

Kraftwerk Luterbach

Autor(en): **Von Rotz, Leo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **80 (1988)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940757>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Kraftwerk Luterbach

Museum und High-Tech-Anlage

Leo von Rotz

Im Oktober 1987 hat die Firma Hydroelectra AG, Heerbrugg, die aus dem Jahre 1887/88 stammende Wasserkraftanlage Luterbach von der Firma Schöller-Textil AG, Derendingen, übernommen (Bild 1). Das Kraftwerk ist das unterste von insgesamt vier Werken am Emmenkanal. Seit der Übernahme hat sich nun einiges verändert. Die ältesten Bauteile und Anlagen wurden erhalten und renoviert. Daneben entstand gleichzeitig ein neues Werk, das mit modernster Technologie ausgerüstet wurde (Bild 2).

Geschichte

Die Entstehung des Wasserkraftwerkes Luterbach ist eng mit der Geschichte der ehemaligen Kammgarnspinnerei Derendingen verknüpft.

Das Gebiet am Unterlauf der Emme galt im letzten Jahrhundert als attraktiver Standort für neue Industrieanlagen. Dabei spielten die günstigen Steuerverhältnisse, das vorhandene Arbeiterpotential, der Anschluss ans Eisenbahnnetz und natürlich die Wasserkraft der Emme eine wichtige Rolle. Bereits 1858 war der Emmenkanal parallel zum Fluss bis nach Derendingen erstellt und die Konzession für die Verlängerung bis zur Aare erteilt worden.

Während die Anfänge der von Roll in Gerlafingen in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts zurückgehen, öffneten die Baumwollspinnerei Emmenhof 1864, die Papierfabrik Biberist 1865, die Zementfabrik Wilihof 1871 und die Cellulose Attisholz 1882 ihre Tore. In diese Zeit fällt auch die Gründung der Kammgarnspinnerei Derendingen im Jahre 1872. 1874 wurde der Betrieb aufgenommen. Wegen Misswirtschaft war der Firma vorerst kein Glück beschieden. 1877 musste deshalb die Liquidation beschlossen werden. Erst 1879 begann das Geschäft unter der Führung der Unternehmer Lang und Koch zu florieren. Zusammen mit der 1884 angegliederten Kammgarnweberei ergab sich ein stetiger Aufschwung. Auch der Energiebedarf stieg rapid.

Die Produktion der Kammgarnspinnerei stieg bis zur Jahrhundertwende stetig an. Die Fusion mit der Kammgarnspinnerei Schaffhausen im Jahre 1907 führte zu einer zusätzlichen wirtschaftlichen Stärkung.

Die Situation verschlechterte sich in den letzten Jahren zusehends, so dass 1986 die stufenweise Betriebseinstellung bekanntgegeben werden musste.

Die alte Anlage – heute Museum

Das alte Turbinenhaus ist 1886 zusammen mit der Verlängerung des Emmenkanals geplant und 1887/88 ausgeführt worden. Es wurde eine Francisturbine der Maschinenfabrik Rieter und Co., Winterthur, eingesetzt. Für die Energieübertragung ins Werk Derendingen war noch eine Seiltransmission geplant. Diese ist jedoch nicht ausgeführt worden, da in der Zwischenzeit in der Entwicklung der Stromübertragung grosse Fortschritte erzielt wurden (Bild 3).

1905 ist die Anlage durch eine Halle mit einer zusätzlichen, kleineren Maschinengruppe erweitert worden.

1970 ist mit der Inbetriebnahme des Flusskraftwerkes Flumenthal, durch den Rückstau der Aare, das Gefälle erheblich verringert worden. Dies hatte grosse Leistungseinbussen zur Folge.

