

## **Schleusen, Wehre, Schiffshebewerke (1.3)**

### **Fernsteuerung von Schleusen**

**Dipl.-Ing. Rolf Kühlewind**

Fachstelle Maschinenwesen Süd, Nürnberg

#### **Einführung**

Da im Zuge fortschreitender Automatisierung technischer Anlagen immer zuverlässigere und Sicherheitsorientierte Komponenten in der Steuer- und Überwachungstechnik zur Verfügung stehen, werden auch bei höchst sicherheitsrelevanten Anlagen wie Schleusen verstärkt Bemühungen unternommen, dort Fernbedienbarkeiten einzuführen, um bei gleich bleibender Personalstärke rund um die Uhr den Kunden einen höheren Service zur Verfügung zu stellen.

Eine 1994 vom damaligen Bundesminister für Verkehr einberufene Arbeitsgruppe "Schleusenautomatisierung", bestehend aus betrieblichen und technischen Spezialisten, Mitarbeitern der Ortsdienststellen und Juristen, ist nach Auswertung aller im Schleusenbetrieb anfallenden Aufgaben und Tätigkeiten und auch des Unfallgeschehens im Schleusenbereich zu dem Ergebnis gekommen, dass die Automatisierung und Fernsteuerung von Schleusen auch in Deutschland aus technischer, sicherheitstechnischer und rechtlicher Sicht grundsätzlich machbar ist. Für die Automatisierung und Fernsteuerung sprechen folgende Vorteile:

- Auf bestimmten Wasserstraßenabschnitten kann die Fernsteuerung dazu führen, dass die Einführung der Nachtschifffahrt volkswirtschaftlich vertretbar wird.
- Die defizitäre Kostenbilanz zwischen den Betriebskosten der Schleusen und den Einnahmen aus Schifffahrtsabgaben kann verbessert werden.
- Bei theoretischer Betrachtung ergibt sich an Bundeswasserstraßen nach Berechnungen des damaligen Bundesministeriums für Verkehr ein Einsparpotential von (langfristig) ca. 40 % des heutigen Betriebspersonals.

Für einen künftigen Betrieb ist es notwendig, umfangreiche Anpassungsmaßnahmen an den maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen der ausgewählten Schleusen durchzuführen. So müssen z. B. die Antriebe für die Stemmtore und für die Schütze umgerüstet werden. Herzstück der Fernsteuerung ist der Einsatz der "Speicherprogrammierbaren Steuerungstechnik".

Da im Bezirk der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd nur die in den letzten Jahren grundinstandgesetzten Schleusen mit dieser speziellen Technik ausgestattet sind - im Bezirk des Wasser- und Schifffahrtsamtes Schweinfurt sind dies z.B. die Schleusen Steinbach, Harrbach, Erlabrunn, Limbach und Viereth -, wurde entschieden, als Pilotprojekt von der Schleuse Harrbach aus die Schleuse Himmelstadt fernzusteuern. Die Schleuse Himmelstadt wurde im Rahmen von umfangreichen Instandsetzungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen entsprechend umgerüstet.

Nach erfolgreichem Abschluss des ca. einjährigen Probetriebes der Fernsteuerung der Schleuse Himmelstadt von der Schleuse Harrbach aus wurden in einem zweiten Schritt die benachbarten Schleusen Steinbach und Rothenfels zugeschaltet. Maßgeblich für die Wahl der Schleuse Harrbach als Fernsteuerstelle waren die für die Einrichtung von Bedienplätzen günstigen räumlichen Gegebenheiten im dortigen Steuerstand.

Heute, im Jahr 2006, sind im Bereich der WSD Süd dann schon insgesamt 26 Schleusen im Fernsteuerbetrieb.

#### **1. Fernübertragungssystematik**

Für die Sicherheit und Lenkung der Schifffahrt bedient man sich an den Schleusen im Allgemeinen folgender nachrichtentechnischer Dienste:

- Telefonie im öffentlichen Netz
- Telefonie im KOM-Netz WSV
- Einseitiges / wechselseitiges Lautsprechen
- Nautischer Informationsfunk
- Fernsehüberwachung
- Pegelanzeige

Um eine Schleuse von einer zentralen Schleuse aus fern bedienen zu können, muss man auf die v.g. Dienste sowie auf die Bedienprozeduren der fern zu bedienenden Schleuse Zugriff haben. Die dienstspezifischen Sprach-, Bild-, Pegel- und Steuersignale sind in geeigneter Weise aufzubereiten, zur Zentrale zu übertragen und dort über die jeweiligen Endgeräte bzw. Ausgabe- und Bedieneinrichtungen zur Verfügung zu stellen.

##### **1.1 Fernübertragung der nachrichtentechnischen Dienste und Steuerungsprozesse**

###### **1.1.1 Allgemeines**

Aus wirtschaftlichen Gründen sind die Signale der nachrichtentechnischen Dienste und Steuerungsprozesse vorzugsweise im KOM-Netz WSV zu übertragen. Aufgrund der zu geringen Anzahl geeigneter Leitungskreise im KOM-Strecken-kabel bzw. wegen der Breitbandigkeit der Bildsignale kommt nur ein digitales Übertragungsverfahren zur Anwendung.

So wurde seit dem Jahre 1999 von den Schleusen bis zu den Fernbedienzentralen der WSD Süd ein digitales Übertragungssystem in PCM30-Technik errichtet, mit dem Übertragungswege sowohl für die Schleusenfernbedienung als auch für regionale und überregionale Wählverbindungen zwischen den Vermittlungsanlagen im KOM-Netz WSV sowie für diverse sonstige Dienste bereit gestellt werden.

