

# Zentrale Industriehhren- und Zeitdienstanlagen

S. Herrmann, VS-Schwenningen

**Das Planen und Errichten von Industriehhren- oder Zeitdienstanlagen stellt Fachkräfte nicht selten vor große Herausforderungen, da die Zeittechnik im Unternehmen oft nur ein Nischendasein fristet. Wie alle anderen Hightech-Produkte unterliegen auch Komponenten von Zeitsystemen einem schnellen technologischen Fortschritt. Hinzu kommt, dass sich immer vielfältigere Anwendungsgebiete ergeben und es schwer ist, aus einem relativ großen Produktportfolio die idealen Komponenten auszuwählen und zu einem wirtschaftlichen und investitionssicheren System zu konfigurieren.**

## 1 Industriehhren- oder Zeitdienstanlagen

Zentral gesteuerte Industriehhren- oder Zeitdienstanlagen werden traditionell dort eingesetzt, wo eine exakte und übereinstimmende Zeitanzeige für mehrere Uhren benötigt wird. Die zentrale Hauptuhr steuert dabei beliebig viele Unterzentralen oder Nebenuhren sowie andere elektronische Geräte und Systeme, die über entsprechende Schnittstellen (z. B. serielle Kommunikation oder Tonfrequenzcodes) an die Uhrenanlage angebunden werden. Die Zeitdiensttechnik gewinnt in jüngerer Zeit deshalb wieder an Bedeutung, weil Uhrensteuerungen (so genannte Zeitserver) aufgrund der fortschreitenden Netzwerktechnik zunehmend in Prozessabläufe der Gebäude-, Anlagen- und Fabrikautomation eingebunden sind und dort die Funktion einer durchgängigen, einheitlichen Zeitsynchronisierung („Zeitstempel“) verschiedenster IT-Geräte wahrnehmen.

Insgesamt betrachtet ist festzustellen, dass die klassische Uhrenanlage mit polwechselnden Minutenimpulsen allenfalls für Ersatzinvestitionen noch eine Rolle spielt, Neuanlagen aber mindestens in selbstrichtender Technik – also basierend auf Datentelegrammen und automatisierten Richtvorgängen – ausgeführt werden.

Durch das Zusammenwachsen der verschiedenen Melde- und Nachrichtenanlagen innerhalb der IT-Netzwerktechnik (Ethernet, LAN, WAN) und die damit mögliche Vermeidung zusätzlicher, spezifischer Datenleitungen gewinnt vor allem die NTP-Uhrentechnik mehr und mehr an Bedeutung. Dabei können sowohl NTP-Server (Hauptuhren) als auch NTP-Clients (Unterhauptuhren, analoge und digitale Zeitanzeigen, auch Informationsdisplays) problemlos in IT-Netzwerke integriert werden

### Autor

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) *Stephan Herrmann* ist Geschäftsführer der Bürk Mobatime GmbH, VS-Schwenningen.

und deren Prozesse dank eines hochpräzisen, teilweise redundanten Zeitstempels sogar exakt und zuverlässig steuern.

## 2 Die Wahl eines geeigneten Zeitverteilungssystems

Wie alle anderen Hightech-Produkte unterliegen auch Komponenten von Zeitsystemen einem schnellen technologischen Fortschritt. Hinzu kommt, dass sich immer vielfältigere Anwendungsgebiete ergeben und es schwer ist, aus einem großen Produktportfolio die idealen Komponenten auszuwählen und zu einem wirtschaftlichen und investitionssicheren System zu konfigurieren.

