STOP	STOP	STOP	STOP

1) SYNCUP bis zur Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte

2) SYNCUP nach der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte

Tabelle 6-2 Verhalten des redundanten Systems S7-1500R/H bei Zykluszeitüberschreitungen mit OB 80

Ausgangssituation			1. Zykluszeitüberschreitung			2. Zykluszeitüberschreitung			3. Zykluszeitüberschreitung		
System	Primary-CPU	Backup-CPU	System	Primary-CPU	Backup-CPU	System	Primary-CPU	Backup-CPU	System	Primary-CPU	Backup-CPU
RUN-Solo	RUN	STOP	RUN-Solo	RUN + OB 80	STOP	STOP	STOP	STOP	---	---	---
SYNCUP¹⁾	RUN-Syncup	SYNCUP	SYNCUP	RUN-Syncup + OB 80	SYNCUP	STOP	STOP	STOP	---	---	---
SYNCUP²⁾	RUN-Syncup	SYNCUP	SYNCUP	RUN-Syncup + OB 80	SYNCUP + OB 80	RUN-Solo	RUN + OB 80	STOP	STOP	STOP	STOP
RUN-Redundant	RUN-Redundant	RUN-Redundant	RUN-Redundant	RUN-Redundant + OB 80	RUN-Redundant + OB 80	RUN-Solo	RUN + OB 80	STOP	STOP	STOP	STOP

1) SYNCUP bis zur Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte

2) SYNCUP nach der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte

HINWEIS

Systemzustandswechsel nach STOP mit OB 80

Nach einer dreimaligen Überschreitung der maximalen Zykluszeit im selben Zyklus wechselt die Primary-CPU ebenfalls in STOP.

Wechsel der Backup-CPU in den Betriebszustand STOP bei Überschreitung der maximalen Zykluszeit

Ein Wechsel der Backup-CPU in den Betriebszustand STOP reduziert die Synchronisationslast und entlastet die Primary-CPU.

6.3 Einflüsse auf die Zykluszeit des redundanten Systems S7-1500R/H

6.3.1 Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand RUN-Solo

Systemzustand RUN-Solo

Im Systemzustand RUN-Solo befindet sich die Primary-CPU im Betriebszustand RUN. Die Primary-CPU führt die zyklische, zeit- und alarmgesteuerte Programmbearbeitung allein durch. Die Backup-CPU befindet sich im Betriebszustand STOP, ist ausgeschaltet oder defekt.

Einfluss auf die Zykluszeit

Im Systemzustand RUN-Solo verhält sich die Primary-CPU hinsichtlich der Zykluszeitüberwachung genauso wie eine Standard-CPU (nicht redundante CPU). Informationen hierzu finden Sie im Kapitel "Zykluszeit ([Seite 27](#))".

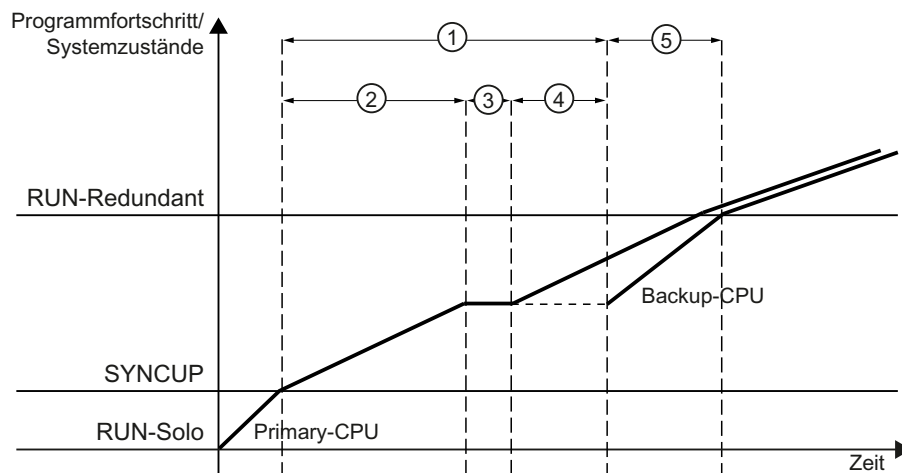
6.3.2 Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand SYNCUP

Systemzustand SYNCUP

Im Systemzustand SYNCUP befindet sich die Primary-CPU im Betriebszustand RUN-Syncup. Die Backup-CPU befindet sich im Betriebszustand SYNCUP. Die Aufgabe des Systemzustands SYNCUP ist es, die Daten der beiden CPUs zu synchronisieren, damit die CPUs anschließend redundant arbeiten können.

Einfluss auf die Zykluszeit

Das folgende Bild zeigt das zeitliche Verhalten von Primary-CPU und Backup-CPU während des Systemzustands SYNCUP.



- ① Synchronisation der Daten von der Primary-CPU in die Backup-CPU
- ② Kopieren des Ladespeichers und Beenden der asynchronen Anweisungen
- ③ Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte
- ④ Übertragung der Arbeitsspeicherinhalte in die Backup-CPU
- ⑤ Backup-CPU holt den durch die Synchronisation von Daten bedingten Nachlauf zur Primary-CPU auf

Bild 6-1 Auswirkungen des SYNCUP auf die Zykluszeiten der CPUs

Im Systemzustand SYNCUP werden alle relevanten Daten von der Primary-CPU in die Backup-CPU synchronisiert. Am Ende des SYNCUP holt die Backup-CPU den durch die Synchronisation bedingten Nachlauf zur Primary-CPU auf.

⚠ VORSICHT

Systemzustand SYNCUP

- Die Synchronisation von Daten insbesondere die Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte verlängern die Zykluszeit. Während des SYNCUP sind außerdem die meisten Test- und Inbetriebsetzungsfunktionen nicht ausführbar.
- Während des SYNCUP werden Diagnosealarme mit einer sehr großen Verzögerung abgearbeitet.
- Während des Übergangs vom Systemzustand SYNCUP nach RUN-Redundant steigt die Zykluszeit stark an.

Führen Sie den SYNCUP deshalb nur bei unkritischen Prozesszuständen durch.

① Synchronisation der Daten von der Primary-CPU in die Backup-CPU

Während dieser Phase werden alle relevanten Inhalte des Ladespeichers, Arbeitsspeichers und Systemspeichers von der Primary-CPU in die Backup-CPU synchronisiert.

② Kopieren des Ladespeichers und Beenden der asynchronen Anweisungen

Die Primary-CPU kopiert Teile ihres Ladespeichers von ihrer SIMATIC Memory Card auf die SIMATIC Memory Card der Backup-CPU. Die Backup-CPU startet neu und geht automatisch wieder in den Betriebszustand SYNCUP. Die Backup-CPU kopiert die übertragenen Ladespeicherinhalte in ihren Arbeitsspeicher. Datenbausteine, Prozessabbild usw. werden sofort mit aktuellen Daten von der Primary-CPU überschrieben.

Anschließend werden bereits laufende asynchrone Anweisungen beendet und neu gestartete asynchrone Anweisungen bis zum Erreichen des synchronisierten Betriebes verzögert.

③ Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte

Die Primary-CPU speichert am nächsten Zykluskontrollpunkt eine konsistente Momentaufnahme ihrer Arbeitsspeicherinhalte.