Hierbei kommt an jeder Schleuse sowie an einigen weiteren Dienst- bzw. Betriebsstellen ein PCM30-Digitalsignalmultiplexgerät - nachfolgend Multiplexer genannt - der Fa. Bosch (heute Marconi), Typ FlexPlex XMP1 mit entsprechenden analogen und digitalen Schnittstellen zum Einsatz. Die Multiplexer sind über speziell aufbereitete Leitungskreise im KOM-Strecken-kabel, den sog. PCM30-Grundleitungen, miteinander verbunden. Jede PCM30-Grundleitung benötigt zwei Doppeladern und kann einen maximalen Datenstrom

von 2 Mbit/s in Form von 30 einzelnen Nutzkanälen ä 64 Kbit/s übertragen. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften des KOM-Kabels können in einigen Fällen allerdings nur 4 PCM30-Grundleitungen geschaltet werden, so dass dann maximal 120 Nutzkanäle zur Verfügung stehen. An den Multiplexern können die Nutzkanäle beliebig verzweigt werden.

**1.1.2 Telefonie im öffentlichen Netz und im KOM-Netz der WSV**

Die Schleusen einer Fernbedienkette werden von einer gemeinsamen TK/KOM-Anlage, d.h. einer Vermittlungsanlage, die sowohl Verbindungen zum öffentlichen Netz als auch zum KOM-Netz WSV hat, versorgt. Die Anlage ist jeweils an der Fernbedienzentrale untergebracht. Die Telefone in den übrigen Schleusen sind als „abgesetzte Teilnehmer“ über PCM30-Kanäle und entsprechende Schnittstellenkarten (KZU SUB bzw. ISDN S0) in der XMP1-Anlage geschaltet, wobei der für die Schleusenfernbedienung relevante Telefonanschluß im Steuerstand mit einem ISDN-Telefon ausgestattet ist. Im Fernbedienbetriebsfall können an die ferngesteuerten Schleusen gerichtete Anrufe aus dem öffentlichen Netz und dem KOM-Netz WSV mit dem TK/KOM-Anlagen-Leistungsmerkmal „Rufumleitung“ zum Bedienplatz „Schleuse xyz“ in der Fernbedienzentrale umgeleitet werden.

**1.1.3 Einseitiges/ wechselseitiges Lautsprechen (EL/WL)**

Die an der jeweiligen Schleuse vorhandene EL/WL-Anlage verfügt für die Abwicklung der Kommunikation mit den angeschlossenen Sprechstellen und der Ausführung von Lautsprecherdurchsagen über ein zentrales Bedienteil in der Fernbedienzentrale. Im Fernbetriebsfall können sämtliche Bedienfunktionen zu einem baugleichen Parallel-Bedienteil am Bedienplatz der jeweiligen Schleuse in der Fernbedienungszentrale über das PCM30-System umgeschaltet werden. Für die Anschaltung der analogen Sprach- und Steuersignale werden an den Multiplexern jeweils zwei analoge 4-Draht-Schnittstellen (Baugruppe FEK 8) und im Übertragungssystem zwei PCM30-Kanäle benötigt.

**1.1.4 Nautischer Informationsfunk (NIF)**

Der NIF dient u.a. zur Gesprächsabwicklung über die Belegung der Schleusenammer zwischen dem Schleusenbetriebspersonal und der Binnenschifffahrt. Wegen der optimalen Funkausbreitungsbedingungen und aus Platzmangel steht die NIF-Anlage auch manchmal

außerhalb des Schleusenbetriebsgebäudes, z.B. im Wehrantriebshaus. Sie besteht im Wesentlichen aus dem Sende-/Empfangsgerät, der Duplexweiche, dem Parallelschaltgerät, dem Fernsteuermagazin, der unterbrechungsfreien Stromversorgung und der Antennenanlage. Das dazugehörige Tischbedienteil vor Ort (BTO) steht auf dem Bedienpult der Schleuse, einschließlich 19“-Elektronikteil eingebaut im Fm-Schrank im Leitstand. Ein abgesetztes, baugleiches 2. BTO steht auf dem Bedienplatz dieser Schleuse in der Fernbedienungszentrale.

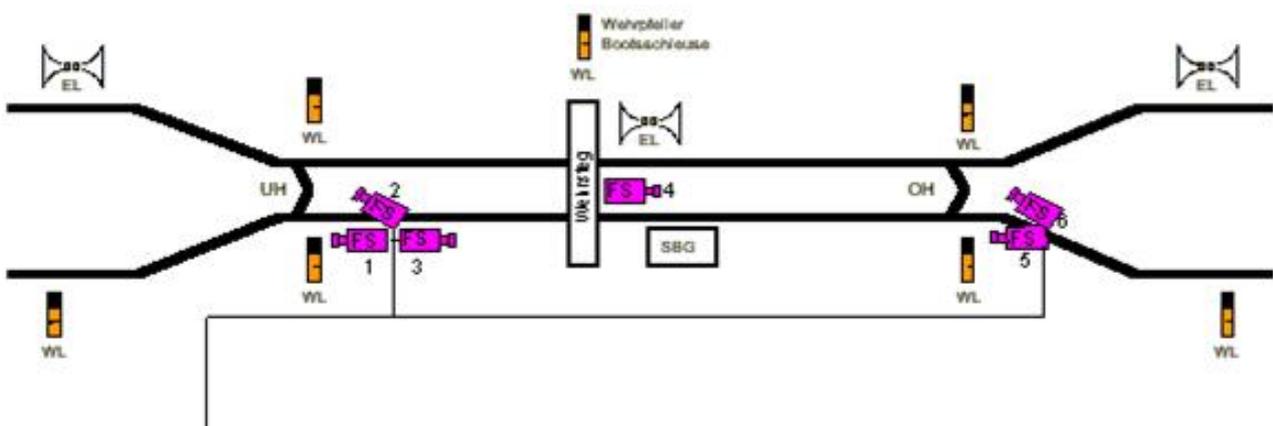
Für die Anschaltung der analogen Sprach- und Steuersignale wird an den Multiplexern jeweils eine analoge 4-Draht-Schnittstelle (Baugruppe FEK 8) und im Übertragungssystem ein PCM30-Kanal benötigt.