Unabhängig von den letztlich gewählten Produktkomponenten (Haupt- und Nebenuhren, Steuer- und Endgeräte) ist es also zunächst von großer Bedeutung, die unterschiedlichen

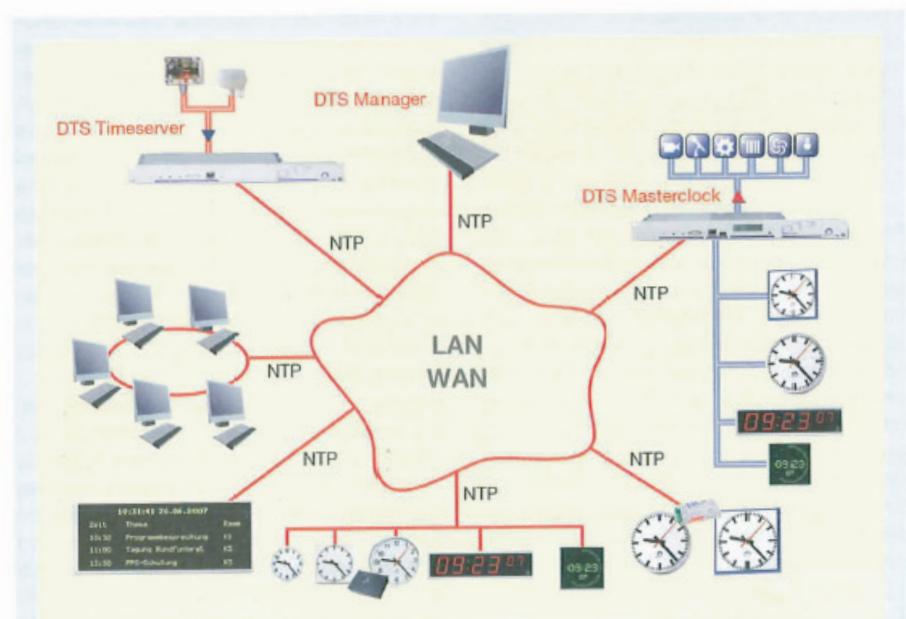
Techniken für die Verteilung des Zeitsignals genau zu kennen. Nur dann wird es möglich sein, das für den speziellen Anwendungsfall am besten geeignete Zeitverteilungsprinzip auszuwählen und schließlich die hierfür erforderlichen Komponenten zu bestimmen.

Man unterscheidet in diesem Zusammenhang grundsätzlich kabelgebundene Systeme von funkgesteuerten Anlagen, woraus sich dann jeweils weitere Unterscheidungen mit spezifischen Kosten-/Nutzenaspekten ergeben.

Bei der Zeitverteilung betrachtet man demnach die Übertragung des Zeitsignals von der Hauptuhr (Steuergerät) zu den Nebenuhren (Endgeräten), wobei die Frage der Hauptuhr-synchronisierung (DCF 77, GPS, durch übergeordnete IT-Systeme oder Quarzbasis) i.d.R. erst zu einem späteren Zeitpunkt diskutiert wird. Die Auswahl des richtigen Zeitverteilungssystems hängt dabei vor allem von den anwendungsspezifischen und bauseitigen Projektvorgaben ab.

### 2.1 Kabelgebundene Systeme

Unter „Impulsuhrenbetrieb“ versteht man, dass über Zweidrahtleitung polwechselnde Minuten- oder Sekundenimpulse von der Hauptuhr an die Nebenuhren übertragen werden. Das Nebenuhrwerk arbeitet dabei lediglich auf Basis eines Schrittmotors, verfügt aber über keine Diagnose- oder Richtfunktionen. Als Vorteile ergeben sich bei dieser konventionellen Technik die recht einfache Handhabung sowie vergleichsweise niedrige Material-Einstandkosten. Nachteilig wirkt sich hingegen aus, dass alle Uhren polrichtig angeschlossen und gleichzeitig gestartet werden müssen. Nach Leitungsunterbrechungen müssen die Uhren eventuell manuell nachgestellt werden, wenngleich Hauptuhren bei



**1 Mit dem weltweit gängigen NTP-Standard lassen sich Zeitdienstanlage zentral überwachen**

Quelle: Bürk Mobatime

Stromausfällen zumeist mit einem Puffer Impulse speichern und diese dann nach Stromrückkehr in kurzer Folge an die Nebenuhren ausgeben. Auch für Digitaluhren ist dieses Verfahren nur bedingt geeignet. So muss bei einer Datumsanzeige das Datum stets manuell eingegeben werden. Man kann also sagen, dass den geringeren Materialkosten deutlich höhere Installations- und Servicekosten entgegenstehen, was allerdings nur bei einer ganzheitlichen Betrachtung zum Tragen kommt.