Bei der Erstellung der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte verzögert sich während des SYNCUP die Bearbeitung des Anwenderprogramms (auf der Primary-CPU) um folgende Zeiten:

Tabelle 6-3 Verzögerungszeiten bei der Erstellung der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte während des SYNCUP

R/H-CPU Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	Dauer der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte im SYNCUP [ms] (typische Werte)		Max. Daten-Arbeitsspeicher [Mbyte]
	bei Belegung Daten- Arbeitsspeicher: 0%	bei Belegung Daten-Arbeitsspeicher: 100%	
CPU 1513R-1 PN	105	145	1,5
CPU 1515R-2 PN	225	290	3
CPU 1517H-3 PN	18	23	8
CPU 1518HF-4 PN	25	47	60

R-CPU Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Dauer der Momentaufnahme der Arbeitsspeicherinhalte im SYNCUP [ms] (typische Werte)		Max. Daten-Arbeitsspeicher [Mbyte]
	bei Belegung Daten- Arbeitsspeicher: 0%	bei Belegung Daten-Arbeitsspeicher: 100%	
CPU 1513R-1 PN	25	30	2,5
CPU 1515R-2 PN	34	42	4,5

④ **Übertragung der Arbeitsspeicherinhalte in die Backup-CPU**

Während dieser Phase wird die konsistente Momentaufnahme von der Primary-CPU in die Backup-CPU übertragen. Die Übertragung der Arbeitsspeicherinhalte verlängert die Zykluszeit. Die für die Übertragung der Arbeitsspeicherinhalte benötigte Zeit hängt von der Leistungsfähigkeit der CPU sowie der Menge der Arbeitsspeicherdaten ab.

⑤ **Backup-CPU holt den Nachlauf zur Primary-CPU auf**

Während dieser Phase holt die Backup-CPU den Nachlauf im Programmablauf zur Primary-CPU auf. Ereignisse werden bereits während dieser Phase wie im redundanten Betrieb je nach Bedarf synchronisiert.

HINWEIS

Kein Umschalten möglich während des SYNCUP

Wenn während des SYNCUP eine Störung in der Primary-CPU auftritt, ist kein Wechsel auf die Backup-CPU möglich. Der SYNCUP wird abgebrochen und die Backup-CPU geht zurück in den Betriebszustand STOP.

Wechsel von SYNCUP nach RUN-Redundant

Das System überprüft kontinuierlich, welche Zykluszeit sich bei einem Wechsel in den Systemzustand RUN-Redundant ergäbe. Wenn diese Zykluszeit über mehrere Zyklen hinweg $\leq 80\%$ der maximalen Zykluszeit gewesen wäre, wird der Übergang eingeleitet. Weitere Informationen finden Sie im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>).

HINWEIS

Ermittlung der Zykluszeit während des SYNCUP

Sie können den Fortschritt des SYNCUP auf den Displays der Primary-CPU und Backup-CPU mitverfolgen. Die Backup-CPU sendet an jedem Zykluskontrollpunkt eine Statusmeldung über ihren Programmfortschritt an die Primary-CPU. Das Display der Primary-CPU zeigt die Dauer des Nachlaufs der Backup-CPU an.

Neben der Fortschrittsanzeige auf den Displays können Sie den Fortschritt des SYNCUP auch über die Anweisung "RT_INFO" auslesen.

Ursachen für den Abbruch des SYNCUP

Mögliche Ursachen für den Abbruch des SYNCUP sind:

- die Last des Anwenderprogramms oder die Last auf den Redundanzverbindungen zwischen Primary- und Backup-CPU ist zu hoch
- die maximale Zykluszeit in der Primary-CPU wurde überschritten

Eine Übersicht über sämtliche Ursachen für den Abbruch des SYNCUP und Abhilfemaßnahmen finden Sie im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>).

SYNCUP sperren

Um die beschriebenen Auswirkungen des SYNCUP auf die Zykluszeiten bei kritischen Prozesszuständen zu vermeiden, verwenden Sie die Anweisung "RH_CTRL".

Mit der Anweisung "RH_CTRL" können Sie für das redundante System S7-1500R/H den Systemzustand SYNCUP sperren. Wenn die Sperre nicht mehr erforderlich ist, dann geben Sie mit der Anweisung "RH_CTRL" den Systemzustand SYNCUP wieder frei.

Weitere Informationen zu der Anweisung "RH_CTRL" finden Sie im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>).

Mindestzykluszeit

Im Vergleich zu nicht redundanten CPUs ist es für die CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H häufig erforderlich, eine längere Mindestzykluszeit einzustellen.

Empfehlung: Wählen Sie die Mindestzykluszeit so, dass das zyklische Programm nicht öfter abgearbeitet wird als es Ihr Prozess erfordert. Eine Ihrem Prozess angepasste, längere Mindestzykluszeit optimiert das Gesamtsystem. Die durch eine Verlängerung der Mindestzykluszeit verfügbare Rechenleistung je Zyklus steht dann für Systemaufgaben wie der Kommunikation zur Verfügung.

Die gewählte Mindestzykluszeit sollte mindestens der gemessenen Zykluszeit im redundanten Betrieb des Anwenderprogrammes (bei dem die Mindestzykluszeit gerade noch nicht wirkt) entsprechen. Eine bedeutend kleiner gewählte Mindestzykluszeit wirkt nur im Solobetrieb des Systems. Sie belastet und verlängert damit den Systemzustand SYNCUP und erhöht die Wahrscheinlichkeit von sporadischen Abbrüchen des SYNCUP.

HINWEIS

Zu geringe Zykluszeiten

Zu geringe Zykluszeiten können zu einer zu hohen Synchronisationslast und damit auch zu einem Abbruch des SYNCUP führen.

Parametrierung der Kommunikationslast

HINWEIS

Im Systemzustand SYNCUP tritt eine erhöhte Synchronisationslast auf. Da diese Synchronisationslast zusätzlich zur Kommunikation den Zyklus belastet, wird empfohlen, die parametrierte Kommunikationslast auf $\leq 30\%$ einzustellen.

6.3.3 Einflüsse auf die Zykluszeit im Systemzustand RUN-Redundant

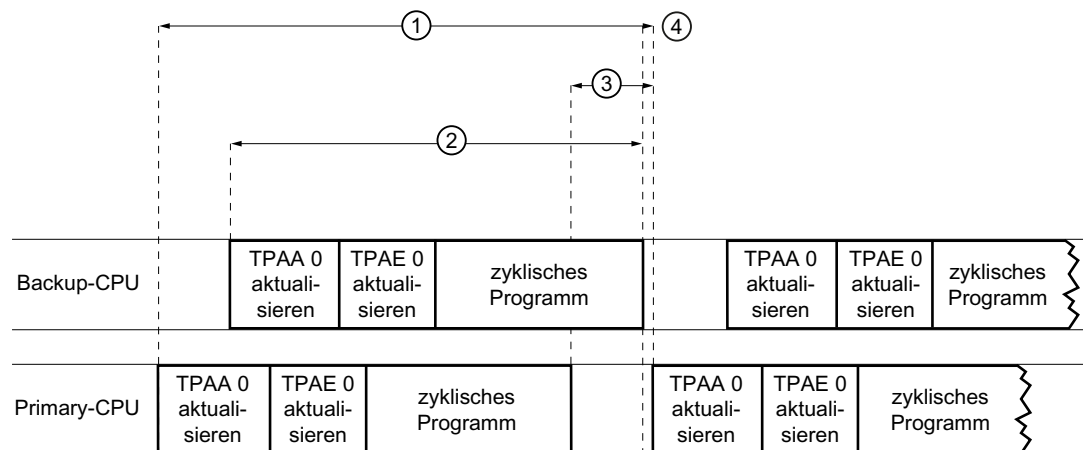
Systemzustand RUN-Redundant

Im Systemzustand RUN-Redundant führt die Primary-CPU den Prozess. Die Primary-CPU synchronisiert sich kontinuierlich mit der Backup-CPU. Die Backup-CPU übernimmt bei einem Ausfall der Primary-CPU deren Rolle und damit die Kontrolle über den Prozess.

Zykluszeit ohne Unterbrechung des zyklischen Programms

Im Systemzustand RUN-Redundant hat die Backup-CPU gegenüber der Primary-CPU einen zeitlichen Nachlauf. Dieser Nachlauf ergibt sich aus der Zeit für die ereignisgesteuerte Synchronisation von Daten von der Primary-CPU in die Backup-CPU.

Das folgende Bild zeigt die Phasen, welche die CPUs ohne eine Unterbrechung des zyklischen Programms durchlaufen.