Es ist einem glücklichen Zufall zu verdanken, dass die alte Turbinenanlage heute noch vorhanden ist (Bild 4). Die Hydroelectra AG plante, die alten Maschinengruppen zu de-



Bild 1. Alte Wasserkraftanlage vor der Erneuerung (linker Gebäudeteil 1888, rechts Erweiterung 1905).

montieren und in den bestehenden Räumlichkeiten eine modernere und leistungsfähigere Anlage einzubauen. Da für alte Industrieanlagen vorläufig noch kein Inventar besteht, waren die zuständigen Behörden nicht über die Bedeutung des Wasserkraftwerkes in technikgeschichtlicher Hinsicht orientiert, so dass die Baubewilligung bereits vorlag und die Abbrucharbeiten begonnen hatten, als die Denkmalpflege aus der Zeitung von der bevorstehenden Erneuerung der Anlage erfuhr.

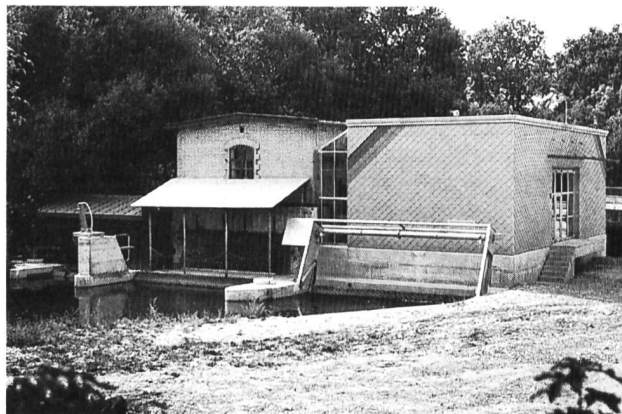
Dank dem grossen Verständnis der Eigentümer, ihrer Flexibilität als Kleinunternehmen und der spontanen Bereitschaft von Bund und Kanton, zusammen die Mehraufwendungen für die Rettung der Anlage zu übernehmen, ist es innert Wochenfrist gelungen, ein neues Betriebskonzept zu entwickeln und die Finanzierung sicherzustellen.

Das neue Konzept ermöglichte die Verschiebung der neuen Anlage neben das Turbinenhaus von 1888, so dass das alte Turbinenhaus vollständig erhalten bleiben konnte.

Die nun restaurierte Maschinengruppe setzt sich zusammen aus der Turbine von 1888, dem Generator von 1905 und der Schaltanlage aus dem Jahre 1920.

Das durch Francischaufeln gelenkte Wasser treibt das liegende Francislaufrad an. Eine vertikale Welle überträgt die Kraft auf das riesige gusseiserne Kammrad von 3,7 m Durchmesser mit seinen 126 hölzernen Zähnen. Dieses treibt über ein Winkelgetriebe mit einem Kegelrad aus Gusseisen das Speichenrad an. Von diesem Rad wird über einen breiten Transmissionsriemen der Generator angetrieben, der den elektrischen Strom erzeugt. Mit der Schaltanlage, auf der die Bedienelemente und Messanzeigen in einer Marmorplatte eingebaut sind, wird die alte Maschinengruppe wie in früheren Zeiten manuell betrieben. Der Generator und die Schaltanlage sind im neuen Gebäudeteil untergebracht worden.

Bild 2. Alte und neue Wasserkraftanlage nach der Erneuerung 1988.



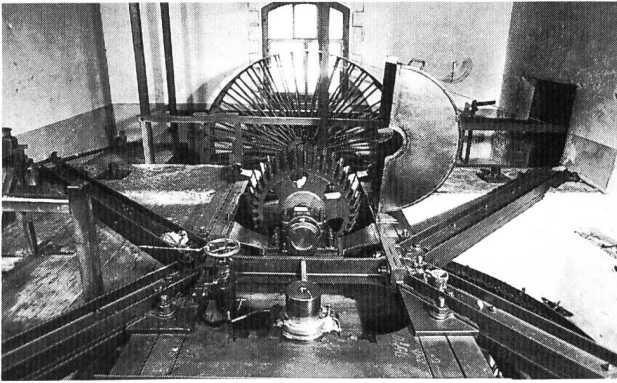


Bild 3. Das alte Räderwerk von 1888 mit Kammmrad, Winkelgetriebe und Speichenrad.