Auch die moderneren, selbstrichtenden Systeme arbeiten typischerweise auf Basis der herkömmlichen Zweidrahtleitungen. Dies ist insofern von Vorteil, da bestehende Kabelwege bei der Anlagenmodernisierung weiter verwendet werden können und man daher Nachrüstungen auch sukzessive einführen kann. Die selbstrichtenden Systeme übertragen im Gegensatz zur Impulstechnik generell die komplette Zeit- und Datumsinformation an die Nebenuhr, wobei die Nebenuhr über eine gewisse Intelligenz (z. B. Positionsdetektion) zum Verarbeiten und Umsetzen dieser Datenpakete verfügen muss. Im Hinblick auf die Beschaffenheit dieser Datentelegramme gibt es allerdings wichtige, systemrelevante Unterschiede.

Einfachere Lösungen basieren auf der DCF-Übertragungstechnik. Sie haben den Vorteil, dass sie vergleichsweise günstig sind und Impuls- und selbstrichtende Uhren teilweise sogar auf ein und derselben Uhrenlinie betrieben werden können. Nachteilig ist, dass diese einfacheren Lösungen selten den gängigen Industriestandards entsprechen und DCF-codierte Übertragungstechnik pro analogem Endgerät einen vergleichsweise hohen Strom (ca. 10 bis 30 mA) aufnimmt. Darüber hinaus sind keine Zusatzfunktionen möglich.

Eine deutlich anspruchsvollere Technik basiert bei den selbstrichtenden Uhrenanlagen darauf, dass eine Wechselspannung mit 50 Hz (10 bis 20 V<sub>eff</sub>) durch Amplituden- und Frequenzmodulation so aufbereitet wird, dass die Zeit- und Datumsinformation in multifunktionale Datentelegramme gepackt werden kann. Diese Datenpakete dienen sowohl der Steuerung von Nebenuhren als auch der Spannungsversorgung von z. B. Analoguhrwerken.

Darüber hinaus sind auch Zusatzfunktionen für den Einlinien-Weltzeituhrenbetrieb, zum Schalten externer Geräte oder für zahlreiche Interfacelösungen u. a. für IT-Systeme möglich. Aufgrund der Fehlererkennung erfolgt eine sehr sichere und robuste Übertragung. Die Stromaufnahme der Endgeräte beträgt ca. 5 mA. Klassische Uhrenanlagen können mit dieser multifunktionalen Technik jedoch nicht betrieben werden.

### 2.1.1 Netzwerktechnik

In der Verkehrstechnik (Bahnhöfe, Flughäfen), im Bereich von Leitstellen, Überwachungs- und Einsatzzentralen oder in modernen Indus-

triebauten ist festzustellen, dass netzwerkgebundene Systeme verstärkt Einzug in die betriebliche Praxis halten. Man nutzt den entscheidenden Vorteil, dass für die Uhrenanlage – oder auch andere Subsysteme – keine separaten Kabelwege verlegt werden müssen, da die gängigen Netzkabel (z. B. CAT 5e/ Cat 6e) allen kommunikations- und informationstechnischen Einrichtungen gleichermaßen zur Verfügung stehen.

LAN basierte Systeme verwenden dazu das übergeordnete TCP/IP-Referenzmodell. TCP/IP steht für „Transmission Control Protocol/Internet Protocol“ und legt fest, wie Datenprotokolle im Bereich Kommunikationstechnik und Internet aufgebaut sind und wie sie zusammenwirken. Für diese Festlegung wird das „Schichtenmodell“ verwendet, welches wiederum bestimmte Anwenderprotokolle standardisiert. Innerhalb dieser Definition hat das NTP-Protokoll (Network Time Protocol) die Aufgabe, als Standard die zuverlässige Zeitgabe in Netzwerken mit variabler Paketlaufzeit zu ermöglichen.

