

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE BERICHTE

FZR-297

Juli 2000

ISSN 1437-322X



Matthias Beyer, Helmar Carl und Thomas Reitz

**Unterstützung der ukrainischen
Aufsichtsbehörde bei der Einrichtung
einer verbesserten betrieblichen
Überwachung für das gesamte
KKW Saporoshje**

Abschlussbericht - Teil I

Förderkennzeichen: TAP 9902

Abschlussdatum: 30.06.2000

Abschlussbericht Teil I

Unterstützung der ukrainischen Aufsichtsbehörde bei der
Einrichtung einer verbesserten betrieblichen Überwachung
für das gesamte KKW Saporoshje

Förderkennzeichen: TAP 9902

Abschlussdatum: 30.06.2000

Bearbeiter:

M. Beyer
H. Carl
T. Reitz

Anmerkung:

Dieser Bericht ist vom Forschungszentrum Rossendorf e.V. (AN) im Auftrage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Vorhabens TAP 9902 erstellt worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Dieser Bericht gibt die Meinung und Auffassung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des auftraggebenden Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit übereinstimmen.

Kurzfassung

Das Mitte der 90er Jahre im KKW Saporoshje als Pilotprojekt für den 5. Block eingerichtete System zur verbesserten betrieblichen Überwachung wurde auf alle 6 Blöcke erweitert und mittels moderner Kommunikationstechnik an das Informations- und Krisenzentrum der ukrainischen Aufsichtsbehörde in Kiew angeschlossen. Die zur Komplettierung des Rechnernetzes am Standort benötigten aktiven Komponenten wurden einvernehmlich spezifiziert, in Deutschland beschafft, im notwendigen Umfang erprobt, in die Ukraine überführt und dem Partner am Einsatzort unentgeltlich überlassen. Nach der entsprechenden Erweiterung der Software für die Informationsverarbeitung, -übertragung und -bewertung können von jedem der sechs VVER-1000 Blöcke 159 sicherheitsrelevante betriebliche und 25 radiologische Messwerte kontinuierlich erfasst, vor Ort in Form von Tabellen, Grafiken und Schemata online dargestellt und bewertet sowie nach Kiew übertragen werden. Damit steht im Informations- und Krisenzentrum in Kiew der gleiche Informationsumfang für Überwachungszwecke zur Verfügung.

Abstract

The system to improve the operational monitoring of the unit 5 of the Zaporozh'ye NPP which was put into operation as a pilot project in the middle of the nineties has been extended to all six units and connected by means of modern communication hardware with the Information- and Crisis Centre (ICC) of the Ukrainian Supervisory Authority in Kiev. The technical means necessary for the completion of the local network in the Zaporozh'ye NPP were jointly specified, procured in Germany, tested in the necessary extent, consigned to the Ukraine and handed over free to the partner at the place of action. After an appropriate enlargement of the software for information processing, transfer and evaluation 159 safety related operational and 25 radiological measuring values of each of the six VVER-1000 units can be permanently recorded, online illustrated and evaluated on a computer in forms of diagrams, charts and graphs at the NPP site as well as transferred to the ICC. Thus, the same information quantity can be used for monitoring purposes in the ICC in Kiev.

Аннотация

Созданная в середине 90-их год в качестве пилот-проекта для пятого блока Запорожской АЭС система дистанционного мониторинга была расширена на все шесть блоков и подключена в Информационно-кризисный центр надзорного органа Украины современной коммуникационной техникой. Необходимые для усовершенствования компьютерной сети на промплощадке ЗАЭС составляющие были совместно с украинской стороной согласованы, приобретены в Германии, опробованы в необходимом объеме, приведены на Украину и безвозмездно переданы в собственности украинского партнера. После доработки программного обеспечения обработки, передачи и оценки информации, с каждого из шести энергоблоков типа ВВЭР-1000 непрерывно можно получить 159 важные для безопасности технологические и 25 радиологические значения измерения. После обработки такие значения представляются и оцениваются в системе на ЗАЭС в виде схем, таблиц и диаграмм в режиме реального времени. Кроме того, эти данные в таком же объеме непрерывно передаются в Информационно-кризисный центр в Киев и принимаются там таким же образом как на ЗАЭС с целью надзора в области атомной энергетики.



Luftbild vom Kernkraftwerk Saporoshje (1999)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Liefer- und Leistungsumfang zur Komplettierung des Rechnernetzes am KKW Standort in Saporoshje.....	5
2.1 Spezifikation und Beschaffung des Liefersortiments	5
2.2 Erprobung und Funktionsnachweis der technischen Mittel im Labor	7
2.3 Einweisung des Nutzerpersonals.....	9
2.4 Ausführungsgenehmigung	9
2.5 Lieferung	10
2.6 Auszollung und Überlassung	10
2.7 Mitwirkung bei der Installation und Inbetriebnahme.....	11
3. Die verbesserte betriebliche Überwachung am KKW Standort in Saporoshje	12
3.1 Einbezogene Parameter	12
3.2 Bereitstellung der Daten am KKW Standort.....	15
3.3 Systemerprobung und Vorschläge zur Systemoptimierung	16
4. Der Informationstransfer aus dem KKW Saporoshje zum Informations- und Krisenzentrum nach Kiew.....	19
4.1 Struktur der überwachungsspezifischen Files.....	19
4.2 Realisierung der Informationsübertragung.....	20
5. Die Informationsverarbeitung und –bewertung im Informations- und Krisenzentrum	23
6. Zusammenfassung und Ausblick.....	30
7. Literatur	33

1. Einleitung

Die zu Beginn der neunziger Jahre in der Ukraine praktizierte KKW-Überwachung ermöglichte der Aufsichtsbehörde nur einen unzureichenden Zugang zu Informationen über den jeweils aktuellen betrieblichen Sicherheitszustand. Ergebnisse von Sicherheitsanalysen für die ukrainischen Kernkraftwerke zeigten u.a., dass es zwingend erforderlich war, die Möglichkeiten der sicherheitsbezogenen betrieblichen Überwachung durch die Behörde zu verbessern.

