

Jürgen Schlüter

Das Nebeneinander



(Aufmacher: Computer&AUTOMATION, Quelle: Hirschmann)

Die Modernisierung von Industrie-Anlagen bringt es mit sich, bestehende und neue Techniken unter ein Hut bringen zu müssen. Im Fall der Abwasserreinigungsanlage Bielefeld-Heepen bedeutet das: ein Nebeneinander von Profibus FMS und Ethernet.



Jürgen Schlüter

ist bei der Stadt Bielefeld zuständig für die Automatisierung der Abwasserreinigungsanlagen.

Moderne Abwasserbehandlungsanlagen sind großflächige Anlagen mit einem hohen Automatisierungsgrad. Die zentrale Reinigung besteht aus mehreren Stufen: Über den Zulauf durchfließt das Abwasser einen Rechen, der große sperrige Stoffe zurückhält. Im

Anschluss an einen nachgeschalteten Feinrechen und einem Sandfang gelangt das Abwasser in das Vorklärbecken. Die Vorklärung fungiert als mechanisches Absetzbecken für grobe Verunreinigungen. Danach gelangt das Abwasser in die biologische Stufe. Hier durchläuft es belüftete und unbelüftete Zonen. In den belüfteten Zonen benötigen die

Bakterien für den Reinigungsprozess Sauerstoff, der als Luft über Düsen in das Belebungsbecken eingeblasen wird. Dieser Vorgang ist sehr energieaufwendig und erfordert kontinuierliche Regelungen.

Nach der biologischen Reinigung durchläuft das Abwasser ein Absetzbecken, das Nachklärbecken. Hier setzen sich die Bakterien als biologischer Schlamm am Beckenboden ab. Ein Teil wird als Überschussschlamm abgepumpt und zur Schlammbehandlung weitergeleitet. Der Rest dient als Rezirkulationsschlamm für den kontinuierlichen Reinigungsprozess.

Das Profibus-Konzept

Die Prozesse in einer derartigen Abwasserreinigungsanlage zeichnen sich durch viele Parameter aus, die es automatisch zu analysieren beziehungsweise als Regelgrößen heranzuziehen gilt. In 1994 begann die Umsetzung des Profibus-Konzeptes auf der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Bielefeld-Heepen. Die Aufgabe bestand darin, 14 SPSen (S5-115U und S5-135U von Siemens sowie einer AEG A250) und diverse Unterstationen redundant mit dem Prozessleitsystem Iltis der Firma IST zu verbinden. Insgesamt galt es dabei, etwa 8000 digitale E/As und rund 200 analoge Eingänge anzuschließen.

Hinsichtlich der Physik fiel die Wahl auf Lichtwellenleiter (50/125 µm) mit ST-Steckern. Der Grund: Lichtwellenleiter – sie kommen übrigens

auch zur Inhouse-Verkabelung zum Einsatz – eliminieren Störeinflüsse etwa durch Überspannung oder Mittelspannungsleitungen. Durch den Einsatz von Hirschmann-Profibus-Modulen erhielt man die Möglichkeit, Ringstrukturen zu errichten; in der Vergangenheit waren nur Sternstrukturen möglich. Die Gesamtanlage der ARA Heepen wurde in drei Ringe aufgeteilt, die ARA Brake ebenfalls. Die Einteilung erfolgte jeweils nach örtlichen Gegebenheiten, vorhandenen Kabelwegen und betrieblichen Anforderungen.

Die Auslegung des Profibus-Netzes als redundanter, optischer Ring ermöglichte den Aufbau eines sehr zuverlässigen Netzes. Das redundante Prozessleitsystem Iltis läuft auf Standard-PCs, die mit Profibus-Karten ausgerüstet sind. Master und Slave sind daher direkt mit dem Profibus verbunden. Die Anlagenkonfiguration läuft seit ihrer ersten Inbetriebnahme störungsfrei.

Ethernet in der zweiten Ausbaustufe

Aufgrund der technischen Entwicklung fiel im Zuge einer zweiten Ausbaustufe der Abwasserreini-

gungsanlage die Entscheidung zugunsten eines durchgängigen Ethernet-Netzwerkes für alle Neuanlagen der Automatisierungstechnik. Im ersten Schritt wurde dieses Konzept in einem Pumpwerk und einem kompletten Schlammabzug einer Nachklärung realisiert. Dabei waren unter anderem Field-Controller und IPCs mit Slot-SPS über Ethernet zu vernetzen. Seitens der Sensor/Aktor-Ebene kommt derzeit noch ein traditioneller Feldbus – historisch bedingt der Interbus-S – zum Einsatz. Ethernet bis hinunter in die Feldebene ist zwar in der Diskussion, zum jetzigen Zeitpunkt allerdings technisch noch nicht umsetzbar.