Auf Basis dieses weltweit gängigen NTP-Standards können nun Hauptuhren (NTP-Server, Steuergeräte) mit Unterzentralen (NTP-Clients/-Server) oder auch Endgeräten (Analog- oder Digitaluhren, Informationsdisplays) eine zentral überwachte Zeitdienstanlage bilden, ohne für die Uhrenanlage ein physikalisch getrenntes Kabelnetz installieren zu müssen (Bild 1). Durch die eindeutige Standardisierung ergeben sich keine Schnittstellenprobleme, das Zeitsystem kann von jedem Rechner im System aus bedient, programmiert und überwacht werden und ist auch für die Überbrückung großer Entfernungen bei Verwendung von Routern, Glasfaserleitungen etc. sehr gut ausgerichtet.

Ein wichtiger Vorteil derartiger Systeme besteht auch darin, dass die vom NTP-Server hochpräzise generierte Zeitinformation im gesamten Netzwerk zur Verfügung steht, sodass sich auch andere daran angeschlossene IT-Systeme problemlos auf diese Zeitbasis synchronisieren lassen und damit ein systemeinheitlicher „Zeitstempel“ vorgegeben wird. Dies ist besonders bei Prozessen von Bedeutung, bei denen Ursache- und Wirkungsbeziehungen nur auf Basis eines einheitlichen Zeitstempels korrekt analysiert werden können (z. B. Leittechnik von Kraftwerken). Dort werden Zeitserver aus Sicherheitsgründen in der Regel zusätzlich redundant ausgeführt.

Nachteilig wirkt sich aus, dass die Komponenten im Anschaffungspreis über dem Niveau der herkömmlichen Industrieuhren liegen. So müssen z. B. NTP-Uhrwerke einen eigenen Prozessor haben, um als IP-Endgeräte im Netzwerk zu funktionieren. Auf der anderen Seite erhält der Anwender mit dieser Technik eine Vielzahl unterschiedlicher Gestaltungsmöglichkeiten und Zusatzfunktionen an die Hand und reduziert darüber hinaus die Kosten für Material und Verlegung zusätzlicher Leitungen. Herkömmliche Uhrenanlagen können

dank entsprechender Interfaces problemlos in Netzwerkanwendungen integriert werden, wodurch „von der Uhr zum Netzwerk“ wiederum interessante und kostenoptimierte Mischformen entstehen.

## 2.2 Funkbasierte Zeitdienstanlagen

### 2.2.1 Autonome Funkuhren

Von Funkuhren spricht man im eigentlichen Sinne dann, wenn jede der betreffenden Einzeluhren eine DCF- oder GPS-Antenne besitzt. Mit diesem Zeitsignalempfänger können entweder die vom Sender Mainflingen ausgesandten DCF 77-Signale oder die via Satellit bereitgestellten GPS-Zeitdaten direkt von der Zeitanzeige eingelesen werden, weshalb eine klassische Uhrenanlage, bestehend aus miteinander verbundener Haupt- und Nebenuhr, nicht mehr erforderlich ist.

Das DCF-Signal kann in einem Radius von ca. 1.500 km um Mainflingen bei Frankfurt am Main kostenfrei empfangen werden, bietet eine vollautomatische Sommer-/Winterzeitumstellung und enthält die komplette Zeit- und Datumsinformation. GPS ermöglicht gar einen weltweiten Empfang der exakten Zeitinformation, die allerdings nur in UTC (Universal Time Coordinated, Koordinierte Weltzeit) zur Verfügung steht und dann über Zeitzonentabellen im Uhrwerk noch auf die örtlich richtige Zeit umgerechnet werden muss.