Das BTO auf der Schleuse erhält die erste Priorität. Das heißt, ein potentieller Bediener vor Ort kann jederzeit das Gespräch „Fernsteuerzentrale-Schifffahrt“ unterbrechen und die weitere Gesprächsabwicklung übernehmen. Die grundsätzlichen betrieblichen Anforderungen an das System sind in der „Erweiterten Baubeschreibung“ (ursprünglich ZTV-NIF bezeichnet) des SV Koblenz detailliert beschrieben.

**1.1.5 Fernsehüberwachung**

Unter Berücksichtigung der Nutzlänge mit ca. 300 m und der Nutzbreite mit 12,00 m der Schleusenammer wurden durch Versuche die Anzahl der Kameras und die Montageorte ermittelt. Mit der Vorgabe, einen lückenlosen Übergang der zu überwachenden Gefahrenbereiche - wie der untere- und obere Vorhafen und die Torwendebereiche mit der Kammerbelegungsmarkierung - bei der Bildwiedergabe und unter Beibehaltung der 18 m hohen begehbaren Stahlrohrmaste zu erhalten, ergaben sich folgende Standorte:

- K1:** Montageort - auf 18 m-Mast am Unterhaupt  
Brennweite - 6,5 - 78 mm  
Beob.bereich - unterer Vorhafen
- K2:** Montageort - auf 18 m-Mast am Unterhaupt  
Brennweite - 4,8 mm  
Beob.bereich - Torwendebereich Unterhaupt, Stoßschutz, Kammerbelegungs markierung
- K3:** Montageort - auf 18 m-Mast am Unterhaupt  
Brennweite - 6,5 - 78 mm  
Beob.bereich - oberer Teilbereich Schleusen kammer



**Bild 1:** Kamera-Montageorte

## Binnenschifffahrt, Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen (1)

### Fernsteuerung von Schleusen

- K4:** Montageort - im Wehrsteg  
 Brennweite - 6,5 - 78 mm  
 Beob.bereich - oberer Vorhafen
- K5:** Montageort - auf 18 m-Mast am Oberhaupt (montiert in 8 m Höhe)  
 Brennweite - 6,5 - 78 mm  
 Beob.bereich - unterer Teilbereich Schleusenkammer, Einfahrtsbereich UH-Strassenbrücke
- K6:** Montageort - auf 18 m-Mast am Oberhaupt  
 Brennweite - 4,8 mm  
 Beob.bereich - Torwendebereich Oberhaupt, Kammerbelegungsmarkierung

Durch Wehrstege war es manchmal nicht möglich, die „so genannte gegenläufige Darstellung“ zu vermeiden, verursacht durch die Kameras K3 und K4. Normalerweise sind diese am selben Standort bzw. mit derselben „Blickrichtung“ zu montieren.

Die Farbfernsehkamera besteht aus einem 1/2" CCD-Bildwandler, mit Bildspeicher zur Verbesserung der Lichtempfindlichkeit durch die Halbbildintegration, mit Spitzlichtaustastung und automatischem Schwarz-/Weißabgleich, sowie einer zentralen Prozessorverwaltung mit RS 485 Schnittstelle. Sie ist bestückt mit einem asphärischen Objektiv, mit videosignalgesteuerter Blendenregelung, ND-Verlauffilter und den vorgegebenen Brennweiten. Die Zoomobjektive besitzen freiprogrammierbare Einzelpositionen und über eine serielle Schnittstelle sind alle Kameraparameter über das Bedienteil vom Steuerpult aus steuer- und einstellbar.