- ① Zykluszeit
- ② Zyklus der Backup-CPU
- ③ Nachlauf
- ④ Zyklusende und Beginn des nächsten Zyklus (Zykluskontrollpunkt)

Bild 6-2 Zykluszeit ohne Unterbrechung des zyklischen Programms

Die Zykluszeit ① beinhaltet den Zyklus der Backup-CPU ② und den Nachlauf ③ der Backup-CPU zur Primary-CPU. Der Nachlauf resultiert aus der benötigten Zeit für die Synchronisation der Daten zwischen Primary-CPU und Backup-CPU. Die Synchronisation zwischen Primary-CPU und Backup-CPU erfolgt automatisch bei Bedarf. Je mehr Daten während eines Zyklus zwischen den CPUs synchronisiert werden müssen, desto größer ist der

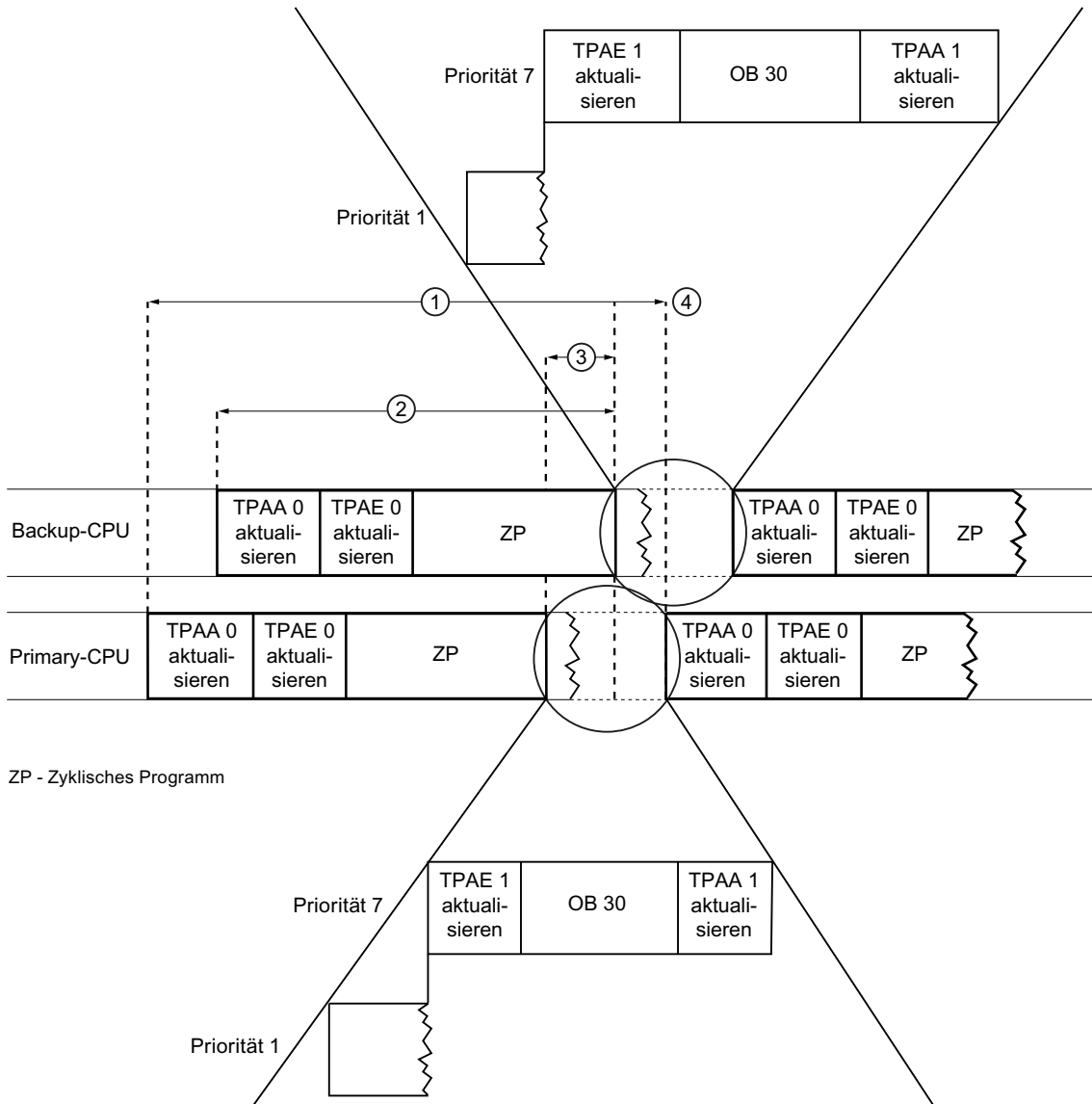
6.3 Einflüsse auf die Zykluszeit des redundanten Systems S7-1500R/H

Nachlauf. Der Programmzyklus endet, sobald die Backup-CPU das Ende ihres zyklischen Programms erreicht hat. Die Primary-CPU startet den nächsten Zyklus erst, sobald die Backup-CPU das Zyklusende an die Primary-CPU gemeldet hat ④.

Verlängerung des Zyklus

Wie bei nicht redundanten CPUs auch, kann ein auftretendes Ereignis und der dazugehörige OB den Zyklus verlängern. Ereignisse können sowohl während der Abarbeitung des zyklischen Programms als auch während des Nachlaufs auftreten.

Im folgenden Beispiel muss die CPU einen höherprioriten OB (OB 30 mit der Priorität 7) abarbeiten, während die Primary-CPU auf das Ende des Zyklus der Backup-CPU wartet. Das Bild zeigt die Phasen, welche die CPUs in einem solchen Fall durchlaufen.



- ① Zykluszeit
- ② Zyklus der Backup-CPU
- ③ Nachlauf
- ④ Zyklusende und Beginn des nächsten Zyklus (Zykluskontrollpunkt)

Bild 6-3 Abarbeitung eines höherprioriten OB

Die Bearbeitung des zyklischen Programms (ZP mit der Priorität 1) ist abgeschlossen. Während die Primary-CPU auf das Ende des Zyklus der Backup-CPU wartet, startet ein

6.3 Einflüsse auf die Zykluszeit des redundanten Systems S7-1500R/H

höherpriorer OB (OB 30 mit der Priorität 7). Die Primary-CPU startet den nächsten Zyklus, sobald die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Primary-CPU hat die Meldung von der Backup-CPU erhalten, dass die Backup-CPU das zyklische Programm fertig bearbeitet hat.
- Die Primary-CPU hat den OB 30 bearbeitet und TPAA1 aktualisiert.

HINWEIS

Bedingt durch den Wechsel der Ablaufe Ebene und die Synchronisation führen Unterbrechungen des Programmzyklus durch höherpriorere OBs zu einer höheren Last. Unterbrechungen des Programmzyklus verlängern die Zykluszeit.

Unterschiede zwischen den Synchronisationszeiten

Die zur Verfügung stehende Bandbreite hat maßgeblichen Einfluss auf die Synchronisationszeit.

Bei den R-CPUs laufen sowohl die Synchronisation von Daten als auch die Synchronisation von Kommunikationsaufgaben über den PROFINET-Ring. Für die Synchronisation sind 25 % der Bandbreite reserviert.

Bei der H-CPU funktioniert die Synchronisation unabhängig vom PROFINET-Ring/PROFINET-Netzwerk über Lichtwellenleiter.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Leistungsmerkmale von R-CPU und H-CPU.

