

► Für eine Zeitsynchronisation in Ethernet-Netzwerken gibt es vielfältige Mechanismen. Heute wird typischerweise das Network Time Protocol (NTP) verwendet. Es basiert auf UDP (Port 123) und zieht die Coordinated Universal Time (UTC) als Zeitreferenz heran.



Bild: Phoenix Contact/© Profitt\_Image@shutterstock.com

# Einfach präzise

**Industrial Ethernet** Eine präzise Uhrzeit ist für viele Netzwerke und Anwendungen von essenzieller Bedeutung. Insbesondere vor dem Hintergrund von Cyber-Security, dauerhafter Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit stellt sich für Anlagenbetreiber und Unternehmen daher die Frage: Wie lässt sich die Zeitsynchronisation bestmöglich umsetzen?

**Carolin Christoph \***



**Ines Stotz,**  
Chefredakteurin  
ines.stotz@vogel.de

Wer die Digitalisierung erfolgreich umsetzen will, braucht eine leistungsfähige und zuverlässige Netzwerktechnik. Dazu gehört auch immer die richtige Uhrzeit im Netzwerk zu haben. Hier ist der Timeserver eine Alternative zu internet-basierten Zeitdiensten und öffentlichen NTP-Servern.

**V**ideoüberwachungsanlagen, Messeinrichtungen und IT-Netzwerke – drei unterschiedliche Applikationen, die jedoch eine Sache gemeinsam haben: die Zeitsynchronisation. Aber warum ist eine einheitliche Zeit im Netzwerk so wichtig? Ein exakter Zeitstempel sorgt dafür, dass sich etwa Videoaufnahmen von mehreren Kameras im Nachgang einander zuordnen und korrekt auswerten lassen. Verteilte Messeinrichtungen, wie eine Abschnittskontrolle

\*Carolin Christoph (B.Sc.), Produktmanagerin im Bereich Communication Interfaces, Phoenix Contact Electronics, Bad Pyrmont

im Straßenverkehr, müssen auf eine gemeinsame Zeit referenzieren, um genaue, unverfälschte Ergebnisse zu liefern. Datenbanken und IT-Netzwerke beziehen sich bei der Kontrolle von Datenaustausch und -zugriff auf eine einheitliche Zeit. Eine Abweichung würde zu ernststen Fehlern und Datenverlusten führen. Des Weiteren spielen korrekte Zeitstempel in Geräte-Logdateien eine Rolle, besonders wenn es zu Störungen und einer Fehlersuche im Netzwerk kommt. Deshalb ist die einwandfreie Zeitsynchronisation ein wesentlicher Faktor für die Zuverlässigkeit, Nachverfolgbarkeit und Qualitätssicherung von Netzwerken. Für eine Zeitsynchronisation

in Ethernet-Netzwerken gibt es vielfältige Mechanismen. Frühes Protokoll war RFC 868, nutzbar über TCP und UDP (Port 37). Auf eine Anfrage des Clients antwortet der jeweilige Server mit einem 32 Bit langen Integer, der die aktuelle Zeit in Sekunden enthält. Daneben wird heute das Network Time Protocol (NTP) verwendet. Es basiert auf UDP (Port 123) und zieht die Coordinated Universal Time (UTC) als Zeitreferenz heran.

Das Fundament von NTP bildet ein im Hintergrund laufendes Programm „Daemon“, das die Zeitsynchronisation mit der Referenzzeit im Netzwerk ebenso wie die Rolle des entsprechenden Rechners (Cli-

ent, Server oder Peer) steuert. Bei der Zeitverteilung berücksichtigt NTP neben der absoluten Zeit ebenfalls die Verzögerungen, die durch Laufzeiten im Netzwerk entstehen.

Der Aufbau der Zeitverteilung mittels NTP ist hierarchisch in sog. Strata gegliedert. Stratum 0 stellt die höchste Hierarchieebene dar, die als Zeitquelle fungiert. Dabei kann es sich z. B. um stationäre Atomuhren handeln, von denen auch das DCF-77-Funksignal die Zeit erhält, oder um Atomuhren in den GNSS-Satelliten. Stratum 1 umfasst die direkt an einer Zeitquelle angeschlossenen Geräte, welche die genaueste Zeit im Netzwerk haben und diese als NTP-Zeitserver an andere Teilnehmer weitergeben. Alle nachfolgenden Strata weisen keine direkte Verbindung zu einer Zeitquelle auf und nutzen die Zeitangabe aus Stratum 1. Umfasst ein Stratum mehrere NTP-Zeitserver, können diese als Peers zusammenarbeiten und ihre Zeit abgleichen. Die niedrigste Ebene und somit das höchste Stratum schließt nur NTP-Clients ein. Generell können in jedem Stratum Clients auftreten und eingebunden sein.

Eine vereinfachte Form des NTP ist das Simple Network Time Protocol (SNTP). Es verwendet den gleichen Aufbau, setzt allerdings einfachere Algorithmen zur Bestimmung und Korrektur von Laufzeiten/ Abweichungen ein; ist also ungenauer.

Für eine hochpräzise Zeitsynchronisation steht das Precision Time Protocol (PTP) zur Verfügung, das sogar harten Echtzeitanforderungen genügt. Die Ansprüche an die Netzwerk-Infrastruktur sind jedoch sehr groß und die Umsetzung von PTP ist daher aufwändig und kostspielig.

**Zeitsynchronisation im Unternehmensnetzwerk**

Eine Möglichkeit, die Zeitsynchronisation im eigenen Netzwerk zu realisieren, ist die direkte Anbindung jedes Netzwerkteilnehmers an einen Zeitzeichenempfänger. Er bekommt seine Zeitinformation direkt über Satelliten- oder Funkuhren. Allerdings ist diese Methode insbesondere mit vielen Netzwerkteilnehmern nicht praktikabel.