Die weiteren Vorgaben des Modernisierungsprojektes lauteten: Erhalt des bestehenden Profibus FMS als Anlagenbus für die Altanlagen sowie Update der Prozessleittechnik von Iltis 1 auf Iltis 2. Das Prozessleitsystem musste dabei direkt mit dem neu zu erstellenden Ethernet und dem Profibus FMS redundant verbunden werden sowie die Informationen der beiden Bussysteme verarbeiten können. Hand in Hand ging damit die Realisierung folgender Punkte:

Auf Betriebsmittelobjekten aufgebaut

Bei dem in der Abwasserreinigungsanlage eingesetzten Prozessleitsystem Iltis der Firma IST handelt es sich um ein firmenunabhängiges Prozessleitsystem. Außer der Visualisierung ermöglicht es die SPS-Programmierung direkt von der Leittechnik aus. Das System arbeitet nicht einzelsignalorientiert, sondern baut auf Betriebsmittelobjekten (BMO) auf. Ein Betriebsmittelobjekt ist beispielsweise ein Motor, ein Motor mit Frequenzumrichter, ein Motor mit zwei Drehrichtungen, ein Ventil oder ein PID-Regler. Ein Betriebsmittelobjekt enthält außer der grafischen Darstellung noch ein Bedienbild, die Parametrierung und einen Aus-

zug aus der Datenbank – je nach Zugriffsrecht des Anwenders. Betriebsmittelobjekte und ihre Eigenschaften beziehungsweise Parametrierung sind vererbbar. Das bedeutet: Wird das Standardbetriebsmittelobjekt abgeändert, so erfolgt sofort die Ausführung dieser Änderung im gesamten Projekt. Ein beispielweise 25 Mal eingesetzter Motor ist damit nur einmal abzuändern. Gleiches gilt für den Einsatz von Farben, die als Medienfarben in einer Farbtabelle abgelegt sind und als indirekte Farben – zum Beispiel Blau als Mediumfarbe für die Belüftung – in der Visualisierung zum Einsatz kommen.

- k Schaffung eines Ethernet-TCP/IP-Büronetzes für die Meister-Arbeitsplätze und alle technischen Arbeitsplätze mit Anbindung an die Prozessleittechnik.
- k Verbindung von zwei Abwasserreinigungsanlagen mittels einer 4,5 km langen Monomode-Lichtwellenleiter-Strecke.
- k Übertragung von Video-Daten über Ethernet zur Überwachung von Anlagenteilen.

Ziel aller Einzelmaßnahmen ist letztendlich die durchgängige Vernetzung mit Ethernet TCP/IP von der Feldbus- über die Leitebene bis hin zur Büro/Managementebene. Das Büronetz und die übergeordnete Ankopplung an das städtische Netz über einen Token Ring wird momentan umgesetzt.

Redundanz bei den Switches

Um das Ethernet zu realisieren, wurden die beiden Anlagen in



jeweils zwei Ringe mit drei bis sechs Hubs (Rail Hubs 1-TP/FL von Hirschmann) eingeteilt, je nach Anzahl der Steuerungen. Die LWL-Übertragungsstrecken wurden wieder in 50/125 µm mit ST-Steckern ausgeführt. Die LWL-Strecken zwischen den einzelnen Hubs sind zwischen 20 und 380 m lang, die einzelnen Ringe haben somit eine Leitungslänge bis zu 940 m. Diese Längen führen auch unter Berücksichtigung der Laufzeit-Äquivalenzen der eingesetzten Komponenten zu keinen Übertragungsproblemen. Da es sich bei den einzelnen Ringen um kollisionsbehaftete Domänen handelt, sind zwischen der Hub-Ebene und der Prozessleittechnik mehrere Switches geschaltet. Diese Switches sind pro Ring redundant ausgeführt, damit bei Ausfall eines Switch der Ring von einem zweiten Switch versorgt werden kann. Außerdem koppeln die Switches das 10-Base- mit dem 100-Base-Netz der Bürokommunikation und regenerieren das Signal.

Der eingesetzte Rail-Switch erkennt den Ausfall einer Übertragungsstrecke in weniger als 300 ms und leitet die Daten auf eine redundante Strecke um. Dies führt zu einer hohen Verfügbarkeit des Netzes und der gesamten Anlage. Die per Schalter auswählbare Kontrollfunktion lässt sich auch zur Erweiterung einer Anlage im laufenden Betrieb nutzen, da sich zusätzliche Switches (Ringe) auf diese Weise im laufenden Betrieb schalten lassen. Die Anlage muss hierzu nicht abgeschaltet werden.