Tabelle 6-4 Leistungsmerkmale S7-1500R und S7-1500H

	S7-1500R		S7-1500H	
	CPU 1513R-1 PN (6ES7513-1RM03-0AB0)	CPU 1515R-2 PN (6ES7515-2RN03-0AB0)	CPU 1517H-3 PN (6ES7517-3HP00-0AB0)	CPU 1518HF-4 PN (6ES7518-4JP00-0AB0)
Performance	<ul style="list-style-type: none"> • Übertragungsrate von 100 Mbit/s (für Synchronisation und Kommunikation) • Daten-Arbeitsspeicher: max. 2,5 Mbyte • Code-Arbeitsspeicher: max. 600 kbyte 	<ul style="list-style-type: none"> • Daten-Arbeitsspeicher: max. 4,5 Mbyte • Code-Arbeitsspeicher: max. 1 Mbyte 	<ul style="list-style-type: none"> • wesentlich leistungsfähiger als S7-1500R durch: <ul style="list-style-type: none"> – separate Redundanzverbindungen über Lichtwellenleiter – höhere Rechenleistung – Übertragungsrate von 1 Gbit/s (für die Synchronisation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Daten-Arbeitsspeicher: max. 60 Mbyte • Code-Arbeitsspeicher: max. 9 Mbyte
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Die CPUs sind baugleich mit den jeweiligen Standardvarianten S7-1500. • Die Synchronisation der CPUs funktioniert über den PROFINET-Ring • Für alle Teilnehmer im PROFINET-Ring wird die Funktion H-Sync-Forwarding empfohlen. • Ein Teil der Bandbreite auf der PROFINET-Leitung wird für die Synchronisation der CPUs benötigt. Damit steht weniger Bandbreite für PROFINET IO-Kommunikation zur Verfügung. 		<ul style="list-style-type: none"> • Die CPUs verfügen über je zwei optische Schnittstellen. • Die Synchronisation der CPUs funktioniert unabhängig vom PROFINET-Netzwerk über Lichtwellenleiter. • Die Bandbreite für PROFINET IO-Kommunikation wird nicht durch die Synchronisation des H-Systems beeinträchtigt. 	

Technische Daten

Weitere Informationen zu den technischen Daten erhalten Sie in den Gerätehandbüchern der jeweiligen CPUs.

6.3.4 Einflüsse auf die Zykluszeit bei Ausfall einer CPU

Wenn eine der beiden CPUs während des redundanten Betriebs ausfällt, kontrolliert die andere CPU den Prozess allein. Der Systemzustand wechselt dann von RUN-Redundant nach RUN-Solo. Die CPU im Betriebszustand RUN bearbeitet das Anwenderprogramm weiter.

HINWEIS

Totzeit im Falle eines CPU-Ausfalls

Bei Ausfall einer CPU beinhaltet die Zykluszeit zusätzlich eine Totzeit von bis zu 300 ms bei R-CPU und bis zu 50 ms bei der H-CPU. Diese Zeit müssen Sie für einen CPU-Ausfall als Zykluszeitreserve einplanen.

Um bei Ausfall einer CPU eine Überschreitung der maximalen Zykluszeit zu vermeiden, erhöhen Sie die maximale Zykluszeit zusätzlich um diesen Wert.

HINWEIS

Wechsel des Systemzustands von RUN-Redundant nach RUN-Solo durch den Anwender

Wenn Sie einen Wechsel des Systemzustands bewusst herbeiführen, z. B. indem Sie die Backup-CPU über das Display oder mit der Anweisung "RH_CTRL" (Mode 9) auf STOP schalten, verlängert ein solcher Wechsel ebenfalls die Zykluszeit. Die Zykluszeit steigt jedoch nicht in gleichem Maße an wie bei einem Wechsel der CPUs im Fehlerfall (Ausfall einer der CPUs).

Informationen zu den Ursachen für den Ausfall einer CPU finden Sie im Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H

(<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833>).

Da im Systemzustand RUN-Solo keine Daten mehr synchronisiert werden, ist die Zykluszeit ⑦ kürzer als die Zykluszeit ①.

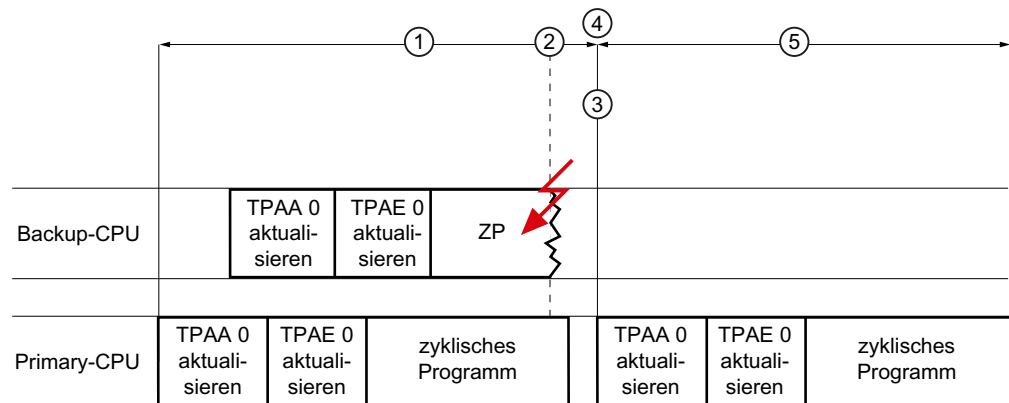
HINWEIS

Überwachungszeit

Bei der Überwachungszeit handelt es sich um eine interne Zeit mit feststehender Dauer. Diese interne Zeit können Sie nicht parametrieren. Die Überwachungszeit startet, sobald Synchronisationsdaten auf der jeweiligen CPU eintreffen. Wenn die Synchronisationsdaten von der Primary-CPU ausbleiben, führt das System nach Ablauf der Überwachungszeit automatisch einen Systemzustandswechsel (von RUN-Redundant nach RUN-Solo) durch.

Ausfall der Backup-CPU

Das folgende Bild zeigt, welchen Einfluss der Ausfall der Backup-CPU auf die Zykluszeit hat.



ZP = Zyklisches Programm

- ① Zykluszeit
- ② Ausfall der Backup-CPU
- ③ Ablauf der Überwachungszeit
- ④ Systemzustandsübergang
- ⑤ Zykluszeit der Primary-CPU im Betriebszustand RUN-Solo

Bild 6-5 Einfluss des Ausfalls der Backup-CPU auf die Zykluszeit

Die Backup-CPU fällt vor Ende der Bearbeitung des zyklischen Programms aus ②. Die Primary-CPU erkennt den Ausfall der Backup-CPU, da bis zum Ablauf der Überwachungszeit ③ keine Synchronisationsdaten mehr eingegangen sind. Die Primary-CPU bricht die Synchronisation mit der Backup-CPU ab. Das redundante System wechselt vom Systemzustand RUN-Redundant in den Systemzustand RUN-Solo ④.

Da im Betriebszustand RUN keine Daten mehr synchronisiert werden, ist die Zykluszeit ⑤ kürzer als die Zykluszeit ①.

6.4 Reaktionszeit von R/H-CPU

Zusammenhang zwischen Zykluszeit und Reaktionszeit

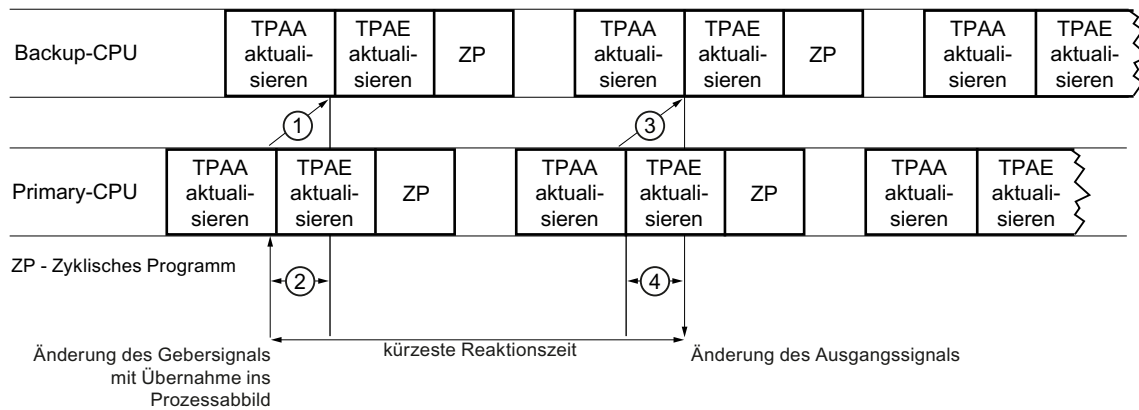
Die Zykluszeit des Systems bildet gleichzeitig auch die Grundlage für dessen Reaktionszeit.
Die Reaktionszeit hängt unter anderem von der Zykluszeit der einzelnen Programmzyklen ab.