Für den 5. Block des KKW Saporoshje - WWER-1000/W-320 - wurde deshalb vom Forschungszentrum Rossendorf im Verbund mit dem TÜV Rheinland ein modernes Überwachungssystem als Pilotprojekt konzipiert, eingerichtet und Ende 1995 in den Probetrieb überführt [1-3]. Es ergänzt die vorhandenen betrieblichen Kontroll- und Überwachungseinrichtungen durch Einbeziehung moderner Mess-, Informations- und Rechentechnik. Das System ermöglicht eine kontinuierliche Beobachtung und sicherheitstechnische Bewertung des Blockzustandes im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen bzw. Störfällen, so dass bei erkennbaren Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb frühzeitig durch Anfrage und Anordnung darauf reagiert werden kann.

Seit der Funktionserprobung unter Kraftwerksbedingungen arbeitet das System ab Mitte 1996 ohne wesentliche Beanstandungen. Im Jahre 1997 wurden die Überwachungsmöglichkeiten weiter ausgebaut. Mitarbeiter des FZR rüsteten das Informations- und Krisenzentrum der ukrainischen Aufsichtsbehörde in Kiew mit der unbedingt notwendigen Hard- und Software aus und schlossen das im KKW Saporoshje eingerichtete System mit Hilfe moderner Übertragungstechnik an dieses Zentrum an. Seit Anfang 1998 können online Daten aus dem Saporoger System nach Kiew übertragen und dort bewertet werden. Eine verbesserte betriebliche Überwachung des KKW Saporoshje, Block 5, durch die ukrainische Aufsichtsbehörde ist damit am KKW Standort und von Kiew aus möglich [4,5].

Analog zum Pilotprojekt für den 5. Block des KKW Saporoshje wurde im Jahre 1998 für die beiden WWER-440 Blöcke des KKW Rovno ein modernes Überwachungssystem am KKW Standort eingerichtet und mit dem Informations- und Krisenzentrum mittels moderner Kommunikationstechnik verbunden. Seit März 1999 werden sicherheitsrelevante Daten auch von diesen Blöcken online nach Kiew übertragen und im Zentrum bewertet [6].

In Weiterführung der bisherigen Arbeiten bestand die Aufgabe des Forschungszentrums Rossendorf im Berichtszeitraum - Januar 1999 bis Juni 2000 – in der Integration der Blöcke 1 bis 4 und 6 sowie des Spezialgebäudes 1 des KKW Saporoshje in das bestehende Überwachungssystem und im Anschluss an das Informations- und Krisenzentrum in Kiew. Folgende wesentliche Einzelaufgaben waren dabei zu lösen:

- Komplettierung des Rechnernetzes am KKW-Standort mit Hilfe moderner Hardwarekomponenten,
- Erweiterung der Software zur Auskopplung, Prüfung und Verarbeitung der für eine verbesserte betriebliche Überwachung des gesamten KKW Standortes Saporoshje ausgewählten sicherheitsrelevanten Daten,
- Erprobung und Realisierung des notwendigen Datentransfers zum Informations- und Krisenzentrum der ukrainischen Aufsichtsbehörde sowie in der
- Adaption der Software zur Verarbeitung, Bewertung und Darstellung der aus dem KKW Saporoshje übertragenen Informationen im Informations- und Krisenzentrum in Kiew.

An der Vorhabensrealisierung wirkten das KKW Saporoshje und das Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht (IZ AkA) beim Ministerium für Um-

weltschutz und Kernsicherheit der Ukraine als Unterauftragnehmer auf vertraglicher Basis mit.

Der vorliegende Bericht des FZR beschreibt nach den einleitenden Erläuterungen im Kapitel 2 die Realisierung des Liefer- und Leistungsumfanges zur Komplettierung des Rechnernetzes im KKW Saporoshje. Im Kapitel 3 werden die Ergebnisse, die bei Aufbau und Erprobung der verbesserten betrieblichen Überwachung am KKW Standort erzielt wurden, vorgestellt und erläutert. Inhalt des nachfolgenden Kapitels 4 ist der zwischen dem KKW Saporoshje und dem Informations- und Krisenzentrum in Kiew eingerichtete Informationstransfer. Kapitel 5 gibt einen Überblick über die Verarbeitung und Bewertung der übertragenen Daten im Informations- und Krisenzentrum. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick im Kapitel 6 schließen den Bericht ab.

Die Zusammenarbeit mit dem Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht und mit dem KKW Saporoshje erfolgte in vier deutsch-ukrainischen Treffen, auf denen alle wesentlichen Zwischenergebnisse und die weiteren Arbeitsschritte beraten und abgestimmt wurden. Darüber hinaus gab es rege fernmündliche und fernschriftliche Kontakte zur Abstimmung einer Vielzahl fachlicher und organisatorischer Details.

Die regen Kontakte mit dem Auftraggeber und dem Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, waren für die Vorhabensbearbeitung überaus nützlich. Zwischenergebnisse wurden regelmäßig und umfassend in Wort und Schrift mitgeteilt. Außerdem fand je ein Projektgespräch im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und im Bundesamt für Strahlenschutz statt.

Zur erfolgreichen Bearbeitung dieses Vorhabens haben ferner weitere Einzelpersonen sowie Institutionen in Deutschland und in der Ukraine durch tatkräftige Unterstützung in vielen Fragen bereitwillig beigetragen.

Die Autoren danken ihnen allen.

2. Liefer- und Leistungsumfang zur Komplettierung des Rechnernetzes am KKW Standort in Saporoshje

Im Jahre 1995 wurde im Rahmen des Pilotprojektes der gesamte Kraftwerksstandort mit Lichtwellenleiterkabeln als geschlossener Ring mit 10 Anschlüssen vernetzt (Abb. 1), wobei gemäß der Aufgabenstellung nur Block 5, Spezialgebäude 2, die Saporoger Zentrale, die geschützte Warte und der Arbeitsplatz des Vor-Ort-Inspektors im Verwaltungsgebäude mit 10 Mbit/s-Netzwerk-Interfaces ausgerüstet wurden. Die anderen Netzanschlüsse wurden nur vorbereitet und überbrückt.