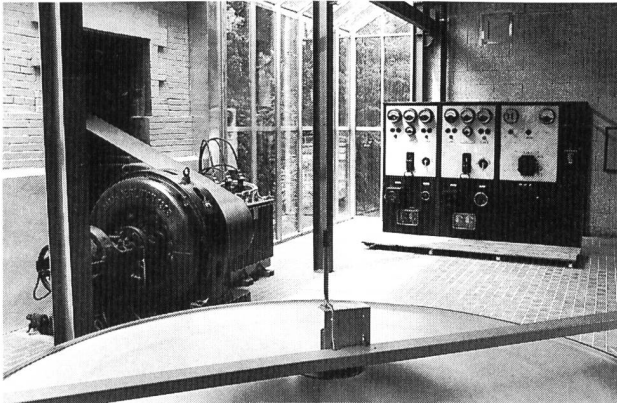


Bild 4. Blick auf die alte Schaltanlage aus dem Jahre 1920 und den Generator aus dem Jahre 1905.

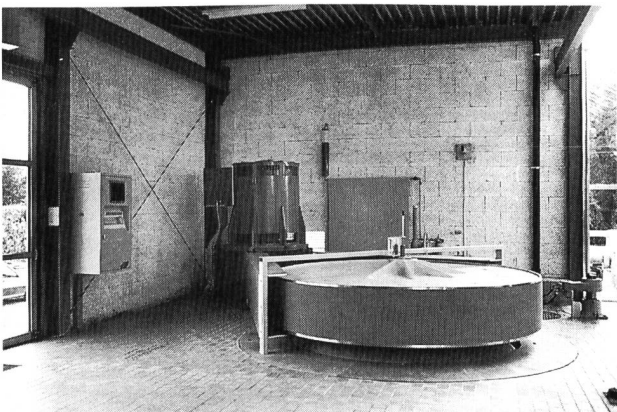


Bild 5. Neue Anlage mit Riemenantrieb, Generator und Leitsystem. Daten der neuen Anlage: Gefälle 2,4 m; Wassermenge 12000 l/s; Leistung 240 kW; Jahresproduktion 1,3 Mio kWh.

Die neue Anlage

Der Neubau ist als schlichter, moderner Zweckbau erstellt worden, um dem Nebeneinander von Alt und Neu auch einen architektonischen Ausdruck zu geben. Das alte Turbinenhaus und die neue Halle sind durch eine verglaste Zone miteinander verbunden (Bild 5).

Die neue Maschinengruppe besteht aus einer vertikalen Kaplan-turbine, aus einem Generator und der computergesteuerten Schaltanlage. Auch bei der neuen Anlage wird der Generator über einen Flachriemen angetrieben. Diese Antriebsart ist heute bei kleineren Anlagen wieder stark im Vormarsch, da der Antrieb über einen Riemen dank neuen Herstellungsmethoden gegenüber dem Antrieb mittels Getriebe alle Vorteile für kleine Wasserkraftanlagen aufweist.

Vor allem ist die Lärmbelastung sehr gering. Aber auch betreffend Sicherheit, Wartung, Lebensdauer und Wirkungsgrad übertrifft der Riemenantrieb bei dieser Anlage ein Getriebe.

Gegenüber der alten Turbine sind hier nicht nur die Leitschaufeln, sondern auch die vier Flügel des Laufrades beweglich. Damit wird auch bei grösseren Schwankungen der verfügbaren Wassermenge ein guter Wirkungsgrad erzielt (Bild 6).

Die Wasserfassung besteht aus einer Rechenreinigungsanlage und einer hydraulisch betätigten Absperrklappe. Bei Ausfall der Anlage wird die Klappe automatisch gesenkt, damit keine Überschwemmung vorkommen kann. Die Rechenreinigungsanlage befördert angeschwemmtes Material nach vorbestimmten Zeiten in die Geschwemmselrinne, von wo das Material direkt in den Unterwasserkanal befördert wird.