Schwankung der Reaktionszeit

Die tatsächliche Reaktionszeit schwankt bei zyklischer Programmbearbeitung zwischen einem und zwei Zyklen. Bei zeitgesteuerter Programmbearbeitung schwankt die tatsächliche Reaktionszeit zwischen einem und zwei Weckalarmzyklen.

Bei der Projektierung sollten Sie immer mit der längsten Reaktionszeit rechnen.

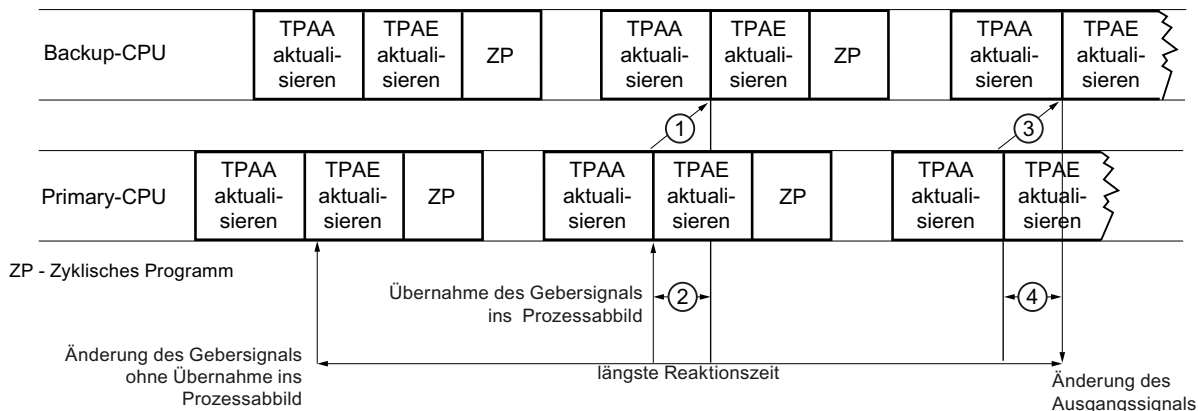
Im folgenden Bild erfolgt unmittelbar nach Änderung des Gebersignals die Aktualisierung des Prozessabbilds. Deshalb kann der Ausgang nach Ablauf eines Zyklus auf die Signalveränderung reagieren.



- ① Synchronisation der Änderung des Gebersignals in die Backup-CPU
- ② Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU
- ③ Synchronisation der Änderung des Ausgangssignals in die Backup-CPU
- ④ Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU bis zur tatsächlichen Ausgabe der Signaländerung an die IO-Devices im PROFINET-Ring/PROFINET-Netzwerk

Bild 6-6 Kürzeste Reaktionszeit

Im folgenden Bild ist die Aktualisierung des Prozessabbilds zum Zeitpunkt der Signaländerung bereits abgeschlossen. Deshalb dauert es einen Zyklus, bis das System die Änderung erfasst und den Eingang im Prozessabbild setzt. Nach einem weiteren Zyklus erfolgt dann die Änderung des Ausgangssignals.



- ① Synchronisation der Änderung des Gebersignals in die Backup-CPU
- ② Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU
- ③ Synchronisation der Änderung des Ausgangssignals in die Backup-CPU
- ④ Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU bis zur tatsächlichen Ausgabe der Signaländerung an die IO-Devices im PROFINET-Ring/PROFINET-Netzwerk

Bild 6-7 Längste Reaktionszeit

Die Zykluszeiten beinhalten jeweils den Nachlauf. Der Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU hängt von der Synchronisationslast ab. Die Synchronisationslast ergibt sich aus den im Anwenderprogramm und in der Kommunikation zu synchronisierenden Daten.

HINWEIS

Wirkung des Nachlaufs

Die Synchronisation und Übertragung der Änderungen benötigt Rechenzeit. Deshalb wirkt der Nachlauf auf beide CPUs (von der Primary-CPU zur Backup-CPU und von der Backup-CPU zur Primary-CPU). Je langsamer die CPUs und je langsamer und länger die Synchronisationsverbindung, desto höher ist auch der Nachlauf.

HINWEIS

Reaktionszeit beim Laden eines geänderten Anwenderprogramms in die R/H-CPU im Systemzustand RUN-Redundant

Während des Ladevorgangs im Systemzustand RUN-Redundant ist die Reaktionszeit des Systems gegenüber dem normalen redundanten Betrieb eingeschränkt. Je mehr Änderungen das Anwenderprogramm enthält, desto höher ist der Einfluss auf die Reaktionszeit.

HINWEIS

Reaktionszeit des R/H-Systems verbessern

- Verringern Sie die Last auf den Redundanzverbindungen zwischen Primary- und Backup-CPU:
 - Vermeiden Sie die übermäßige Verwendung von Anweisungen, die die Synchronisationslast erhöhen: Direktzugriffe, Uhrzeitzugriffe (z. B. Anweisungen RD_SYS_T, WR_SYS_T, RD_LOC_T).
 - Reduzieren Sie die Open User Communication mit vielen Verbindungen, hoher Kommunikationslast mit großen Paketen.
- Wenn möglich, dann teilen Sie umfangreiche geplante Programmänderungen in kleine Einheiten mit mehreren Ladevorgängen auf. Mehrere Ladevorgänge von kleinen Einheiten können in Summe zu einer geringeren Belastung der Reaktionszeit führen.

HINWEIS

Reaktionszeit des R/H-Systems bei einer AR-Umschaltung

Je kleiner Sie die PROFINET-Aktualisierungszeiten eines IO-Devices einstellen, desto schneller stehen nach einer AR-Umschaltung (Backup-AR wird zur Primary-AR), die bei Redundanzszenarien auftreten kann, wieder aktuelle Eingangsdaten von diesem IO-Device zur Verfügung.

Folge: Je kleiner Sie die PROFINET-Aktualisierungszeiten eines IO-Devices einstellen, desto kleiner ist tendenziell die Reaktionszeit des R/H-Systems.

Beachten Sie zusätzlich die Hinweise in den Systemhandbüchern der Peripheriesysteme (z. B. ET 200SP).

Ermittlung der Zyklus- und Reaktionszeiten

Die Primary-CPU wartet am Ende des zyklischen Programms, bis auch die Backup-CPU das Ende des zyklischen Programms quittiert. Die Zykluszeit der Primary-CPU beinhaltet daher auch den Nachlauf der Backup-CPU. Der Zyklus verlängert sich um den Nachlauf.

Vorteile

Die Tatsache, dass die Zykluszeit den Nachlauf der Backup-CPU zur Primary-CPU beinhaltet, bietet Ihnen die folgenden Vorteile:

- Durch Beobachten der Zykluszeit in STEP 7, im HMI oder im Anwenderprogramm nach dem SYNCUP können Sie auf die Zykluszeit bei einem Ausfall der Primary-CPU schließen.
- Sie müssen während der Inbetriebnahme keine aufwendigen Tests durchführen, um zu ermitteln, ob die geforderte Reaktionszeit bei Ausfall einer CPU noch eingehalten werden kann.
- Sie können während der Inbetriebnahme und im laufenden Betrieb abschätzen, ob Ihre Automatisierungsaufgabe die für den Prozess erforderlichen Reaktionszeiten einhalten kann.