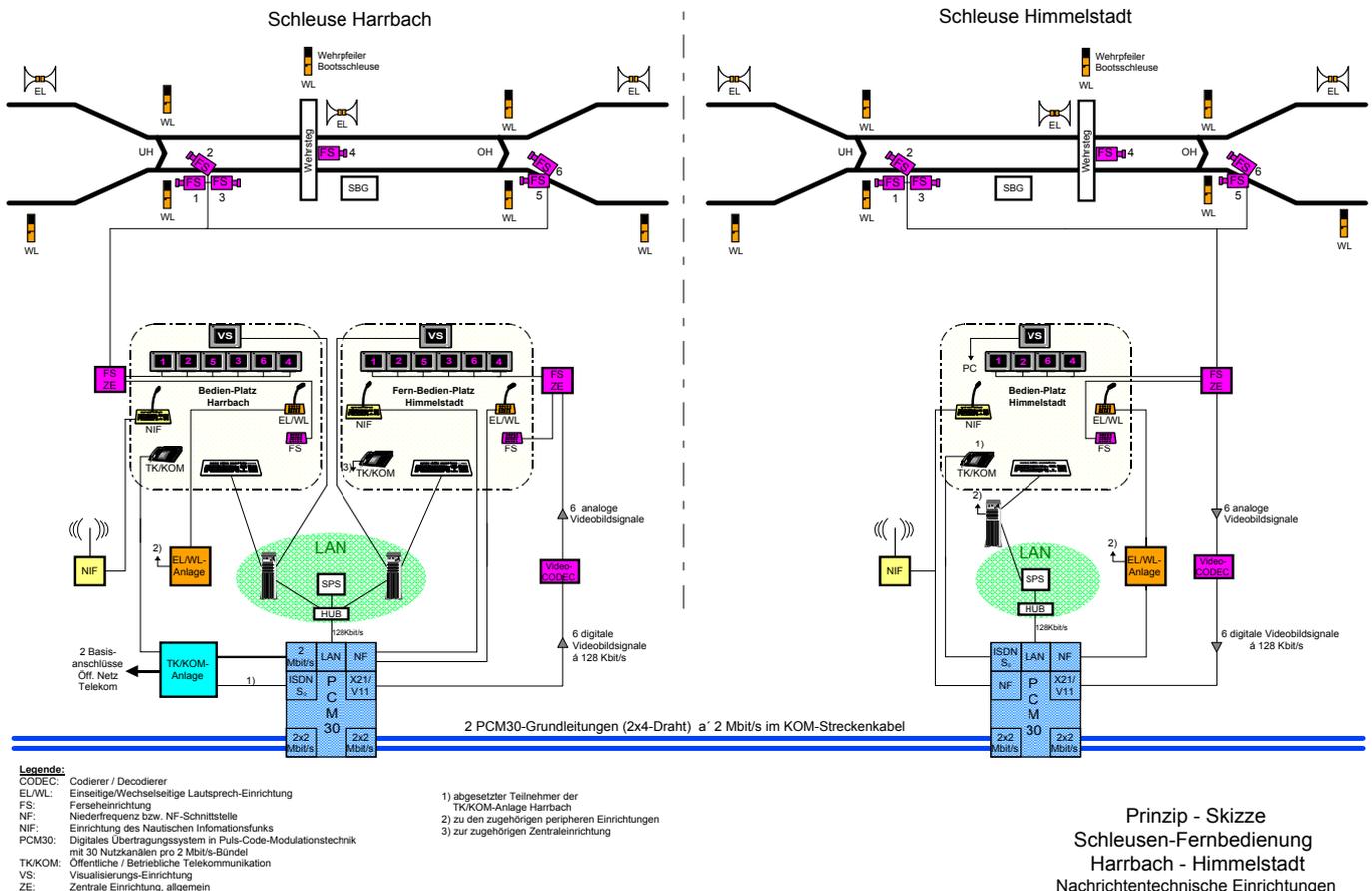
Die Übertragung der Steuer- und Videosignale von der Kamera und dem Schwenk-Neigekopf bis zum Kameraanschlusskasten im Tor-/Wehrantriebsgebäude ist über getrennte Systemkabel und von hier aus zweidrahtig über sternverteilte Fm-Ortskabel zum Schleusenbetriebsgebäude realisiert. Es gibt keine Klemmstellen im und auf dem Mast.

An der jeweiligen Schleuse sind insgesamt 6 wetterfeste Farbfernsehkameras mit Schwenkneigekopf, vier 13,8" TFT-Bildschirme, mit der dazugehörigen Zweidrahtübertragungsstrecke installiert.

Man hat für die Bildbetrachtung hier direkt an der fernbedienten Schleuse auf die Beschaffung zweier Monitore für die Bildwiedergabe der unteren und oberen Kammerbereiche verzichtet, wie es bei ständig besetzten Schleusen auch der Regelfall ist.

Für die Auswahl der Flachbildschirme gibt es eindeutige Bewertungskriterien. Die Hintergrundbeleuchtung und deren Verteilung bestimmen die Helligkeit und den möglichen Bildbetrachtungswinkel. Dabei wurde durch Betrachtungsversuche und Vergleiche festgestellt, dass die Hintergrundbeleuchtungsverteilung mindestens 200 cd/m<sup>2</sup> und der Betrachtungswinkel mindestens 140° betragen sollte, was die Natürlichkeit und die Gleichmäßigkeit der Farbwiedergabe bei Änderung des Blickwinkels und des Fremdlichtverhaltens gewährleistet.

Die Erfahrungen aus Systemanalysen anderer Schleusen zeigen, dass der Einsatz von positionierbaren Schwenk-Neigeköpfen vorteilhaft ist. Trotz der vielen Vorteile der CCD-Bildwandler gegenüber der schwarz/



**Bild 2:** Fernübertragungsprinzip Himmelstadt - Harrbach

weiß Newkonaufnahmeröhre hat der Farbbild-Sensor zwei wesentliche Nachteile: den Smaear-Effekt und das Gegenlichtverhalten. Diese Effekte treten bei sehr schwacher Ausleuchtung der Aufnahmeszene in Form von weißen, senkrechten Streifen auf, die z.B. von Positionsluchten oder Lukenabdeckung aufgenommener Schiffe ausgehen. Auch Reflexionen und Spiegelungen der Sonne an der Wasseroberfläche führen zu mehr oder weniger großen weißen Flecken die den gesamten Bildschirm einnehmen. Diese Fehler kann die Elektronik von sich aus durch Abgleich nicht regeln, aber durch ein kurzzeitiges Schwenken der Kamera lassen sich diese Fehler beheben.

Die von den Kameras gelieferten analogen Videosignale bedürfen aufgrund ihrer großen Bandbreite (ca. 5,5 MHz) einer speziellen digitalen Aufbereitung für die Übertragung im PCM30-System. Hierzu werden die Videosignale einem CODEC zugeführt, der die Digitalisierung und Komprimierung der Bilddaten vornimmt. Je nach Einstellung liefert der CODEC ein Datensignal mit einstellbarer Bitrate von 64 Kbit/s bis ca. 2 Mbit/s. Die Einspeisung des Datensignals in den Multiplexer zur Übertragung zur Fernbedienzentrale erfolgt mit einer X.21/V.11-Datenschnittstelle (Baugruppe DSK X.21/V.11). Diese Datenschnittstelle kann in 64 Kbit/s-Schritten von 64 Kbit/s bis 512 Kbit/s, je nach gewünschter Bildqualität, eingestellt werden. Für die Übertragung im PCM30-System wird für jedes Kamerabild pro 64 Kbit/s Datenvolumen ein PCM30-Kanal benötigt. Auf der Gegenseite, d.h. an der Fernbedienzentrale erfolgt die Rückwandlung der Datensignale in analoge Signale unter Einsatz der gleichen Gerätschaften und Schnittstellen und schließlich die Wiedergabe auf den Monitoren des Bedienplatzes der jeweiligen Schleuse. Steuerinformationen für die Kamerasteuerung (Schwenken/ Neigen/ Zoom) sind in den v.g. Datensignalen enthalten.