Ein Schwerpunkt im Berichtszeitraum - Januar 1999 bis Juni 2000 - umfasste die Komplettierung des Rechnernetzes mit aktiven Komponenten, um die restlichen 5 Blöcke und das Spezialgebäude 1 anschließen zu können. Zur Erfüllung dieser Zielsetzung waren im einzelnen die folgenden Lieferungen und Leistungen zu erbringen:

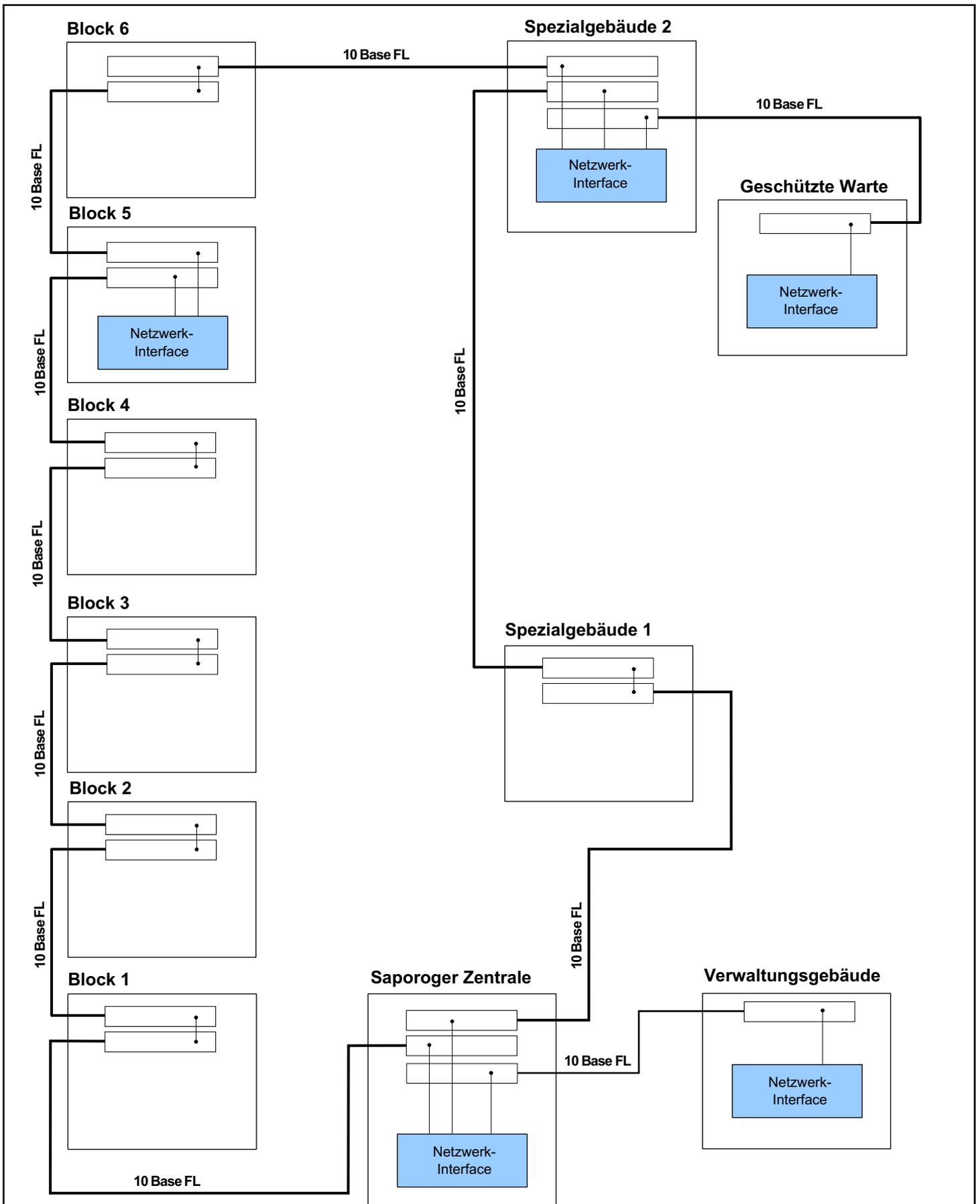
- Einvernehmliche Spezifikation und Beschaffung der benötigten Ausrüstungen,
- Inbetriebnahme und Funktionsnachweis dieser Hard- und Softwarekomponenten im FZR,
- Einweisung der ukrainischen Partner im FZR bezüglich der Handhabung der technischen Mittel,
- Regelung der Ausfuhr aus Deutschland,
- Lieferung der Ausrüstung zum KKW Saporoshje und
- Mitwirkung bei der Montage und Inbetriebnahme vor Ort sowie Überlassung der Lieferung an die ukrainischen Partner.

In Übereinstimmung mit den Fachleuten vom KKW Saporoshje wurde festgelegt, bei der Realisierung der Netzerweiterung wiederum mit der Firma MEMOREX SYSTEM-HAUS zusammenzuarbeiten, die bereits 1995 die Ausrüstungen geliefert und bei deren Installation mitgewirkt hat.

2.1 Spezifikation und Beschaffung des Liefersortiments

Ausgehend von den am Standort bereits installierten aktiven und passiven Netzkomponenten sowie den verfügbaren Finanzmitteln wurde zu Beginn der Projektbearbeitung zunächst ein Lösungsvorschlag erarbeitet, bei dem die vorhandenen Ausrüstungen mit zusätzlichen Fast-Ethernet-Modulen kombiniert werden sollten. Bei diesem Vorschlag wäre das Rechnernetz in Bereiche mit unterschiedlichen Übertragungsraten - 10 und 100 Mbit/s - aufgeteilt worden. Nach ersten Abstimmungen mit der ukrainischen Seite wurde dieser Vorschlag jedoch verworfen, weil die gewählte Kombination von Bauteilen mit unterschiedlichen Übertragungsstandards einen erhöhten Management- und Wartungsaufwand erfordert hätte.