Für die Ermittlung der Zyklus- und Reaktionszeiten stehen Ihnen die gleichen Funktionen zur Verfügung wie für die nicht redundanten CPUs:

Tabelle 6-5 Funktionen für die Ermittlung der Zyklus- und Reaktionszeiten

Funktion	Weitere Infos
Festlegen der Mindestzykluszeit und der maximalen Zykluszeit in STEP 7	Kapitel Zykluszeit (Seite 27)
Festlegen der gewünschten Reaktion im Anwenderprogramm, falls die maximale Zykluszeit überschritten wurde	
Auslesen der Zykluszeitstatistik über STEP 7 und das Display der CPU	
Auslesen der Zykluszeit und Auslesen des Fortschritts im Systemzustand SYNCUP über die Anweisung "RT_INFO"	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel Unterschiedliche Zykluszeiten (Seite 28) • Online-Hilfe von STEP 7
Anzeige von Messungen (Traces), die speziell zeitkritische Signalverläufe erfassen	Funktionshandbuch Trace- und Logikanalysatorfunktionen nutzen (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/64897128)
Auslesen des Fortschritts des Systemzustands SYNCUP über das Display der CPU	Systemhandbuch Redundantes System S7-1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109754833)

6.5 Zeittabellen für den Systemzustand RUN-Redundant

Im folgenden Kapitel finden Sie typische Zeiten der CPUs des redundanten Systems S7-1500R/H im Systemzustand RUN-Redundant.

Aktualisierungszeiten der Teilprozessabbilder

Die folgende Tabelle enthält die Zeiten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeiten von Teilprozessabbildern.

Tabelle 6-6 Daten zur Abschätzung der typischen Aktualisierungszeiten von Teilprozessabbildern

	Aktualisierungszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxxx-xxx00-xxxx	
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	63 µs	57 µs
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	6,5 µs/Wort	6,5 µs/Wort

6.5 Zeittabellen für den Systemzustand RUN-Redundant

	Aktualisierungszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	CPU 1513R-1 PN CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Grundlast für Aktualisierung von Teilprozessabbildern	57 µs	13 µs
Kopierzeit für dezentrale Peripherie über PROFINET	6,5 µs/Wort	2,6 µs/Wort

Programmbearbeitungszeit ohne Unterbrechungen

Das Anwenderprogramm hat ohne Unterbrechungen eine gewisse Laufzeit. Die Laufzeit ist von der Anzahl der Operationen abhängig, die im Anwenderprogramm ausgeführt werden. Die folgende Tabelle enthält die typischen Zeiten, wie lange eine Operation dauert.

Tabelle 6-7 Zeitdauer einer Operation

	Programmbearbeitungszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Bitoperationen, typ.	80 ns	60 ns
Wortoperationen, typ.	96 ns	72 ns
Festpunktarithmetik, typ.	128 ns	96 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	512 ns	384 ns

	Programmbearbeitungszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant		
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx		Alle Artikelnummern
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Bitoperationen, typ.	50 ns	20 ns	4 ns
Wortoperationen, typ.	64 ns	24 ns	6 ns
Festpunktarithmetik, typ.	85 ns	32 ns	6 ns
Gleitpunktarithmetik, typ.	340 ns	128 ns	24 ns

Eine Tabelle der Programmbearbeitungszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Solo finden Sie im Kapitel Anwenderprogrammbearbeitungszeit (Seite 34).

Verlängerung durch Einschachtelung von höherprioren OBs und/oder Alarmen

Die Unterbrechung eines Anwenderprogramms am Anweisungsende durch einen höherprioren OB verursacht einen gewissen zeitlichen Grundaufwand. Berücksichtigen Sie diesen Grundaufwand zusätzlich zur Aktualisierungszeit der zugeordneten Teilprozessabbilder und der Bearbeitungszeit des enthaltenen Anwenderprogramms. Die folgenden Tabellen enthalten die typischen Zeiten für die unterschiedlichen Alarme bzw. Fehlerereignisse.

Tabelle 6-8 Zeitlicher Grundaufwand für einen Alarm

	Zeitlicher Grundaufwand der CPUs für einen Alarm im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Prozessalarm	560 µs	430 µs
Uhrzeitalarm	560 µs	430 µs
Verzögerungsalarm	560 µs	430 µs
Weckalarm	560 µs	430 µs

	Zeitlicher Grundaufwand der CPUs für einen Alarm im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	CPU 1513R-1 PN CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Prozessalarm	240 µs	70 µs
Uhrzeitalarm	240 µs	70 µs
Verzögerungsalarm	240 µs	70 µs
Weckalarm	240 µs	70 µs

Eine Tabelle des zeitlichen Grundaufwands der CPUs für einen Alarm im Systemzustand RUN-Solo finden Sie im Kapitel Anwenderprogrammbearbeitungszeit (Seite 34).

Tabelle 6-9 Zeitlicher Grundaufwand für einen Fehler-OB

	Zeitlicher Grundaufwand der CPUs für einen Fehler-OB im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Programmierfehler	560 µs	430 µs
Peripheriezugriffsfehler	560 µs	430 µs
Zeitfehler	560 µs	430 µs
Diagnosealarm	560 µs	430 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	560 µs	430 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	560 µs	430 µs

6.5 Zeittabellen für den Systemzustand RUN-Redundant

	Zeitlicher Grundaufwand der CPUs für einen Fehler-OB im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	CPU 1513R-1 PN CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Programmierfehler	240 µs	70 µs
Peripheriezugriffsfehler	240 µs	70 µs
Zeitfehler	240 µs	70 µs
Diagnosealarm	240 µs	70 µs
Baugruppenausfall/Wiederkehr	240 µs	70 µs
Stationsausfall/Wiederkehr	240 µs	70 µs

Eine Tabelle des zeitlichen Grundaufwands der CPUs für einen Fehler-OB im Systemzustand RUN-Solo finden Sie im Kapitel Anwenderprogrammbearbeitungszeit (Seite 34).

Genauigkeit eines Weckalarms

Auch wenn ein Weckalarm nicht durch einen höherprioren OB oder Kommunikationsaktivitäten verzögert wird, unterliegt die Genauigkeit, mit der er gestartet wird, dennoch systemabhängigen Schwankungen.

Die folgende Tabelle zeigt die Genauigkeit, mit der ein Weckalarm ausgelöst wird:

Tabelle 6-10 Genauigkeit von Weckalarmen

	Genauigkeit von Weckalarmen der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
	CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Weckalarm	±5,8 ms	±3,2 ms

	Genauigkeit von Weckalarmen der CPUs im Systemzustand RUN-Redundant	
	Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
	CPU 1513R-1 PN CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Weckalarm	±2,4 ms	±1,6 ms

Eine Tabelle mit der Genauigkeit von Weckalarmen der CPUs im Systemzustand RUN-Solo finden Sie im Kapitel Zeitgesteuerte Programmbearbeitung in Weckalarmen (Seite 55).

HINWEIS

Gültigkeitsbereich

Beachten Sie, dass die Genauigkeitsangaben für den Weckalarm auch für alle anderen höherprioren Ablaufebenen/OBs gelten.

Alarmreaktionszeiten für Prozessalarme

Die Alarmreaktionszeiten beginnen mit dem Auftreten eines Prozessalarmereignisses in der CPU und enden mit dem Aufsetzen des zugeordneten Prozessalarm-OB.

Diese Zeit ist systembedingten Schwankungen unterworfen, was durch eine minimale und eine maximale Alarmreaktionszeit ausgedrückt wird.