Die Bildqualität ist stark von der Übertragungsrate abhängig. In einer an der Schleuse Harrbach durchgeführten Untersuchung zur Optimierung der Bildqualität wurden verschiedene Übertragungsraten getestet und die jeweilige Bildqualität beurteilt. Unter Berücksichtigung der verfügbaren Übertragungskapazität des PCM30-Systems lassen sich zusammenfassend folgende Empfehlungen geben:

**Mindestanforderung**

- Mittlerer und entfernter Beobachtungsbereich (Kammerausschnitte und Vorhäfen):  
je Kamerabild 256 Kbit/s entspr. 4 PCM30-Kanäle
- Nahbereich (Tore):  
je Kamerabild 384 Kbit/s entspr. 6 PCM30-Kanäle

**Regelanforderung**

- Entfernter Beobachtungsbereich (Vorhäfen)  
je Kamerabild 256 Kbit/s entspr. 4 PCM30-Kanäle
- Mittlerer Beobachtungsbereich (Kammerausschnitte):  
je Kamerabild 384 Kbit/s entspr. 6 PCM30-Kanäle
- Nahbereich (Tore):  
je Kamerabild 512 Kbit/s entspr. 8 PCM30-Kanäle

**Optimalanforderung**

- je Kamerabild 512 Kbit/s entspr. 8 PCM30-Kanäle

Eine weitere Erhöhung der Bildübertragungsraten brachte im vorliegenden Anwendungsfall keine merklichen Verbesserungen der Bildqualität.

**1.1.6 Pegelanzeige**

Die an den Schleusen vorhandene Pegel OW, UW und UW OL werden für die Fernbedienung zum Bedienplatz der jeweiligen Schleuse in der Fernbedienzentrale im Rahmen der Prozessdaten der SPS-Schleusensteuerung übertragen, so dass hierauf nicht näher eingegangen wird.

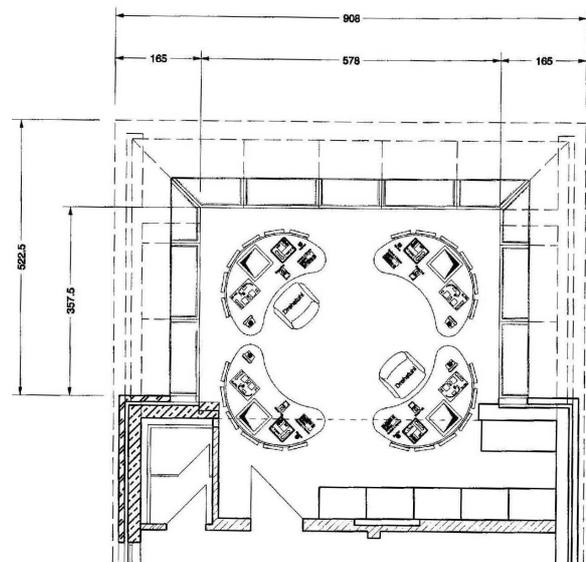
**1.1.7 Steuerungsprozess**

Die Prozessdaten der SPS-Schleusensteuerung werden aus dem jeweiligen LAN über einen Sternkoppler einer LAN-Schnittstelle mit 100 Base T-Anschluß des Multiplexers zugeführt. Für die Übertragung im PCM30-System können 1 bis 31 PCM30-Kanäle je 64 Kbit/s konfiguriert werden. Im vorliegenden Fall erfolgt die Übertragung mit 128 Kbit/s (2 PCM30-Kanäle).

**2. Bedienstände**

Im Steuerstand der Fernbedienzentralen ist 1 Arbeitsplatz für je 2 Schleusen vorgesehen. Der Probebetrieb beschränkt sich jedoch zunächst nur auf die Fernsteuerung der Schleuse Himmelstadt durch die Schleuse Harrbach.

Der Tagbetrieb im Endzustand sieht vor, dass zwei Schleusen jeweils an zwei Bedienplätzen durch einen Beschäftigten und die Schleusen drei und vier von jeweils zwei Bedienplätzen durch einen weiteren Beschäftigten gesteuert werden. Im Nachtbetrieb sollen diese 4 Bedienplätze durch einen Beschäftigten gesteuert werden. Jeder Bedienplatz der Fernsteuerstelle erhält 6 Flachbildschirme für die Fernsehkameras und 1 Flachbildschirm für das Prozessbild der Schleusensteuerung. Daneben werden die erforderlichen Kommunikationseinrichtungen untergebracht. Die Steuerung erfolgt mittels Trackball. Die Tastatur wird nur für Einstell- bzw. Kalibrierarbeiten benötigt.



**Bild 3 :** Anordnung der Fernbedienarbeitsplätze in Harrbach

Die Fernsehbildschirme werden so angeordnet, dass der Schleusungsvorgang wie vom wirklichen Steuerstand aus gesehen, d.h. Unterwasser links, Oberwasser rechts, betrachtet werden kann. Die Bedienplätze der Fernsteuerstelle wie auch der des Steuerstandes der jeweiligen Schleuse werden typgleich angeordnet, d. h. alle Elemente und Einrichtungen u. dgl. sind so gestaltet, dass dadurch eine Fehlhandlung aufgrund von Personalwechsel durch fehlerhafte Betätigung verhindert werden soll.