Eine danach vom FZR unterbreitete zweite Spezifikation sah die alleinige Benutzung von Netzkomponenten des Typs SmartStack ELS100-24 TXM mit Datenübertragungsraten bis max. 100 Mbit/s vor. Der Betrieb einer Netztopologie im Ethernet-Standard gestattet nur eine lineare Verbindung der Netzknoten. Bei einer solchen Topologie würde ein beliebiger Komponentenausfall zum partiellen Datenverlust führen. Um die Ausfallsicherheit des Netzes zu erhöhen, sollten die einzelnen Komponenten ringförmig verbunden werden. Die Funktionalität des Ethernets in diesem Ring wird dabei durch die Netzsoftware - Spanning-Tree-Algorithmus – automatisch gewährleistet.



Schema des 10 Mbit/s Datennetzes im KKW Saporoshje

19.10.95

Forschungszentrum Rossendorf
Institut für Sicherheitsforschung

Abbildung 1

H.Carl, M.Beyer

Bei einer Konsultation im März 1999 im Kraftwerk erfolgte eine nochmalige Modifikation der Konfiguration. Zur weiteren Erhöhung der Ausfallsicherheit wurde eine Doppelringstruktur vorgesehen, bei der jeweils die Hälfte der Netzknoten in einem Ring zusammengefasst wird (Abb. 2). Ein leistungsstarker modularer SmartSwitch 6000 verbindet beide Ringe in der Saporoger Zentrale. In den verbleibenden 9 Netzknoten werden die Endgeräte - z.B. die Übertragungsrechner – mit Hilfe von SmartStack 100 Komponenten an den jeweiligen Ring angeschlossen. Die spezifizierten Komponenten werden von der Firma Cabletron Systems hergestellt und erlauben eine Datenübertragungsgeschwindigkeit bis max. 100 Mbit/s im Full Duplex Modus im gesamten Netz unter Verwendung der Switch-Technologie. Die vorgenannten Ausrüstungen erfüllen auch ältere Kommunikationsstandards, d.h. sie sind abwärts kompatibel, so dass alle bisher mit dem Rechnernetz verbundenen Komponenten auch weiterhin problemlos angeschlossen werden können.

Für den ausfallsicheren Betrieb derartiger Netzwerke spielt die Administration eine wichtige Rolle. Deshalb war im Rahmen dieses Projektes auch ein auf die Netztopologie abgestimmtes Managementsystem bereitzustellen. Nach eingehenden Untersuchungen der verfügbaren Softwareprodukte wurde der SPECTRUM ELEMENT MANAGER der Firma Cabletron ausgewählt. Das Programm ist ein leistungsfähiges, komplexes Werkzeug, das alle relevanten Aufgaben abdeckt, die notwendigen Kommunikationsstandards erfüllt und Cabletron-Komponenten besonders unterstützt.

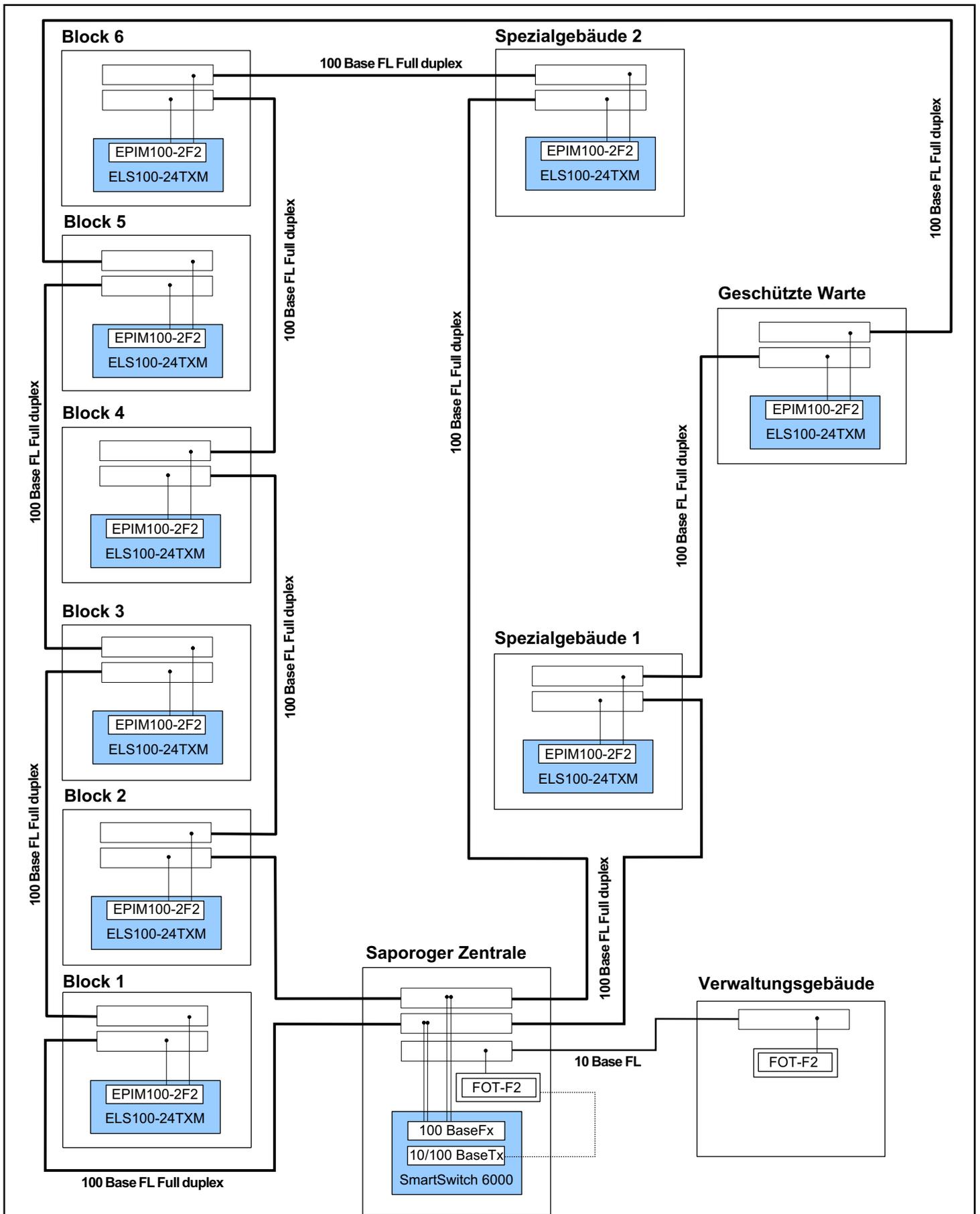
Zum Betrieb dieses Managementsystems wurde ein leistungsfähiges Notebook spezifiziert und in das Liefersortiment aufgenommen. Es ermöglicht ein flexibles und lokales Management der Komponenten.