Die folgende Tabelle beinhaltet die Länge der typischen Reaktionszeiten der CPUs für Prozessalarme:

Tabelle 6-11 Alarmreaktionszeiten für Prozessalarme

		Alarmreaktionszeiten der CPUs für Prozessalarme Systemzustand RUN-Redundant	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx00-xxxx	
		CPU 1513R-1 PN	CPU 1515R-2 PN
Alarmreaktionszeiten	min.	180 µs	150 µs
	max.	1420 µs	1360 µs

		Alarmreaktionszeiten der CPUs für Prozessalarme Systemzustand RUN-Redundant	
		Artikelnummer xxxxxxx-xxx03-xxxx	Alle Artikelnummern
		CPU 1513R-1 PN CPU 1515R-2 PN	CPU 1517H-3 PN CPU 1518HF-4 PN
Alarmreaktionszeiten	min.	150 µs	40 µs
	max.	1360 µs	470 µs

Eine Tabelle der Alarmreaktionszeiten der CPUs im Systemzustand RUN-Solo finden Sie im Kapitel Reaktionszeit der CPU bei ereignisgesteuerter Programmbearbeitung ([Seite 64](#)).

Glossar

Alarm

Das Betriebssystem der CPU unterscheidet verschiedene Prioritätsklassen, welche die Bearbeitung des Anwenderprogramms regeln. Zu diesen Prioritätsklassen gehören Alarme, z. B. Prozessalarme. Bei Auftreten eines Alarms ruft das Betriebssystem automatisch einen zugeordneten Organisationsbaustein auf. In dem Organisationsbaustein programmieren Sie die gewünschte Reaktion (z. B. in einem FB).

Alarm, Diagnose-

Diagnosefähige Module melden erkannte Systemfehler über Diagnosealarme an die CPU.

Alarm, Prozess-

Ein Prozessalarm wird ausgelöst von Alarm auslösenden Modulen durch ein bestimmtes Ereignis im Prozess. Der Prozessalarm wird der CPU gemeldet. Die CPU bearbeitet dann entsprechend der Priorität dieses Alarms den zugeordneten Organisationsbaustein.

Alarm, Uhrzeit

Der Uhrzeitalarm gehört zu einer der Prioritätsklassen bei der Programmbearbeitung von SIMATIC S7. Der Uhrzeitalarm wird abhängig von einem bestimmten Datum und Uhrzeit generiert. Die CPU bearbeitet dann den entsprechenden Organisationsbaustein.

Alarm, Verzögerungs-

Der Verzögerungsalarm gehört zu einer der Prioritätsklassen bei der Programmbearbeitung von SIMATIC S7. Der Verzögerungsalarm wird bei Ablauf einer im Anwenderprogramm gestarteten Zeit generiert. Die CPU bearbeitet dann den entsprechenden Organisationsbaustein.

Alarm, Weck-

Die CPU generiert einen Weckalarm periodisch innerhalb eines parametrierbaren Zeitrasters und bearbeitet dann den entsprechenden Organisationsbaustein.

Anwenderprogramm

Bei SIMATIC wird zwischen Anwenderprogrammen und der Firmware der CPU unterschieden. Das Anwenderprogramm enthält alle Anweisungen, Deklarationen und Daten, durch die eine Anlage oder ein Prozess gesteuert werden können. Das Anwenderprogramm ist einem programmierbaren Modul (z. B. CPU, FM) zugeordnet und kann in kleinere Einheiten strukturiert werden.

Firmware: siehe Glossareintrag "Firmware der CPU"

AR

Die AR (Application Relation) umfasst die Gesamtheit aller Kommunikationsbeziehungen zwischen IO-Controller und IO-Device (z. B. IO-Daten, Datensätze, Alarme).

Backup-CPU

Rolle einer CPU im redundanten System S7-1500R/H. Wenn sich das R-/H-System im Systemzustand RUN-Redundant befindet, dann führt die Primary-CPU den Prozess. Die Backup-CPU bearbeitet das Anwenderprogramm synchron und kann bei einem Ausfall der Primary-CPU die Prozessführung übernehmen.

Betriebszustände

Betriebszustände beschreiben das Verhalten einer einzelnen CPU zu jedem beliebigen Zeitpunkt.

Die CPUs von SIMATIC-Standardsystemen verfügen über die Betriebszustände STOP, ANLAUF und RUN.

Die Primary-CPU des redundanten Systems S7-1500R/H verfügt über die Betriebszustände STOP, ANLAUF, RUN, RUN-Syncup und RUN-Redundant. Die Backup-CPU verfügt über die Betriebszustände STOP, SYNCUP und RUN-Redundant.

Datenbaustein

Datenbausteine (DB) sind Datenbereiche im Anwenderprogramm, die Anwenderdaten enthalten. Es gibt folgende Datenbausteine:

- Globale Datenbausteine, auf die Sie von allen Codebausteinen zugreifen.
- Instanz-Datenbausteine, die einem bestimmten FB-Aufruf zugeordnet sind.

Dezentrales Peripheriesystem

System mit Peripheriemodulen, das dezentral in größerer Entfernung von der steuernden CPU aufgebaut ist.

Diagnose

Überwachungsfunktionen beinhalten:

- Erkennen, lokalisieren, klassifizieren von Fehlern, Störungen und Meldungen
- Anzeigen und weitere Auswertung von Fehlern, Störungen und Meldungen.

Sie laufen während des Anlagenbetriebs automatisch ab. Dadurch erhöht sich die Verfügbarkeit von Anlagen, weil Inbetriebsetzungszeiten und Stillstandszeiten verringert werden.

Diagnosealarm

Siehe "Alarm, Diagnose-"

Diagnosepuffer

Der Diagnosepuffer ist ein gepufferter Speicherbereich in der CPU, in dem Diagnoseereignisse in der Reihenfolge des Auftretens abgelegt sind.

Firmware der CPU

Bei SIMATIC wird zwischen der Firmware der CPU und Anwenderprogrammen unterschieden. Die Firmware ist eine Software, die in elektronische Geräte eingebettet, d. h. funktional fest mit der Hardware verbunden ist. Sie ist zumeist in einem Flash-Speicher, einem EPROM,

EEPROM oder ROM gespeichert und durch den Anwender nicht oder nur mit speziellen Mitteln bzw. Funktionen austauschbar.

Anwenderprogramm: siehe Glossareintrag "Anwenderprogramm"

H-Sync-Forwarding

H-Sync-Forwarding befähigt ein PROFINET-Gerät mit MRP, die Synchronisationsdaten (Synchronisationstelegramme) nur innerhalb des PROFINET-Rings weiterzuleiten.

Außerdem werden durch H-Sync-Forwarding die Synchronisationsdaten auch während einer Rekonfiguration des PROFINET-Rings weitergeleitet. H-Sync-Forwarding vermeidet eine Zykluszeiterhöhung bei einer Unterbrechung des PROFINET-Rings.

S7-1500R: Für alle PROFINET-Geräte mit nur 2 Ports im PROFINET-Ring wird H-Sync-Forwarding empfohlen. Alle PROFINET-Geräte mit mehr als 2 Ports (z. B. Switch) im PROFINET-Ring müssen H-Sync-Forwarding unterstützen.

S7-1500H: Für redundante Systeme S7-1500H ist H-Sync-Forwarding nicht relevant.

IO-Controller

Siehe "PROFINET IO-Controller"

IO-Device

Siehe "PROFINET IO-Device"

MRP

Über das sogenannte **Media Redundancy Protocol (MRP)** ist es möglich redundante Netze aufzubauen. Redundante Übertragungsstrecken (Ringtopologie) sorgen dafür, dass bei Ausfall einer Übertragungsstrecke ein alternativer Kommunikationsweg zur Verfügung gestellt wird. Die PROFINET-Geräte, die Teil dieses redundanten Netzes sind, bilden eine MRP-Domain.

Organisationsbaustein

Organisationsbausteine (OBs) bilden die Schnittstelle zwischen dem Betriebssystem der CPU und dem Anwenderprogramm. Die Organisationsbausteine legen fest, in welcher Reihenfolge das Anwenderprogramm bearbeitet wird.

Parameter

- Variable eines STEP 7-Codebausteins
- Variable zur Einstellung des Verhaltens eines Moduls (eine oder mehrere pro Modul). Jedes Modul besitzt im Lieferzustand eine sinnvolle Grundeinstellung, die Sie durch Konfigurieren in STEP 7 verändern können. Es gibt statische Parameter und dynamische Parameter.