Die neue Anlage wird vollautomatisch betrieben. Der aktuelle Stand wird von einem Computer überwacht und ständig gespeichert. Damit sind jederzeit statistische Auswertungen möglich. Die Anlage kann von jedem Standort aus über das normale Telefon mittels Computer überwacht und bedient werden. Die Firma Hydroelectra kann so von ihrer Zentrale in Heerbrugg aus jede Anlage überwachen. Sofern in einem Werk ein Fehler auftritt, stellt der Computer automatisch die telefonische Verbindung zur Zentrale her. Dort kann dann auf den Fehler mit den entsprechenden Mitteln reagiert werden.

Die Firma Hydroelectra AG hat diese Leitzentrale für die Bedürfnisse von Firmen entwickelt, die gleichzeitig mehrere Wasserkraftanlagen vom gleichen Standort überwachen möchten.

Helcon-Leitsystem

Systemkonzept

Die Prozessleittechnik wird heute in allen Industriebereichen erfolgreich eingesetzt. Auch bei grösseren Wasserkraftanlagen wird schon längere Zeit mit Mikroprozessoren gearbeitet. Hydroelectra ist spezialisiert auf den Umbau und Betrieb von kleinen Wasserkraftanlagen und besitzt mehrere Kleinkraftwerke in der Schweiz und in Frankreich. Bei der Automatisierung dieser Kleinkraftwerke stellten sich immer dieselben Probleme. Es wurde deshalb ein Konzept für eine Lösung entwickelt, welche die Beseitigung all dieser Schwierigkeiten zum Ziel hatte.

Problemstellung

Für jeden Teilbereich sind zwar ausgereifte Produkte vorhanden, aber die Integration zu einem Gesamtsystem bereitet Schwierigkeiten.

Eine Vielzahl von Geräten ist erforderlich, um eine Vollautomatisierung bewerkstelligen zu können. Damit sind auch lange Installationszeiten erforderlich.

Ausnahmesituationen können mit den vorhandenen Mitteln nur unbefriedigend gelöst werden.

Lösungskonzept

Integrierte Gesamtlösung aus einer Hand.

Verwendung von kompatiblen Produkten mit sehr hoher Verfügbarkeit.

Reduktion der Anzahl Geräte durch Übernahme der Lösung auf multifunktionelle Mikroprozessoren und damit Reduktion der Installationszeiten.

Softwarelösung mit flexibler Anpassungsmöglichkeit. Optimaler Wirkungsgrad in jedem Lastbereich.

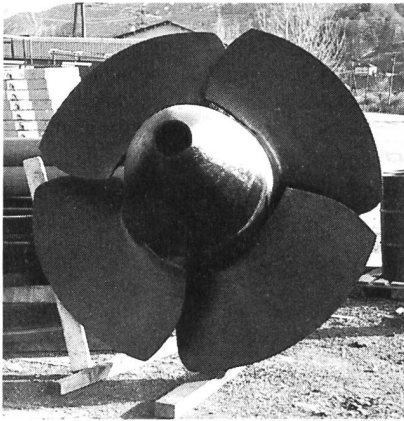


Bild 6. Kaplanlaufrad mit vier verstellbaren Schaufeln (Raddurchmesser 2,2 m).

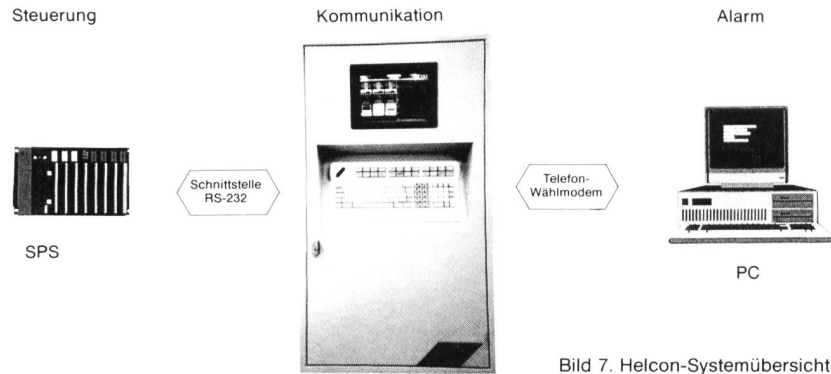


Bild 7. Helcon-Systemübersicht.