**Bild 4 :** Bedienstand in Harrbach (Tisch in Sitzposition)

Die Telekommunikation ist so ausgerichtet, dass z.B. bei dem Bedienplatz der Fernsteuerstelle für eine Schleuse nur Gespräche auflaufen, die an diese Schleuse gerichtet sind. Gleiches gilt für die Einrichtungen des Nautischen Informationsfunks. Auch die Anrufe von den Wechselsprechstellen in den Vorhäfen, Antriebshäusern, Bootsschleusen- und Wehrantriebshäusern einer Schleuse werden zur Fernbedienzentrale weitergeleitet und laufen dort auf dem entsprechenden Bedienplatz auf.



**Bild 5:** Bedienstand in Harrbach (Tisch in Standposition)

Zur Fernübertragung der für die Fernsteuerung der Schleusen benötigten Audio- und Videodaten wird ein digitales Medium benötigt, weshalb die Wasserstraßenfern-Verbindung von analoger auf digitale Übertragung umgestellt wird.

## 2.1 Eigene SPS Programm Erstellung

Dadurch, dass in der FMS die Programme für die in Auftrag genommenen Schiffschleusenanlagen in Eigenregie erstellt werden, ist es möglich, dass die Steuerungen entsprechend den Bedürfnissen und Wünschen der Kunden wirtschaftlich angepasst werden können, wobei auch hier immer die Sicherheit für Mensch und Maschine im Vordergrund steht.

Für den unwahrscheinlichen Fall, dass während des normalen Betriebes ein Fehler auftritt, der eindeutig dem SPS Programm zuzuordnen ist, kann durch einen kurzen Anruf in der Dienststelle das Fachpersonal, entsprechend der Gewichtung des aufgetretenen Fehlers, sofort in Aktion treten und den Fehler möglicherweise schon telefonisch oder dann vor Ort beseitigen. Der Zwischenschritt, eine Firma zu beauftragen, entfällt und somit auch die Mehrkosten für den industriellen Aufwand.

Programmergänzungen und -änderungen können ebenso von eingewiesenem Fachpersonal (z.B. PU/Bauhof) unter eventueller Anleitung der FMS telefonisch vorgenommen werden. Die SPS-Programmpflege ist nach jeder Änderung so zu betreiben, dass sie über einen Ausdruck der geänderten Sektion dokumentiert wird.

Der positive, psychologische Effekt auf das Personal an der Schleuse ist durch die eigene Programmerstellung auch nicht zu verachten. So kann z.B. besser auf die Schichtleiter eingegangen werden und sinnvolle Verbesserungsvorschläge gehen ohne den Umweg eines zusätzlichen Auftrages an die Industrie direkt in das Programm ein.

Die Änderungen an der Bedienoberfläche des Bildschirms werden vom Personal der Schleuse mitbestimmt. So kommt es eher zu einer Identifizierung mit dem neuen Arbeitsplatz als es vorher der Fall war.

Für den Elektriker der PU besteht die Möglichkeit sich in vollkommen eigener Zuständigkeit durch das SPS Programm zu bewegen, ohne dass bei einem etwaigen Eingriff die Gewährleistung ausläuft. Er kann sich somit fortbilden und sicherer im Umgang mit Bits und Bytes werden.

## 2.2 Einbindung der Visualisierung

Für das Visualisierungssystem werden in der Regel hardwareseitig die am Markt angebotenen Komponenten verwendet. Bei der Verwendung des TCP/IP Datenprotokolls läuft alles über eine herkömmliche Netzwerkkarte.

Für die Anzeige der Bilder wird bei diesen modernen Bedienständen je ein TFT-Monitor benutzt. Als Betriebssystem wird Windows XP verwendet. Zur Erstellung der Applikation benötigt man das Programm PVSS II der Firma ETM.

Der wichtigste Punkt zur Einbindung der Visualisierung in das Steuerungspaket ist eine genaue Abstimmung der Adresspunkte im System. Da dies auf kurzem Weg im eigenen Haus bei der Abstimmung der SPS mit dem Visualisierungssystem im Vorabversuch geschieht, können hier im Vorfeld manche bösen Überraschungen bei der Inbetriebnahme ausgeschaltet werden.

Die Gestaltung der Bedienbilder erfolgt mit einem einfachen Grafikprogramm, das in der Grundapplikation PVSS II enthalten ist. Mit diesem Softwaretool werden die Bedienoberflächen entwickelt und mit Aktion erfüllt. Skripte erweitern die Funktionalität des Programms.

Die Bereitstellung der Fähigkeit zur Ausführung von Befehlen und logischen Operationen basiert auf bestimmten Kriterien (z.B. eine gedrückte Taste, ein geöffnetes Fenster, ein geänderter Wert usw.). Bedienungs freigaben werden nicht nur intern im Visualisierungssystem gebildet, sondern auch vom SPS-Programm. Diese ergeben dann eine gemeinsame Sicherheitsstruktur für das Schleusenpersonal. Fehlbedienungen werden ausgeschlossen.

### 2.3 Darstellung der einzelnen Bedienbilder

#### 2.3.1 Bedienbild Automatik-Betrieb

Ins Automatikbild kann der Anwender nur wechseln, wenn die Verriegelungsbedingungen erfüllt sind. Dies bedeutet im Einzelnen, dass die Torpegeldifferenz nicht gestört sein darf und dass ein gleichzeitiges Fahren der Umlaufverschlüsse der gegenüberliegenden Häupter nicht möglich ist. Die Stossschutzeinrichtung spielt keine Rolle. Falls diese defekt sein sollte, wird der Aufnahmearm mit einem Sicherungsbolzen gegen Herabsinken gesichert. Die Verriegelungsbedingungen werden im Fenster Sonderprogramme ausgeschaltet.