Um eine Zeitsynchronisation über NTP im eigenen Netzwerk durchzuführen, kann der Anwender via Internet auf einen öffentlich zugänglichen NTP-Zeitserver zugreifen. Dieser Ansatz ist einfach und kostengünstig, empfiehlt sich aber nicht für die Synchronisation eines Unternehmensnetzwerks. Dafür gibt es mehrere Gründe: Zum einen eröffnet die Schnittstelle zu einem öffentlichen Zeitserver eine

potenzielle Angriffsfläche für Cyber-Attacken. Da die Cyber-Security einen immer größeren Stellenwert einnimmt, sollte dieses Problem nicht unterschätzt werden.

Ein eigener Zeitserver, der unabhängig vom Internet betrieben wird, lässt eine solche Sicherheitslücke gar nicht erst zu. Darüber hinaus sind Anwendungen denkbar, die zwar eine präzise Zeitinformation erfordern, jedoch nicht an das Internet angebunden werden können.

Bei der Nutzung eines öffentlichen Zeitservers ist das interne Netzwerk auf der anderen Seite von der Zuverlässigkeit und Genauigkeit eines externen Dienstes abhängig. Innerhalb des eigenen LANs sind die Laufzeiten wesentlich stabiler als über eine Internetverbindung. Deshalb entstehen bei der Übertragung durch einen Zeitserver via Internet eher Schwankungen, die sich letztendlich in Zeitabweichungen bemerkbar machen. Außerdem besteht keine Garantie für die uneingeschränkte Verfügbarkeit des gewählten Zeitservers. Zur Erlangung einer größeren Kontrolle über die Zeitsynchronisation im Netz sowie zur Schaffung einer redundanten Zeitquelle im Störfall bietet sich die Integration eines eigenen NTP-Zeitservers an.

**Lösung für industrielle Anwendungen**

Vor diesem Hintergrund hat Phoenix Contact einen Zeitserver im Portfolio, der sich wegen seines IP68-Gehäuses sowie des Temperaturbereichs von -40 bis 70 °C für industrielle Anwendungen eignet. Er bezieht seine Zeitdaten direkt über eine Satellitenverbindung. Unterstützt werden die drei GNSS-

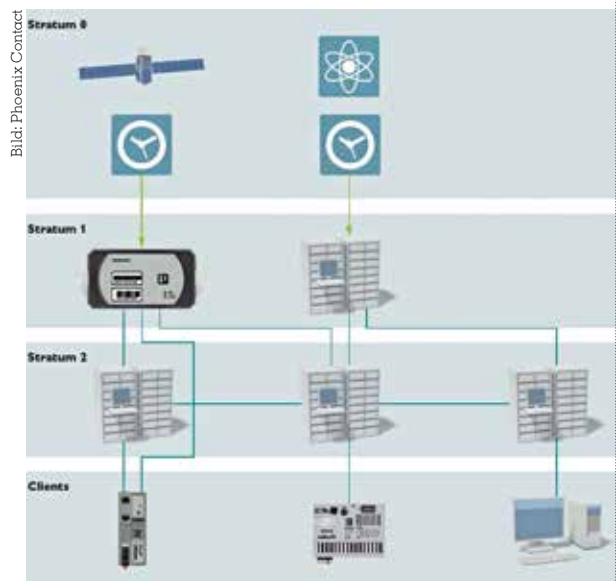


Bild: Phoenix Contact

**▲ Hierarchischer Aufbau der Stratum-Ebenen**

Netze GPS, Galileo und GLONASS, zwischen denen automatisch umgeschaltet wird, um die Verfügbarkeit sicherzustellen. Daneben stehen auch die Geo-Positionskordinaten zur Verfügung, die sich via NMEA 0183 oder SNMP-Protokoll im Netzwerk verteilen lassen. Wegen der eingebauten Antenne kann der Anwender den Zeitserver einfach und schnell außerhalb des Schaltschranks installieren. Ferner erhöht sich seine Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen und Gewalteinwirkungen. Die Power-over-Ethernet-Versorgung ermöglicht den Betrieb des Geräts mit nur einem LAN-Kabel. Alternativ ist eine externe 24-V-DC-Versorgung erhältlich. [in]

**DIE KORREKTE ZEIT**

**Zeitskalen und ihre Ermittlung**

Welche Zeit ist eigentlich die korrekte? Und wonach richtet sie sich: nach der Geschwindigkeit, in der sich die Erde dreht, oder nach dem konstanten Takt, in welchem die Atome ihre Energiezustände wechseln? Die – zumindest menschengemachte – Wahrheit liegt in der Mitte. Die drei wichtigsten Zeitskalen sind die internationale Atomzeit (TAI), Universalzeit (UT) und koordinierte Universalzeit (UTC). Während die TAI den Mittelwert der Zeit von mehreren hundert Atomuhren bildet, ergibt sich die UT aus astronomischen Beobachtungen und Messungen. Letztere werden am durch Greenwich führenden Nullmeridian vorgenommen (nicht zu verwechseln mit der Greenwich Mean Time (GMT)).

Aufgrund von Schwankungen driften UT und TAI immer weiter auseinander. Hinzu kommt, dass die Erde nicht nur im Mittel stetig langsamer wird, sondern „taumelt“ und sich unterschiedlich schnell dreht. Daher wird die Drehgeschwindigkeit kontinuierlich geprüft und bei einer Differenz von mehr als 0,9 s eine Schaltsekunde hinzugefügt. So ergibt sich die koordinierte Weltzeit, die seit 1972 als international gültige Zeit fungiert.