Die Fehlererkennung kann nur vor Ort vorgenommen werden. Schwierigkeiten treten auf bei der Feststellung von Fehlerursachen.

Die Bedienung jedes Werkes benötigt spezielle «Werkführung».

Die Wartung der Anlagenteile erfolgte erfahrungsgemäss.

Ausfälle ausserhalb der Betriebszeiten werden erst beim nächsten Kontrollgang erkannt.

Die Verläufe von Wasserständen und Leistung wurden auf endlosen Papierrollen aufgezeichnet. Spätere Auswertungen sind mit grossem Aufwand verbunden.

Systembeschreibung

Nach dem vorerwähnten Lösungskonzept wurde dann das Helcon-System (Hydro-Electric-Control-System) entwickelt (Bild 7).

Mehrere Mannjahre Entwicklungszeit waren für seine Erarbeitung notwendig.

Das Wasserkraftwerk Luterbach wurde als «Pilotobjekt» für diese neue Lösung bestimmt, damit die einzelnen Fähigkeiten in einem kleinen Umfeld erprobt werden konnten.

Systemaufbau

Die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS, Prozessrechner) übernimmt die folgenden Funktionen im Gesamtsystem:

- Steuerung und Überwachung der Anlage
 - Steuerung und Überwachung der Aussenanlagen (Rechenreinigungsanlage, Stauklappe)
 - Regelung von Drehzahl und Wasserstand
 - Positionierung von Leitapparat und Laufrad
- Der übergeordnete Rechner (Kommunikationszentrale) stellt die Ein-/Ausgabe der Daten sicher.
- Laufende Übernahme der Prozesswerte von der SPS
 - Abspeichern der Prozessdaten auf Festplatte
 - Anzeige des Prozesses auf Bildschirm/Tastatur
 - Alarmauslösung über Telefon

Ferndiagnose von Fehlern und Ursachen bis auf die Einzelteilebene.

Fernalarmauslösung und Reaktion je nach Alarmstufe.

Standardisierung der Produkte (Hardware und Software).

Verwaltung der Wartungstermine durch Computer.

Fernalarmauslösung.

Aufzeichnung der Werte auf Speichermedien. Einfache Abfrage der Vergangenenheitswerte. Statistische Auswertung auf Wunsch.

Handeingriffe über die Tastatur können nur durch Eingabe eines Passwortes vorgenommen werden.

- Handsteuerung Anlage
- Testbetrieb Aggregate
- Änderung Betriebsart
- Änderung von SPS-Parametern (Reglerdaten, Zeiten)
- Datenverwaltung (Telefonnummern, Alarmaktionen, Wartungszeitüberwachung, SPS-Adressen)
- Abfrage von Prozessdaten (Protokoll)
- statistische Auswertung von Prozessdaten
- direkte SPS-Programmierung und Programmänderung

Software

Die Programmierung der SPS erfolgt nach DIN 19239. Die SPS wird über den Computer der Kommunikationszentrale programmiert, so dass keine Zusatzgeräte notwendig sind. Das Programm ist modulartig aufgebaut, so dass die einzelnen Module für weitere Einsätze einfach übernommen werden können. Verschiedene programmierte Regler können entsprechend den natürlichen Eigenheiten verwendet und angepasst werden.

- Drehzahlregulierung
- Wasserstandsregulierung
- Laufradpositionierung
- Leitapparatpositionierung

Die Software der Kommunikationszentrale ist in der Programmiersprache Turbo-Pascal geschrieben. Die Programme sind standardisiert, so dass sie auf die meisten Kraftwerke ohne Änderung angewendet werden können. Das Hauptprozessbild ist so aufgebaut, dass bis zu drei Maschinengruppen gleichzeitig überwacht werden können (Bild 8). Alle für die Funktion notwendigen Angaben müssen einmal pro Installation erfasst werden (SPS-Adressen, Telefondatei usw.).