Die Ein- und Ausfahrtsignale werden separat angewählt und mit dem entsprechenden Taster umgeschaltet. Bevor mit einer automatischen Berg- bzw. Talschleusung begonnen werden kann, gibt der Anwender mit dem Belegungswahltaster die Geschwindigkeit vor, mit der die Umlaufverschlüsse aufgefahren werden. Belegung 0 bedeutet, dass die ULV's ohne Halt von der Geschlossenlage in die Offenlage gefahren werden. In den anderen Stufen werden die ULV's nach vorgegebenen Zeitstufen aufgefahren. Dies bewirkt, dass die Wasserschwankungen in der Kammer möglichst gering gehalten werden.

Sind alle Einstellungen getroffen wird das Automatikprogramm entweder zu Tal mit „Talfahrt“, oder zu Berg

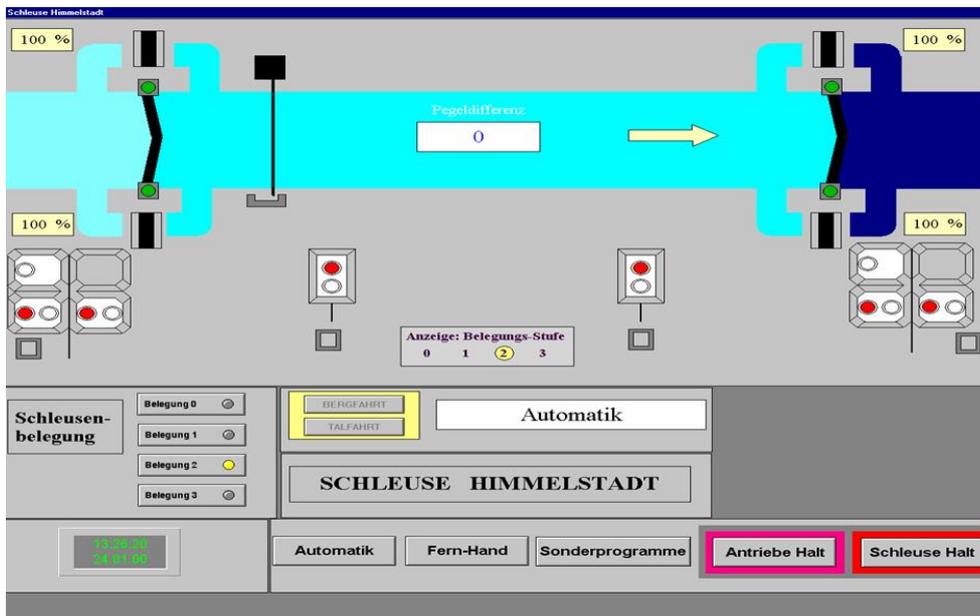
mit „Bergfahrt“ gestartet. Ab diesem Zeitpunkt läuft die Schleusung voll automatisch. Der Schleusenbediener kann nun den Schleusungsvorgang beobachten und bei Bedarf eingreifen, in dem er mit „Antriebe Halt“ alle laufenden Antriebe stoppt. Ein Bildwechsel, „Schleuse Halt“, oder eine schwerwiegende Störung würden den Automatikablauf ebenfalls beenden. Ist der Schleusungsvorgang abgeschlossen muss der Schleusenbediener das Ausfahrtsignal auf Grün umschalten und somit können die Schiffe ausfahren.

#### 2.3.2 Bedienbild Fernhand-Betrieb

In der Fernhandbedienung hat der Anwender sehr viel mehr Möglichkeiten in den Schleusungsvorgang einzuwirken. Er kann durch Anwahl Paarbtrieb bzw. Einzelbetrieb die Tore bzw. ULV's je Hauptseite miteinander bzw. einzeln steuern. Er kann Verriegelungsbedingungen aufheben und so Sonderbetriebsfälle wie Eisabfuhr ausführen. Der Stossschutz kann geschlossen oder geöffnet werden. Die Signale sind auch hier separat bedienbar und die Belegung muss vorgegeben sein, damit ein sicherer Schleusungsablauf gewährleistet ist.

Durch einen Mausklick auf einen Taster, wie „Tor UH LS“, im Schemabild der Schleuse öffnet sich im unteren Teil des Fensters die Wahlmöglichkeit zum Öffnen oder Schließen des Tores. Wenn der Taster Öffnen/ Schließen mit schwarzer Schrift dargestellt ist kann er bedient werden. Graue Aufschrift entgegen bedeutet, dass keine Freigabe erteilt ist. Der Prozess ist noch einmal zu überprüfen und gegebenenfalls sind Einstellungen vorzunehmen, damit die Freigabebedingungen erfüllt werden.

Im Schemabild der Schleuse werden neben den Tor-, ULV-, STS- Stellungen in optischer Ansicht durch Bewegungen auch die Differenz zwischen Kammer und den Vorhafenwasserständen als Pegeldifferenz angezeigt. Der Wasserstand in der Kammer wird zusätzlich durch einen Farbumschlag verdeutlicht. Ist der jeweilige Ausgleichspegel erreicht ist dies durch gleiche Farbgebung der Kammer mit dem dazugehörigen Vorhafen dargestellt.