Allerdings ist zu bedenken, dass sich individuelle Empfangsprobleme – ob geographisch oder nur durch externe Störeinflüsse bedingt – negativ auf die Gesamtfunktion der autonomen Funkuhr auswirken, da die Endgeräte dann eine u. U. unterschiedliche Zeit anzeigen. Dies wird bei kabelgebundenen Systemen dadurch vermieden, dass die Hauptuhren in der Regel auch bei Ausfall der externen DCF- oder GPS-Synchronisation immer eine recht präzise Quarz-Zeitbasis als interne Zeitbasis haben.

Aus diesem Grund wird meistens empfohlen, die autonomen Funkuhren nicht für Uhrenanlagen mit mehreren Endgeräten zu verwenden, sondern vielmehr für räumlich getrennte „stand-alone“-Lösungen einzelner Zeitanzeigen. Weitreichende Systemfunktionen wie z. B. bei Netzwerkanwendungen sind hier allerdings nicht möglich.

### 2.2.2 Kabellose Uhrenanlagen

Eine interessante Neuerung im Industrieuhrensektor stellen Installationen dar, die die Vorteile einer herkömmlichen Uhrenanlage (zentrale Steuerung durch quarzbasierte Hauptuhr, dadurch synchronisierte Nebenuhren) mit den Vorteilen einer kabellosen Anbindung kombinieren. Es handelt sich dabei um eine Uhrentechnik, bei dem ein Zeitsender das Zeitsignal in standardisierter Übertragungsfrequenz (868 MHz) an die Empfangsmodule der Endgeräte weitergibt und dadurch eine „kabellose Funk-Uhrenanlage“ entsteht. Synchronisiert wird dieser Sender entweder

durch eine klassische Hauptuhr, einen modernen NTP-Zeitserver oder direkt über entsprechende DCF- oder GPS-Zeitsignalempfänger.

Der Anwender erhält dadurch eine sehr hohe Flexibilität bei der Realisierung neuer Zeitdienstanlagen. Auch für die Modernisierung bzw. Erweiterung bestehender Anlagen ist es manchmal nicht möglich, zusätzliche Kabel zu verlegen (z. B. historische, denkmalgeschützte Gebäude), wofür die „wireless“-Technik dann eine praktikable Lösung mit einer zudem noch unbeschränkten Anzahl an Nebenuhren bietet.

Diese Funktechnik kann auch in Gebäuden eingesetzt werden, in denen kein DCF- oder GPS-Empfang besteht. Die Reichweite liegt typisch bei ca. 200 m und kann durch Repeater weiter ausgebaut werden; allerdings sind die jeweiligen Gebäudestrukturen bereits in der Planungsphase sorgfältig zu prüfen. Sofern man auch auf Stromzuführungskabel verzichten möchte, müssen die Endgeräte batteriebetrieben ausgeführt werden. Kabellose Uhrenanlagen eignen sich gut zur Ergänzung netzwerkbasierter Uhrenanlagen, wenn in bestimmten Gebäudeteilen z. B. keine Netzwerkkabel verfügbar sind und man dennoch zuverlässige, systemgebundene Zeitanzeigen installieren möchte.

## 3 Produktauswahl

### 3.1 Allgemeine Randbedingungen

Zu prüfen ist, welches Zeitverteilungssystem den gegebenen Anforderungen und dem Anwendungsbereich am besten entspricht. Entsprechende Empfehlungen wurden, je nach Anwendung, in obigem Kapitel bereits angesprochen. Es ist darüber hinaus zu unterscheiden, ob es um eine Erweiterung oder Modernisierung bestehender Infrastrukturen geht oder eine komplett neue Uhrenanlage geplant werden soll. Im Sinne der Investitionssicherheit sollte hinterfragt werden, ob die neu installierten Geräte kompatibel zum evtl. bestehenden Altbestand sind und hinsichtlich künftiger Innovationen auch wirklich nachgerüstet werden können.