Parameter, dynamische

Dynamische Parameter von Modulen ändern Sie im laufenden Betrieb durch den Aufruf eines SFC im Anwenderprogramm, z. B. Grenzwerte eines analogen Eingabemoduls.

Parameter, statische

Statische Parameter von Modulen ändern Sie nicht durch das Anwenderprogramm, sondern nur über die Konfiguration in STEP 7, z. B. Eingangsverzögerung eines digitalen Eingabemoduls.

Peripheriemodul

Gerät der dezentralen Peripherie, das als Schnittstelle zwischen Steuerung und Prozess verwendet wird.

Primary-CPU

Wenn sich das R-/H-System im Systemzustand RUN-Redundant befindet, dann führt die Primary-CPU den Prozess. Die Backup-CPU bearbeitet das Anwenderprogramm synchron und kann bei einem Ausfall der Primary-CPU die Prozessführung übernehmen.

PROFINET

PROcess **F**ield **NET**work, offener Industrial Ethernet Standard, der PROFIBUS und Industrial Ethernet fortführt. Ein herstellerübergreifendes Kommunikations-, Automatisierungs- und Engineering-Modell, von PROFIBUS International e. V., als Automatisierungsstandard definiert.

PROFINET IO

Kommunikationskonzept für die Realisierung modularer, dezentraler Applikationen im Rahmen von PROFINET.

PROFINET IO-Controller

Gerät, über das angeschlossene IO-Devices, (z. B. Dezentrale Peripheriesysteme) angesprochen werden: Der IO-Controller tauscht Ein- und Ausgangssignale mit zugeordneten IO-Devices aus. Oft handelt es sich beim IO-Controller um die CPU, in dem das Anwenderprogramm abläuft.

PROFINET IO-Device

Dezentral angeordnetes Feldgerät, das einem oder mehreren IO-Controllern zugeordnet sein kann (z. B. Dezentrales Peripheriesystem, Ventilinseln, Frequenzumrichter, Switches).

Prozessabbild (E/A)

In diesen Speicherbereich überträgt die CPU die Werte aus den Ein- und Ausgabemodulen. Am Anfang des zyklischen Programms überträgt die CPU das Prozessabbild der Ausgänge als Signalzustand zu den Ausgabemodulen. Danach liest die CPU die Signalzustände der Eingabemodule in das Prozessabbild der Eingänge ein. Anschließend bearbeitet die CPU das Anwenderprogramm.

Redundante Systeme

Redundante Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass wichtige Automatisierungskomponenten mehrfach (redundant) vorhanden sind. Bei Ausfall einer redundanten Komponente wird die Kontrolle des Prozesses aufrechterhalten.

Redundanzverbindung

Die Redundanzverbindung in einem System S7-1500R ist der PROFINET-Ring mit MRP. Die Redundanzverbindung nutzt einen Teil der Bandbreite auf der PROFINET-Leitung für die Synchronisation der CPUs, diese steht damit nicht für PROFINET IO-Kommunikation zur Verfügung.

Im Unterschied zu S7-1500R sind bei S7-1500H PROFINET-Ring und Redundanzverbindung getrennt. Die zwei Redundanzverbindungen sind Lichtwellenleiter, die über Synchronisationsmodule die CPUs direkt miteinander verbinden. Die Synchronisation des H-Systems beeinträchtigt nicht die zur Verfügung stehende Bandbreite für PROFINET IO.

Remanenz

Remanent ist ein Speicherbereich, dessen Inhalt auch nach Netzausfall und nach einem Übergang von STOP nach RUN erhalten bleibt. Der nicht remanente Merkerbereich, Zeiten und Zähler ist nach Netzausfall und nach einem STOP-RUN-Übergang rückgesetzt.

Systemzustände

Die Systemzustände des redundanten Systems S7-1500R/H resultieren aus den Betriebszuständen der Primary- und Backup-CPU. Der Begriff des Systemzustands wird benutzt, um einen vereinfachten Ausdruck zu erhalten, der die zeitgleich auftretenden Betriebszustände der beiden CPUs kennzeichnet. Beim redundanten System S7-1500R/H gibt es die Systemzustände STOP, ANLAUF, RUN-Solo, SYNCUP und RUN-Redundant.

TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal

Das TIA Portal ist der Schlüssel zur vollen Leistungsfähigkeit von Totally Integrated Automation. Die Software optimiert sämtliche Betriebs-, Maschinen- und Prozessabläufe.

Zeiten

Zeiten sind Bestandteile des Systemspeichers der CPU. Das Betriebssystem aktualisiert den Inhalt der "Zeitzellen" automatisch asynchron zum Anwenderprogramm.

STEP 7-Anweisungen legen die genaue Funktion der Zeitzelle (z. B. Einschaltverzögerung) fest und stoßen ihre Bearbeitung an.

Zykluszeit

Die Zykluszeit ist die Zeit, welche die CPU für die einmalige Bearbeitung des Anwenderprogramms benötigt.

Index

A

Aktualisierungszeiten

- S7-1500 CPUs, [32](#)
- PROFINET IO, [60](#)
- PROFIBUS DP, [60](#)
- Rückwandbus ET 200SP-CPU, [61](#)
- S7-1500R/H-CPU, [87](#)

Alarmreaktionszeiten

- CPU, [64](#)
- R/H-CPU, [91](#)

Anweisung

- RE_TRIGR, [30](#)
- RT_Info, [30](#)
- RUNTIME, [37](#)
- RT_Info, [45](#)
- RT_Info, [53](#)
- RT_Info, [75](#)
- RT_Info, [87](#)

B

Bearbeitung

- zeitgesteuerte, [18](#)
- ereignisgesteuerte, [18](#)

F

FAQ

- Gesamtzykluszeit eines Programms, [43](#)

M

Maximale Zykluszeit, [30](#), [44](#), [70](#)

Mindestzykluszeit, [26](#), [29](#), [76](#)

O

OB 80

- Zeitfehler-OB, [30](#)

P

Parameter

- Anzahl einreißbarer Ereignisse, [21](#)
- Diagnosepuffereintrag bei Ereignisüberlauf, [22](#)
- Zeitfehler freigeben, [22](#)
- Ereignisschwelle für Zeitfehler, [22](#)

Programmabarbeitung, [18](#)

Programmbearbeitung im zyklischen Programm, [18](#)

Programmbearbeitungszeiten

ohne Unterbrechung, [34](#)

Programmbearbeitungszeiten von R/H-CPU

ohne Unterbrechung, [88](#)

Programmorganisation, [18](#)

Prozessalarml, [18](#), [64](#)

R

R/H-CPU

Alarmreaktionszeiten, [91](#)

Reaktionszeit

Definition, [58](#)

Reaktionszeit der CPU, [59](#)

Schwankung, [59](#)

Reaktionszeit der R/H-CPU

Schwankung, [84](#)

S

Synchronisation

im Systemzustand SYNCUP, [73](#)

im Systemzustand RUN-Redundant, [77](#)

T

Teilprozessabbilder, [19](#)

Totzeit, [70](#), [81](#)

U

Unterbrechbarkeit, [19](#)

Z

Zeiten

- für eine Operation, [34](#)
- Grundaufwand für Alarmer, [37](#)
- Grundaufwand für Fehler-OB, [40](#)
- Weckalarmer bei S7-1500-CPU, [56](#)
- Grundaufwand für Alarmer, [89](#)
- Grundaufwand für Fehler-OB, [89](#)
- Weckalarmer bei S7-1500R/H-CPU, [90](#)

Zeitfehler-OB

- OB 80, [30](#)
- OB 80, [71](#)

Zyklus

- Definition, [26](#)

Zykluskontrollpunkt, [27](#)

Zykluszeit

- Definition, [27](#)
- Unterschiedliche, [29](#)
- Aktualisierung, [31](#)
- Teilprozessabbild, [31](#)

Zykluszeitstatistik, [30](#)