**Bild 6:** Visualisierung Automatik-Betrieb

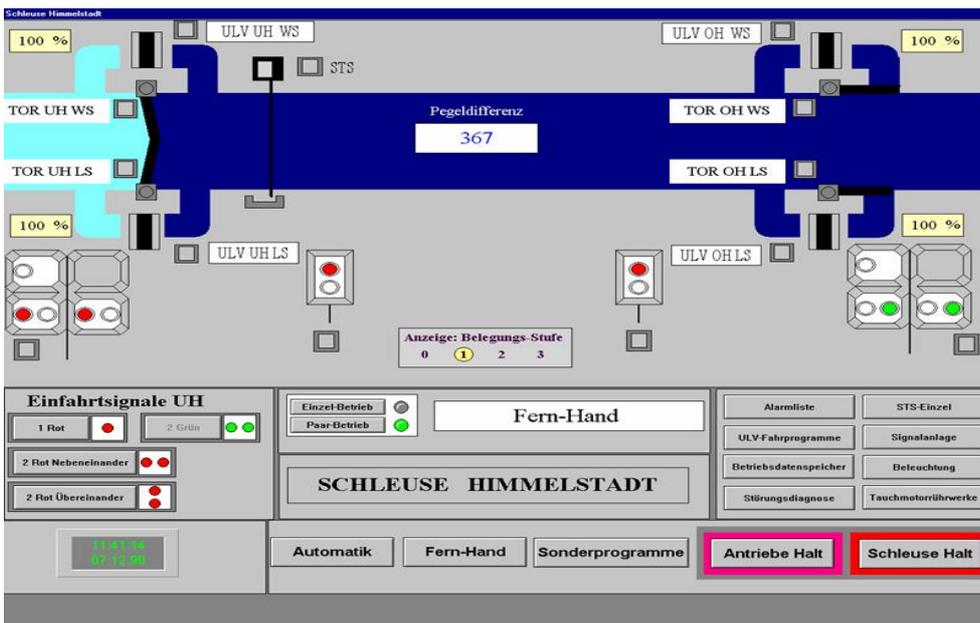


Bild 7: Visualisierung Fern-Hand-Betrieb

### 2.3.3 Bedienbild Sonderprogramme

In diesem Spezialfenster findet keine Schleusenbedien-  
nung statt. Es wird zum Umschalten der Verriegelungs-  
bedingungen genutzt und bietet zusätzlich die Anwahl  
von acht weiteren Tools.

Im Einzelnen sind dies:

- eine Alarmliste, um auflaufende Störungen zu ver-  
folgen und zu quittieren,
- ein Programm, um die ULV-Fahrzeiten zu verän-  
dern,
- ein Betriebsdatenspeicher, der die Vorgänge der  
gesamten Bedienung aufzeichnet,
- ein Tool für die Störungsdiagnose, dass eine Onli-  
ne-Hilfe beinhaltet,

le auch direkt an der Wasserstraße liegt. Es ist vorge-  
sehen, möglichst immer vier Schleusen in einer Fern-  
bedienzentrale zusammenzufassen. Sollten in Zukunft  
jedoch die Schleusen untereinander mit Glasfaserlei-  
tungen verbunden sein, kann man sich auch Fernbe-  
dienzentralen größeren Umfanges vorstellen.

### Verfasser

Dipl.-Ing. Rolf Kühlewind  
Fachstellenleiter  
Fachstelle Maschinenwesen Süd  
Gleißbühlstrasse 7, 90502 Nürnberg  
Tel.: 0911 20645 – 600  
E-Mail: [kuehlewind.fms@genion.de](mailto:kuehlewind.fms@genion.de)

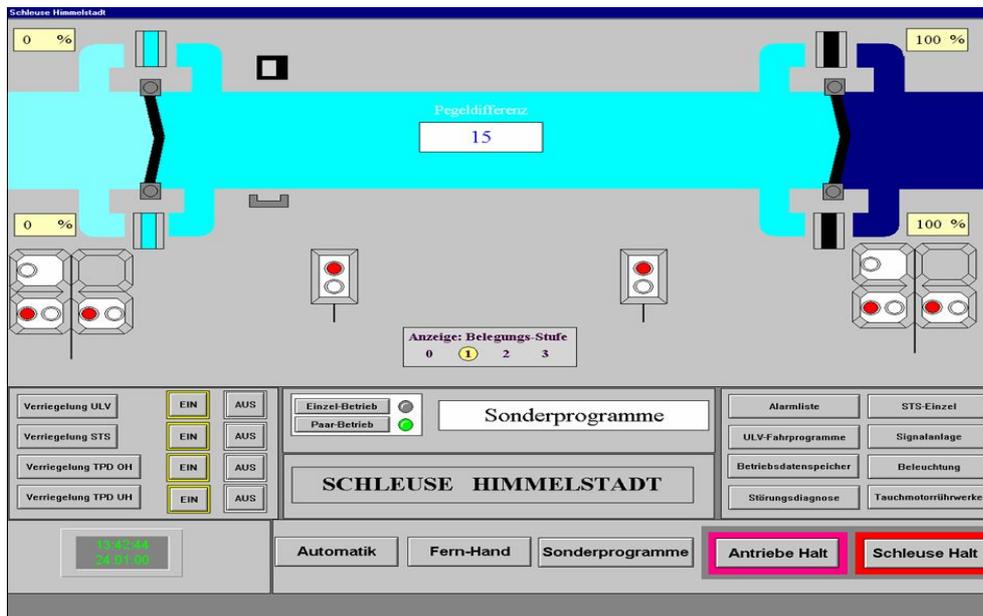


Bild 8: Visualisierung Sonderprogramme

- ein Taster, der ein Fenster auf den Bildschirm auflendet, um den Stosschutz mit den gesamten Einzelfunktionen zu bedienen,
- außerdem können die Tauchmotorrührwerke, die Beleuchtung und die Signalanlage in verschiedene Betriebszustände geschaltet werden.

Bis Ende des Jahres 2010 sollen im Bereich der WSD-Süd alle Schleusen über Fernbedienzentralen ferngesteuert werden. Dabei ist vollkommen irrelevant, ob die jeweilige Fernbedienzentrale