Auf Grundlage der nunmehr erarbeiteten Spezifikation wurde von der Lieferfirma MEMOREX SYSTEMHAUS ein entsprechendes Angebot erstellt, das sowohl die technischen Anforderungen erfüllte als auch innerhalb des zur Verfügung stehenden Budgets lag. Nach einer kritischen Prüfung konnte die Bestellung ausgelöst werden. Wie bereits bei den vorangegangenen Lieferungen wurde für die bestellten Ausrüstungen eine Gewährleistungszeit von 12 Monaten vereinbart. Die Anlieferung der technischen Mittel im FZR erfolgte rechtzeitig vor der Erprobung Anfang Juni 1999.

2.2 Erprobung und Funktionsnachweis der technischen Mittel im Labor

In Vorbereitung der Laborerprobung wurde zunächst eine vorab von der Firma MEMOREX SYSTEMHAUS übergebene Version der Managementsoftware SPECTRUM ELEMENT MANAGER auf FZR Rechnern installiert und hinsichtlich der Leistungsfähigkeit getestet. Dazu stellte das Rechenzentrum des FZR ein Subnetz mit zahlreichen Netzknoten als Beispielininstallation zur Verfügung.

Unmittelbar nach Anlieferung wurden die Hard- und Softwarekomponenten auf Vollständigkeit und Unversehrtheit geprüft, entsprechend der Netztopologie installiert, in Betrieb genommen und in Übereinstimmung mit den vom KKW Saporoshje vorgegebenen Parametern konfiguriert. Bei den ersten Tests zeigte sich jedoch, dass die gelieferte Version der Managementsoftware einen Teil der Netzknoten (SmartStack 100) nur unzureichend unterstützt. Dieses Problem konnte in der Folgezeit durch die kostenfreie Nachlieferung eines Software-Updates kurzfristig gelöst werden. Zur Erprobung der Datenübertragungsrate im Netz und der Zuverlässigkeit der Geräte entwickelte das FZR eine spezielle Testsoftware, die eine Überprüfung der Netztechnik und des Managementsystems über mehrere Wochen im Dauerbetrieb ermöglichte. Zusätzlich zu den beschafften Netzkomponenten und der Managementstation (Notebook) standen zur Erprobung zwei Netzendgeräte (PC) des FZR zur Verfügung, die mit modernen 10/100 Mbit/s-Netzwerkinterfaces ausgerüstet waren.



Lieferung im laufenden Projekt

**Konzept zur Erweiterung des Daten-
netzes im KKW Saporoshje**

26.08.99

Forschungszentrum Rossendorf
Institut für Sicherheitsforschung

Abbildung 2

H.Carl, M.Beyer

Bei der Erprobung der Netzkomponenten ging es hauptsächlich darum zu zeigen, dass die Systeme die angegebenen technischen Parameter und Standards erfüllen. Zu diesem Zweck wurden auf der Basis der Win32 Bibliotheken (Winsockets) Testprogramme erstellt, die eine Kommunikation zwischen zwei Netzendgeräten auf der Grundlage der auch im KKW eingesetzten TCP/IP-Protokolle realisieren. Beide Programme wurden mit Visual C++ 6.0 entwickelt und geprüft. Weitere Tests fanden mit den mitgelieferten Werkzeugen der Windows-Systemumgebung (FTP, PING, IE4, TELNET usw.) statt.

Grundsätzlich erwiesen sich die Komponenten als zuverlässig und leistungsfähig. Einige bei den Tests gefundene Probleme bei der Funktion des Spanning-Tree-Algorithmus konnten durch ein Hardware-Update an einigen Komponenten sowie durch Anpassung einiger Konfigurationsparameter gelöst werden. Die Durchführung dieses Updates und nachfolgende Funktionstests machten eine Ausdehnung der Erprobungsphase bis Anfang September 1999 erforderlich. Während einer abschließenden Prüfung der Komponenten wurden keinerlei Mängel mehr festgestellt.

Mit den beschafften und erprobten Ausrüstungen erhält das KKW Saporoshje moderne, leistungsfähige und kostengünstige Netzwerkkomponenten, die den weiteren Ausbau und die Vervollkommnung des Systems zur betrieblichen Überwachung sicherstellen.

