

S. 262f

Echtzeitfähigkeit

Nach IEEE 802.3 beträgt die Mindestlänge eines Ethernet-Frame 512 Bit, maximal sind es 12 208 Bit. Damit werden bei einer Datenrate von 100 Mbit/s zwischen 6,06 μ s (ergibt sich aus 5,1 μ s + 0,96 μ s für den Interframe-Gap) und 122 μ s zur Übertragung benötigt. Es lässt sich allein mit diesen Daten leicht nachvollziehen, wie leistungsfähig ein Feldbus sein kann.

Nehmen wir beispielsweise an, dass in einer Applikation mit dezentralen I/O-Knoten sowie elektrisch synchronisierten Servoantrieben pro Knoten Framelängen von 256 bzw. 1024 Bit erforderlich sind und jeweils drei Geräte vorhanden sind. Dann müsste ein Summenrahmen die Nettolänge von $3 \times 256 + 3 \times 1024 = 3840$ Bit haben¹. Dazu kommen noch ca. 50 Bit Overhead, sodass ein Frame etwa 4 Kbit lang wäre, was bei einer Datenrate von 100 Mbit/s eine Durchlaufzeit von ca. 40 μ s bedeutet. Dazu kommen noch diverse Verzögerungszeiten in den jeweiligen Anschaltungen, und wenn in dem Frame noch ein Bereich für die Übertragung asynchroner oder sicherheitsrelevanter Daten reserviert wird, erhöht sich die Durchlaufzeit zusätzlich. Es wird somit deutlich, dass mit **Summenrahmenverfahren** und einer realen Applikation ein $T_{FBZ} \approx 100 \mu$ s bei geringstem Jitter² real möglich ist.

Im **Einzeltelegrammverfahren** würde für die gleiche Applikation mindestens die doppelte Zeit benötigt, denn es gehört zu jedem Mastertelegramm ein adäquates vom Slave. Außerdem verzögern die Infrastrukturkomponenten den Datenfluss zusätzlich. Bei einem **HUB** sind das beispielsweise typisch 440 ns, was in der zuvor gewählten Applikation eine zusätzliche Verzögerung von mindestens $13 \times 440 \text{ ns} = 5,72 \mu$ s bei nur einem HUB bedeutet. Wird dagegen eine Linientopologie gewählt, befindet sich vor oder in jedem Knoten ein eigener HUB, sodass für einen einzelnen Datenaustausch im ungünstigsten Fall jeder HUB zweimal durchlaufen werden muss. Das bedeutet im gewählten Beispiel für die entfernteste Station insgesamt 12 HUB-Passagen, sodass für einen vollständigen Zyklus inklusive SoC insgesamt 48 HUB-Passagen eine zusätzliche Verzögerung von ca. 21 μ s generieren. Trotzdem ist mit diesem Verfahren ein T_{FBZ} von 200 μ s realistisch, auch wenn asynchroner Datenverkehr dazukommt³.

¹ Der synchrone Datenumfang beträgt bei **EtherCAT** maximal 1024 Byte [40].

² Laut [40] sind das bei **EtherCAT** etwa ± 20 ns.

³ Bei **Powerlink** kann durch das sogenannte Multiplexverfahren die Anzahl der Mastertelegramme bis auf eins reduziert und damit ein beträchtlicher Performancegewinn erzielt werden. Außerdem gestattet das Broadcasting direkte Querkommunikation, so dass bei entsprechender Konfiguration dieser Nachteil etwas abgemildert werden kann.

S. 270

In verschiedenen Pilotprodukten und sogenannten *Testbeds* wurde inzwischen die Funktionsfähigkeit dieser drei Verfahren bewiesen. So wurde mit PTP eine zyklische Übertragungszeit von 50 μs bei einem Jitter von weniger als 50 Nanosekunden erreicht. Das ist noch präziser, als es viele Feldbusse zu leisten vermögen. Diese Genauigkeit ist ausreichend für nahezu alle Industrieanwendungen von der Liniensynchronisation, der Anbindung von ERP- und HMI-Systemen bis hin zu hochdynamischen Steuerungsaufgaben mit dezentralen Ein- und Ausgängen und anspruchsvollen Motion-Applikationen.