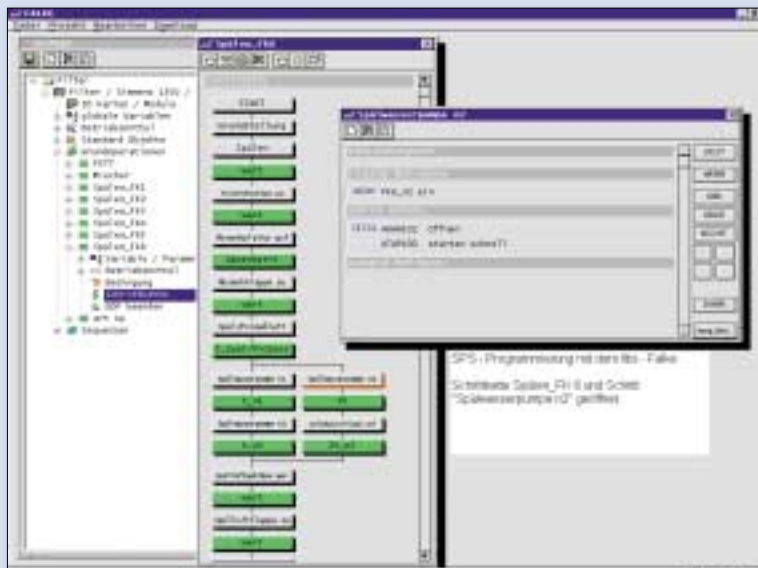
Die redundanten Switches und jeweils der erste Hub eines Ringes sind zentral in der Warte eingebaut und in den Schaltanlagen vor Ort montiert. Die Hubs verfügen über Standard-RJ-45-Stecker als Ausgänge für Ethernet. Dadurch erhält der Anlagenbetreiber die Möglich-