2.3 Einweisung des Nutzerpersonals

Im Rahmen eines einwöchigen Spezialistentreffens im Juni 1999 in Rossendorf wurden zwei Mitarbeiter vom KKW Saporoshje durch einen Vertreter der Lieferfirma MEMOREX SYSTEMHAUS unter Mitwirkung des FZR in die Nutzung und Wartung der beschafften Ausrüstungen eingewiesen. Nach einer grundsätzlichen Vorstellung der Hardware und ihrer Funktionen bzw. Leistungsparameter wurde die abgestimmte Netztopologie vorgestellt und erläutert. Auf der Grundlage dieser Topologie wurde im Labor eine entsprechende Netzkonfiguration geschaltet, in Betrieb genommen und die Funktionsfähigkeit der einzelnen Komponenten demonstriert.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Vermittlung von einigen theoretischen Grundlagen und Standards für das Netzmanagement. Danach wurden verschiedene Management-Varianten mit den vorhandenen Werkzeugen demonstriert und festigend geübt. Zur Vertiefung des vermittelten Wissens erhielten die ukrainischen Fachleute außerdem eine Zusammenstellung wichtiger Bedienungsvorschriften in englischer Sprache. In mehreren Gesprächen während des Treffens erklärten die Gäste aus dem KKW Saporoshje, dass sie durch die Schulung wichtige Fachkenntnisse für die Handhabung der Hard- und Softwarekomponenten erhalten haben und sich befähigt fühlen, ihre Kenntnisse anhand der übergebenen Materialien zu vertiefen.

2.4 Ausfuhrgenehmigung

Anhand der gültigen Ausfuhrliste (AL), Teil I, Abschnitt C (96. Verordnung zur Änderung der AL – vom 10. Juni 1999) des Bundesausfuhramtes wurde geprüft, ob für die Ausfuhr der spezifizierten technischen Mittel in die Ukraine eine Ausfuhrgenehmigung erforderlich ist. Dabei wurde Bezug genommen auf Abschnitt 4A der AL, Rechner - Systeme, Ausrüstung und Bestandteile. Bezüglich der zu liefernden Netzkomponenten sind danach zwei Kriterien einzuhalten:

Zu 4A001 a)

Die Ausrüstungen dürfen nicht besonders konstruiert sein für eine der folgenden Eigenschaften:

- ausgelegt für den Betrieb bei Umgebungstemperaturen unter 228 K (-45 °C) oder oberhalb 358 K (+85 °C) oder
- unempfindlich gegen Strahlungsbelastungen, die höher sind als einer der folgenden Grenzwerte:

a) Gesamtdosis	5 x 10 ³ Gy (Silizium) oder
b) kritische Strahlungsdosisleistung	5 x 10 ⁶ Gy (Silizium)/s.

Von der Lieferfirma der Komponenten MEMOREX SYSTEMHAUS wurde auf Anfrage des FZR bestätigt, dass die Geräte und Baugruppen, die für das Rechnernetz im KKW Saporoshje bestimmt sind, nicht besonders konstruiert sind für eine dieser Eigenschaften.

Zu 4A003 g)

In der technischen Spezifikation zu den Netzkomponenten ist ausgeführt, dass sie Datenraten bis zu 25 MByte/s (100 Mbit/s Full Duplex) gestatten. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Grenzwert der AL von 80 MByte/s für Geräte zur externen Vernetzung von Rechnern.

Unter Berücksichtigung der beiden Kriterien der deutschen Ausfuhrliste ist eine spezielle Ausfuhrgenehmigung nicht erforderlich. Da die Ukraine kein Land der Länderliste H der Außenwirtschaftsverordnung AWW ist, trifft § 5 d der Außenwirtschaftsverordnung, der für diese Länder eine Ausfuhrgenehmigung für alle Waren verlangt, ebenfalls nicht zu. Eine Genehmigung unserer Lieferung durch das Bundesausfuhramt ist somit nicht erforderlich.

2.5 Lieferung

Der mit der ukrainischen Seite abgestimmte Zeitplan für die Vorhabensrealisierung sah nur eine Lieferung vor.

Der Transport der Ausrüstungen zum KKW Saporoshje wurde von der deutschen Speditionsfirma Schenker-BTL, die auch die Bearbeitung der zugehörigen Ausfuhrzollprozedur übernahm, durchgeführt. Die für die Zollabfertigung benötigten Dokumente bezüglich des Liefersortiments wurden vom FZR erarbeitet und der Speditionsfirma zur Verfügung gestellt.

Zur Vermeidung von Beschädigungen während des Transportes waren die Ausrüstungen in den Verpackungen des Herstellers im Beisein eines Lademeisters in eine mit Schaumstoff gepolsterte Holzkiste sachgerecht verstaut worden.

Die Lieferung verließ am 15.09.1999 mit einem Sammeltransport das FZR und traf vertragsgemäß am 14.10.1999 am KKW Standort in Energodar ein. Bei der visuellen Eingangskontrolle wurden keine Transportschäden festgestellt.

Sowohl der Verpackungs- als auch der Beladevorgang waren im FZR fotografisch dokumentiert worden. Für die Dauer des Transports wurde eine branchenübliche Transportversicherung in Höhe von 115 % des Wiederbeschaffungswertes abgeschlossen, die auch einen Schadensersatz bei Diebstahl einschloss.

2.6 Auszollung und Überlassung

Für das Zollverfahren auf ukrainischer Seite war das KKW Saporoshje als Empfänger der Lieferung verantwortlich. Zur Erleichterung dieses Verfahrens gab der Vorstand des FZR auf Wunsch des Empfängers eine Erklärung zum Anliegen der Lieferung ab. Darüber hinaus wurde die Deutsche Botschaft in der Ukraine durch das FZR im Auftrag des KKW Saporoshje fernschriftlich gebeten, gegenüber den zuständigen ukrainischen Behörden zu bestätigen, dass es sich bei der Lieferung um eine

technische Hilfeleistung der Bundesrepublik Deutschland handelt. Die deutsche Botschaft entsprach kurzfristig dieser Bitte. Trotz aller Bemühungen wurden für die Auszollung der Lieferung in Energodar etwa 3 Monate benötigt. Dadurch konnte erst Ende Januar 2000 mit der Entladung der Transportkiste begonnen werden. Bis zum Eintreffen der deutschen Delegation am 31.01.2000 wurden die Ausrüstungen in den Verpackungen des Herstellers im Kraftwerk sicher zwischengelagert.