Im Hinblick auf die Gebäudestruktur sind mögliche Einschränkungen zu beachten – so z. B. durch eine stahlarmierte oder designorientierte Betonbauweise, die keine spätere Kabelverlegungen mehr erlaubt. Auch ist es möglich, dass bestimmte Fassadenverkleidungen den Einsatz von DCF 77-Funkuhren ausschließen. Zu definieren sind auch die Anzahl der Zeitanzeigen (Endgeräte, Analog- oder Digitaluhren) sowie die gewünschte Anzahl von Uhrenlinien (wenn bestimmte Gebäudeteile gesondert beschaltet werden sollen). Schließlich sollte als Planungsvorgabe noch feststehen, wo die Uhrenzentrale platziert werden soll, und ob dort die entsprechende Infrastruktur bereits vorhanden ist.

### 3.2 Produktspezifische Besonderheiten

Ausgehend von der Wahl der geeigneten Zeitverteilung sind dann die notwendigen Einzelprodukte zu definieren. Der Markt bietet ein großes Spektrum an konventionellen Hauptuhren (Steuergeräten) an, die entweder für kleine (1–2 Uhrenlinien), mittlere (4–8 Uhrenlinien) oder größere Uhrenanlagen geeignet sind. Technische Auswahlkriterien sind dabei allgemein die Leistungsdaten, die Bedienerfreundlichkeit, die Investitionssicherheit (z. B. aufwärtskompatibel) sowie die Systemfähigkeit (Schnittstellen, Zusatzfunktionen oder Fehlermeldungen) dieser Hauptuhren. Insbesondere bei großen Zeitdienstzentralen sollte darüber hinaus besonderer Wert auf den Service vor Ort sowie – für Service- und Analyse Zwecke – die Möglichkeit eines Fern-Zugriffs vonseiten des Herstellers gelegt werden.

Die Synchronisierung von Hauptuhren kann entweder extern (durch DCF 77 oder GPS) sowie durch eine interne Quarzbasis erfolgen. In der Praxis arbeitet man grundsätzlich mit externen Zeitquellen und verwendet die interne Zeitbasis zum Zwecke der Redundanz. Der Anwender sollte bei der Produktauswahl also beachten, dass die eingesetzte Quarzbasis eine gute Qualität besitzt, welche bei der jeweils spezifizierten Zeitabweichung pro Tag zum Ausdruck kommt. Typische Werte für gängige Industriehauptuhren sind Freilaufwerte von 0,1 Sekunde pro Tag bei einer Temperatur von 20 bis 25 °C. Moderne Netzwerkkomponenten (Zeitserver) bieten hier hingegen schon Abweichungen von lediglich 0,01 Sekunden pro Tag an, sind also bereits zehnmal genauer als konventionelle Zeitsteuerungen.

Bei der Anschaffung einer netzwerkgestützten Industriehahrenanlage sollte der Anwender Wert darauf legen, dass der Hersteller eine vergleichsweise breite Produktpalette „aus einer Hand“ anbieten kann, da von einer Mischinstallation abzuraten ist. Allerdings sollte man auch darauf achten, dass die angebotene Netzwerktechnik nicht nur für sich genommen, sondern ggf. auch im Umfeld mit anderen, konventionellen Zeitverteilungstechniken noch die gewünschte Funktionalität sicherstellt.

Wichtige Auswahlkriterien für Nebenuhren (Endgeräte) ist zunächst die Unterscheidung, ob eine analoge oder digitale Uhrzeitanzeige gewünscht wird. Weitere Kriterien ergeben sich aus der gewünschten Ableseentfernung (es sind Zifferblattdurchmesser und Zifferhöhe zu beachten) sowie der Festlegung, ob Uhren einseitig oder doppelseitig ausgeführt werden sollen. Im Bezug auf den Installationsort ergibt sich dann die notwendige Schutzart bzw. auch die gewünschte Befestigungsart (z. B. Wandbefestigung, seitlicher Wandarm, seitliche Mastbefestigung oder Deckenabhängung). Bei Außenuhren ist darüber hinaus zu entscheiden, ob diese mit oder ohne Beleuchtung herzustellen sind. Darüber hinaus sind Sonderanwendungen möglich. ■