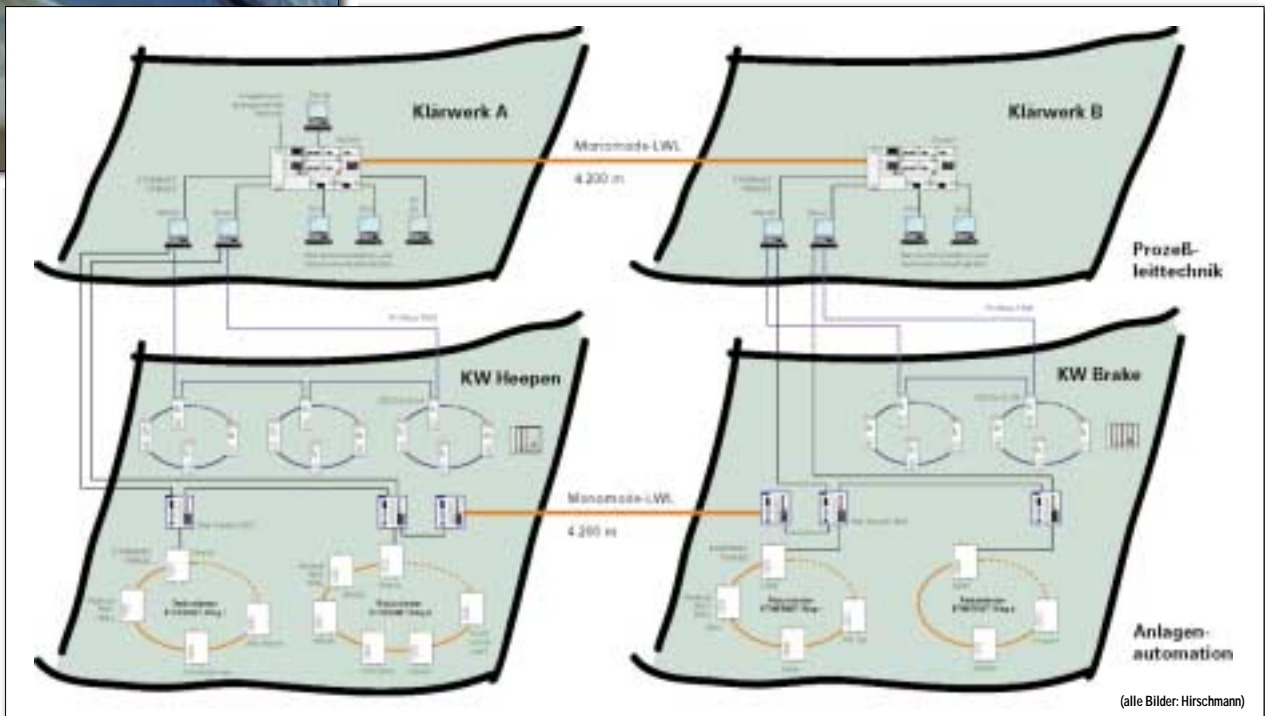
Programmieren aus dem Leitsystem

Die SPS-Programmierung erfolgt innerhalb des Prozessleitsystems mit dem Tool „Falke“ in einer „formalen Sprache“, die auch für Anlagenbetreiber oder Planer verständlich ist. Durch die Integration im Leitsystem greift die SPS-Programmierung auf die Datenbank der Visualisierung zurück, in der auch die Ein- und Ausgänge der einzelnen Betriebsmittelobjekte enthalten sind. Dadurch wird die Schnittstelle zwischen SPS und Visualisierung eliminiert. Die anlagenspezifischen Daten lassen sich dabei per Excel oder Access in das Leitsystem eingeben.

Das SPS-Programmier-Tool enthält Grundoperationen und übergeordnete Sequenzen. Diese Grundoperationen werden in Schrittketten programmiert.

In jedem Schritt der Kette lässt sich eine Überwachungszeit eingeben und dadurch spezielle Routinen auslösen. Die Grundoperationen enthalten Programmzyklen für spezielle Aufgaben und sind kopierbar. Durch die übergeordneten Sequenzen können die Grundoperationen gezielt anlagenspezifisch oder ereignisgesteuert aufgerufen werden. Die Parameter-Übergabe erfolgt von der Visualisierung aus. Ein mit dem „Falke“ geschriebenes SPS-Programm ist auf mehreren SPS-Typen (S 5, S 7, B&R, Allan Bradley, Slot-SPS) ablauffähig. Es muss jeweils nur ein anderer Kommunikationstreiber geladen werden. Das Laden des Programmcodes in die SPS erfolgt via Download und läuft vor Ort autark ab.





Der Netzplan der Abwasserreinigungsanlage Bielefeld-Heepen: Die Einteilung der Profibus- und Ethernet-Ringe erfolgte nach örtlichen Gegebenheiten, vorhandenen Kabelwegen und betrieblichen Anforderungen.

keit, die verschiedensten Automatisierungsgeräte anzuschließen. Hierzu gehören: SPS, IPC mit eingebauter autarker Slot-SPS, Laptop sowie Feldbus-Module mit Ethernet-Anschluss. Über das Ethernet besteht auch die Möglichkeit, Sprache (Voice on IP) beziehungsweise Videosignale zu übertragen.

Die Kopplung zum Leitsystem

Die prozessnahen Rechner der Prozessleittechnik sind direkt – über das Ethernet – mit den Switches verbunden. Diese Rechner in den Warten sind ebenfalls redundant ausgeführt. Auf den prozessnahen Warten-Rechnern läuft das Multitasking-Multiuser-Realtime-Betriebssystem QNX mit Reaktionszeiten von kleiner 10 ms, auf den angeschlossenen technischen Arbeitsplätzen Windows NT. Die Leitsystem-Bedienoberflächen der beiden Betriebssysteme NT und QNX sind identisch, für den Anwender besteht daher kein Unterschied. Die Vernetzung zwischen den QNX-(Warten-)Rechnern und den Rech-

nern der technischen Arbeitsplätze erfolgt über Ethernet TCP/IP. Auf diese Weise entsteht ein durchgängiges, homogenes Netzwerk – und zwar TCP/IP von der Feldebene über den Anlagenbus zur Bürokommunikation bis hin zur Managementebene. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Internet-Anbindung. gh

Nähere Informationen:
info@ist-automation.de

Leinwand anstelle Schaltbild

Auf den Anlagen von Brake und Heepen kommt anstelle eines aufwendigen und teuren Mosaik-Schaltbildes für die Darstellung der Anlagenbilder eine Daten- und Videoprojektion mittels Beamer zum Einsatz. Dabei werden die Anlagenbilder und spezifische Auszüge auf drei Leinwände projiziert. So stehen dem Betreiber zum Beispiel auf zwei Leinwänden die Anlagen-Darstellung zur Verfügung, auf der dritten hat er die Möglichkeit, die Zulauf-Situation zu betrachten. Die Realisierung des Mosaik-Schaltbildes war mit 300 000 DM veranschlagt, die Umsetzung des Beamer-Konzeptes lag bei 70 000 DM. Hinzu kommt, dass das Beamer-Konzept flexibler ist.