Die Überlassung der technischen Mittel erfolgte nach Überprüfung des Liefersortiments auf Unversehrtheit und Vollständigkeit zu Beginn der Installationsarbeiten am 31.01.2000. Dabei wurde gleichzeitig der Eigentumswechsel durch die Unterzeichnung des Überlassungsprotokolls vorgenommen.

2.7 Mitwirkung bei der Installation und Inbetriebnahme

Zum Nachweis der Funktionstüchtigkeit wurden die Netzkomponenten zunächst unter Laborbedingungen in Betrieb genommen. Anschließend sind diese Komponenten wieder verpackt und zum vorgesehenen Montageplatz transportiert worden.

Nach einer Einweisung durch den Vertreter der Lieferfirma MEMOREX SYSTEMHAUS bezüglich der bei der Montage zu berücksichtigenden Besonderheiten wurden die Ausrüstungen während eines Arbeitstreffens (31.01 bis 04.02.2000) von Mitarbeitern des KKW Saporoshje installiert und in Betrieb genommen. Mitarbeiter des FZR sowie der Vertreter der Lieferfirma wirkten dabei beratend mit. Die Installationsarbeiten waren durch das KKW Saporoshje gut vorbereitet worden, so dass dafür nur ein Zeitaufwand von 4 Tagen erforderlich war.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die Funktionstüchtigkeit der installierten Ausrüstungen unter den konkreten Einsatzbedingungen erprobt und nachgewiesen.

3. Die verbesserte betriebliche Überwachung am KKW Standort in Saporoshje

Eine wesentliche Aufgabe in diesem Projekt bestand in der Erweiterung des technischen Systems auf alle Blöcke und Spezialgebäude des KKWS. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wurde das Rechnernetz im KKWS vom Forschungszentrum Rossendorf komplettiert. Der Beitrag des KKWS dazu umfasste die Spezifizierung und Beschaffung der notwendigen Übertragungsrechner sowie die Entwicklung der zugehörigen Software für diese Rechner.

Zur Durchführung dieser Arbeiten wurde mit dem KKWS ein Unterauftrag abgeschlossen. Die Ergebnisse dieses Auftrags wurden in einem Bericht [7] zusammengefasst. Nach der Beschreibung des im Pilotprojekt erreichten Zustandes wird die Erweiterung des Überwachungssystems auf alle 6 Blöcke und beide Spezialgebäude erläutert. In Kapitel 3 beschreiben die Autoren die für das betriebliche Überwachungssystem relevanten Messwerte und Informationen bezüglich ihrer Verfügbarkeit an den Blöcken 1 bis 6. Im nachfolgenden Abschnitt 4 sind erste Erprobungsergebnisse des erweiterten Überwachungssystems dargelegt. Schlussbemerkungen und eine Auflistung zukünftiger Arbeitsaufgaben beenden den Bericht.

3.1 Einbezogene Parameter

Insgesamt werden 159 technologische und 25 radiologische Messwerte von jedem Block des KKWS zur Verarbeitung, Visualisierung und Bewertung an das Überwachungssystem übergeben. Die Messwerte liegen in analoger und diskreter Form sowie als logische Variablen vor.

Die Zuordnung der Messwerte zu den im Rahmen des Pilotprojektes für die betriebliche Überwachung festgelegten Parametern ist in Tabelle 1 dargelegt. Die Tabelle enthält die Nummern und Bezeichnungen der Parameter entsprechend [1] sowie die Nummern der Messwerte, aus denen sie gebildet werden. Weiterhin wurde die Verfügbarkeit an den Blöcken erfasst und die Zuordnung der Messwerte zu den Parametern erläutert. Die Tabelle zeigt, dass bis auf wenige Ausnahmen alle für den 5. Block ausgewählten technologischen Parameter auch an den verbleibenden Blöcken vorhanden sind. Eine Besonderheit ist, dass gegenwärtig nur die Blöcke 5 und 6 mit Messtechnik zur Bestimmung der Wasserstoffkonzentration im Containment ausgerüstet sind. Die Messmittel für die übrigen Blöcke befinden sich bereits im Kraftwerk und werden schrittweise während zukünftiger Revisionen in den Containments der einzelnen Blöcke installiert.

Von den ursprünglich 18 im Rahmen des Pilotprojektes ausgewählten radiologischen Parametern werden 12 vom technischen System erfasst und bewertet. Eine Analyse bezüglich der noch nicht integrierten radiologischen Messstellen ergab:

- Die Messblendentemperatur an der Probenahmeleitung vom Primärkreislauf, der Fortluftvolumenstrom in der Probenahmeleitung des Kamins, die Fortlufttemperatur und die Aktivitätskonzentration im Rücklaufkanal sind bisher an den Betriebsrechnern nicht verfügbar.
- Die von deutscher Seite für den 5. Block gelieferte Gamma-Hochdosisleistungs-Messstelle ist am Kamin 1 noch nicht installiert. Für die anderen Blöcke sind keine Geber mit dem erforderlichen Messbereich verfügbar.
- Die Ortsdosisleistungsmessstellen für den Fernbereich werden vom radiologischen Kontrollsystem am Kraftwerksstandort erfasst, sind aber gegenwärtig noch nicht im betrieblichen Überwachungssystem verfügbar.