Hardware

Die SPS enthält die folgenden Hardware-Komponenten (Bild 9):

- Grundeinheit mit Netzteil
- Zentraleinheit, Speicher
- digitale Ein-/Ausgänge nach Bedarf
- analoge Ein-/Ausgänge nach Bedarf
- Kommunikationsmodul mit RS-232-Schnittstelle

Die SPS kann fast beliebig den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Für grosse Lösungen können auch mehrere SPS miteinander verbunden werden. Für besondere Lösungen steht eine grosse Anzahl von Spezialmodulen zur Verfügung.

Die Kommunikationszentrale setzt sich wie folgt zusammen:

- Schrank mit Belüftung und Not-Aus-Taste
- IBM-kompatibler, industrietauglicher PC

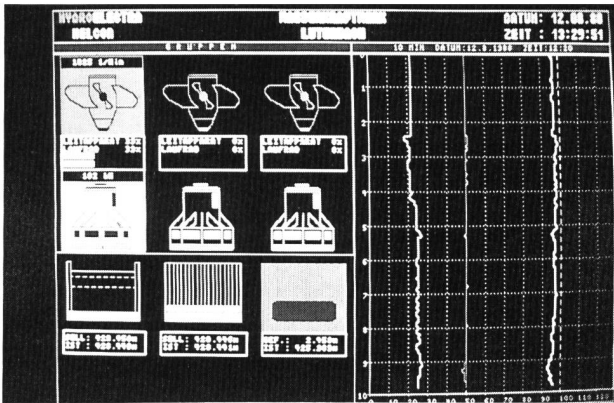


Bild 8. Hauptprozessbild des Helcon-Leitsystems. Alle übrigen Werte und Zustände können auf Knopfdruck angezeigt werden. Die Kurven rechts im Bild zeigen den Verlauf von Wasserstand, Leistung und Gefälle. Die Kurven können auch jederzeit für vergangene Stunden, Tage und Wochen (jeweils auf einer Seite) abgefragt werden. Dieselben Prozessdaten können auch via Fernbedienung überwacht werden.

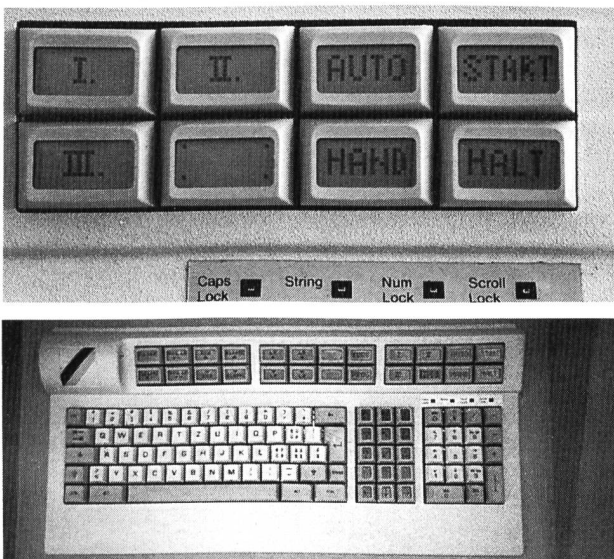
- Zentralspeicher, Festplatte, Disketteneinheit
- Farbbildschirm mit Farbgrafik-Karte
- Schnittstelle RS-232 für Kommunikation mit SPS
- Tastatur mit LED-Tasten und eigenem Prozessor
- Modemkarte für Telefon-Fernkommunikation
- unterbrechungsfreie Stromversorgung, Netzfilter
- Betriebssystem

Für die Alarmzentrale wird normalerweise dieselbe Hardware verwendet wie bei der Kommunikationszentrale, wobei der Schrank nicht notwendig ist. Damit ist auch gleichzeitig jederzeit ein Ersatz für die Kommunikationszentrale vorhanden. Der Computer kann auch für alle Büroarbeiten verwendet werden (Textverarbeitung, Buchhaltung, Fakturierung, Statistik usw.). Wenn die Alarmzentrale besetzt ist, wird von der Kommunikationszentrale automatisch die nächste in der Telefondatei vermerkte Nummer aufgerufen. Sofern dort kein Computer steht, erfolgt der Alarm akustisch über den Telefonhörer.

Einsatzbereich

Die Anzahl der zu verarbeitenden Messwerte und Zustände ist nicht limitiert. Die Computer können je nach Grösse und

Bild 9. Über die Tastatur kann in den Prozess eingegriffen werden. Die Tastatur zeigt auf den LED-Steuertasten je nach Prozess an, welche Funktionen ausgeführt werden können. Die Tasten zeigen durch Blinken an, wenn eine Funktion vom automatischen Prozess oder durch Handeingriff aktiviert wurde. Der übrige Tastaturteil wird für Protokolleintragen, Programmierung, Datenänderung usw. verwendet.



Anforderung der Applikation ausgebaut werden. Ziel der Entwicklung war, dass der Einsatz bereits für eine Anlagengrösse von 200 bis 300 kW realistisch sein sollte. Die Kosten liegen bei dieser Anlagengrösse etwa im Rahmen einer konventionellen Lösung, wobei der Benutzer dann zusätzlich von den vielen Vorteilen für einen optimalen Betrieb profitiert.

Systemvorteile

Bedeutende Vorteile zeichnen diese Lösung aus:

- Durch die vollautomatische Steuerung aller Aggregate kann der 24-Stunden-Betrieb ohne Aufsicht funktionieren.
- Nach einem Netzausfall startet die Anlage automatisch wieder.
- Eine grosse Anzahl von Zusatzgeräten, die normalerweise verwendet werden, ist bei dieser Lösung überflüssig geworden.
- Für die Entwicklung der Gesamtlösung waren einige Mannjahre Entwicklungs- und Programmieraufwand notwendig. Durch die Standardisierung der Lösung kann dieser Entwicklungsaufwand auf mehrere Installationen verteilt werden.
- Der Installationsaufwand konnte gegenüber herkömmlichen Lösungen bedeutend reduziert werden.
- Der Fernzugriff auf alle Daten ist gewährleistet.
- Da nur allgemein verwendete, möglichst normgerechte und kompatible Produkte eingesetzt werden, ist keine spezielle Lieferantenabhängigkeit vorhanden.
- Einfache und übersichtliche Bedienung.
- Möglichkeit der Bildüberwachung für entfernte Wasserfassungen.
- Mehrere Anlagen können gleichzeitig von derselben Alarmzentrale überwacht werden.

Adresse des Verfassers: Leo von Rotz, Hydroelectra AG, Karl-Völker-Strasse 2, CH-9435 Heerbrugg.

Beurteilung und Verringerung der Staubentwicklung bei Spritzbetonarbeiten im Tunnel- und Stollenbau

Gunther Brux

Die Spritzbetonverfahren bestimmen heute entscheidend das Auffahren unterirdischer Hohlräume im Tunnel- und Stollenbau. Steigende Anforderungen an die Arbeitssicherheit lassen arbeitshygienische und arbeitsmedizinische Fragen mehr und mehr in den Vordergrund treten. Die Staubemissionen werden dabei als ein vorrangiges Aufgabenfeld bei der Verringerung der Gesundheitsgefährdung angesehen. Dazu müssen die Ursachen der Staubentstehung und Staubentwicklung bekannt sein, also die Abhängigkeiten aus der Spritzbetonherstellung im Beschickungs-, Maschinen- und Spritzdüsenbereich, die man durch entsprechende Versuche in der Praxis und auf dem Spritzbeton-Versuchsstand der Ruhr-Universität in Bochum überprüft hat (Feinstaubmessungen). Danach haben die Benetzung (Wasserzugabe) und der Strömungsförderdruck (Druckluftzugabe) massgebenden Einfluss auf die Staubentstehung und Staubentwicklung; sie tragen zu verfahrenstechnischen, maschinentechnischen, beton-technologischen und materialtechnologischen Kenngrössen bei. Die von Handke [1] durchgeführten Untersuchungen