Tabelle 1: Zuordnung der Messwerte des KKWS zu den Parametern des betrieblichen Überwachungssystems:

Parameter Nr. ¹	Bezeichnung des Parameters	Zugehörige Messwertnummer lt. Tabelle 2 in [7]	Verfügbarkeit an den Blöcken des KKWS	Bemerkungen
Technologische Parameter				
T-1	Borsäurekonzentration Reaktor	92	1 – 6	
T-2	Borsäurekonzentration Reaktor (Kontrollmessung)			nicht erfassbar
T-3	Stellung Steuerstabgruppen K8, K9, K10	157, 158, 159	1 – 6	für jede Regelgruppe ein Sammelsignal
T-4	Stellung Steuerstabgruppen K1 – K7	150 – 156	1 – 6	
T-5	HD-Borsäureeinspeisung: Konzentration	85 – 87	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
T-6	HD-Borsäureeinspeisung: Behälterfüllstand	31 – 33	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
T-7	HD-Borsäureeinspeisung: Fördermenge	82 – 84, 111 - 113	1 – 6	analoge Werte von 3 Systemkanälen und Zustand der Pumpen
T-8	Borsäurekonzentration Zuspeisewasser Reaktor	68	1 – 6	
T-9	Excore-Neutronenfluss	148	1 – 6	wird nur als gemittelte Reaktorleistung einbezogen
T-10	Spannung an den 6 kV Blockverteilungen	96 – 98	1 – 6	Spannung auf den Eigenbedarfsblockverteilung A – C
T-11	Betriebszustand Druckhalter	1, 60, 137 – 140	1 – 6	Grob- und Feinflüllstand sowie Zustand der Elektroheizer im Druckhalter
T-12	Druckdifferenz Spaltzone	22	1 – 6	
T-13	Druckdifferenz Hauptkühlmittelpumpen	10 – 13, 103 - 106	1 – 6	analoge Werte und diskrete Signale von 4 Pumpen
T-14	Temperatur kalter Strang	18 – 21	1 – 6	Werte in 4 Schleifen
T-15	Temperatur heißer Strang	14 – 17	1 – 6	Werte in 4 Schleifen
T-16	Druck oberhalb der Spaltzone	93,	1 – 6	
T-17	Brennelement-Austrittstemperaturen	149	1 – 6	Mittelwert aller Austrittstemperaturen
T-18	Stellung der Schnellschlussventile Turbine	144 – 147	1 – 6	diskreter Wert der 4 Schnellschlussventile
T-19	Frischdampfdruck	2 – 5	1 – 6	in den 4 Dampferzeugern
T-20	Füllstand Brennelementbecken	64 – 66	1 – 6	an 3 verschiedenen Messpunkten
T-21	Temperatur Brennelementbecken	57 – 59	1 – 6	an 3 verschiedenen Messpunkten
T-22	Stellung Druckhalter Sicherheitsventil 1	134	1 – 6	Stellung der jeweiligen Steuerventile, Sicherheitsventil 1 öffnet bei 17,9 MPa sowie 2 und 3 bei 18,3 MPa
T-23	Stellung Druckhalter Sicherheitsventil 2	135	1 – 6	
T-24	Stellung Druckhalter Sicherheitsventil 3	136	1 – 6	
T-25	Druck im Containment	52	1 – 6	
T-26	Temperatur im Containment	53	1 – 6	
T-27	Wasserstoffkonzentration im Containment	67	5, 6	Geber in den Blöcken 1 bis 4 noch nicht installiert
T-28	Stellung des 1. und 2. Dampferzeugersicherheitsventils	126 – 133	1 – 6	Werte von 2 x 4 Sicherheitsventilen
T-29	Stellung Abblaseregelventil BRU-A	88 – 91	1 – 6	Öffnungsgrad der 4 Regelventile in %
T-30	Notkühlung der Spaltzone SAOS in Betrieb	141 – 143	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen

¹ Die Parameter entsprechen der Nummerierung im Pilotprojekt, siehe hierzu [1]

T-31	Signale RESA und Warnschutz	99 – 102	1 – 6	2 x 2 Sammelsignale
T-32	Füllstand Hermetiksumpf (ND-Notkühlung)	73 – 75	1 – 6	3 Geber an einem nichtsektionierten Behälter
T-33	Stellung der schnellschließ. Absperrschieber	107 – 110	1 – 6	in den 4 Frischdampfleitungen der Dampferzeuger
T-34	Temperatur Druckbehälterboden außen	62	1 – 6	
T-35	Borsäurekonzentration HD-Notkühlung	79 – 81	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen (3 Behälter)
T-36	Füllstand im Behälter der HD-Notkühlung	34 – 36	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen (3 Behälter)
T-37	Borsäurekonzentration ND-Notkühlung	76 – 78	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
T-38	Borsäurekonzentration Kernflutbehälter	69 – 72	1 – 6	Werte in den 4 Kernflutbehältern
T-39	Füllstand Kernflutbehälter	23 – 26	1 – 6	
T-40	Druck Kernflutbehälter	27 – 30	1 – 6	
T-41	Füllstand Notspeisewasser	49 – 51	1 – 6	Werte aus 3 Behältern
T-42	Füllstand im Behälter des Sprinklersystems	43 – 45	1 – 6	in den 3 Chemikalienbehälter
T-43	Leistung Dieselgenerator	123 – 125	1 – 6	3 diskrete Werte: „Dieselgenerator in Betrieb“
T-44	Fördermenge HD-Notkühlung	37 – 39, 114 - 116	1 – 6	analoge Werte von 3 Systemkanälen und Zustand der Pumpen
T-45	Fördermenge ND-Notkühlung	40 – 42	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
T-46	Füllstand Reaktordruckbehälter	63	1 – 6	
T-47	Fördermenge Sprinklerpumpen	46 – 48, 117 - 119	1 – 6	analoge Werte von 3 Systemkanälen und Zustand der Pumpen
T-48	Füllstand Dampferzeuger	6 – 9	1 – 6	Füllstand Speisewasser in 4 Dampferzeugern
T-49	Sicherheitsabschluss des Containments			Sammelsignal nicht vorhanden
Radiologische Parameter				
R-1	Aktivitätskonzentration PKL	166, 182	1 – 6	2 Messgeber mit unterschiedlichen Messbereichen, Dosisleistung
R-2	Messblendentemperatur			am Betriebsrechner nicht verfügbar
R-3	Frischdampfaktivität	167 – 170	1 – 6	Dosisleistung im Frischdampf der 4 Dampferzeuger
R-4	Aktivitätskonzentration Kondensatorentgasung	163 – 165	1 – 6	Wert an den 3 Hauptejektoren
R-5	Ortsdosisleistung im Containment	183	1 – 6	
R-6	Hochdosisleistung Reaktorsaal	184	1 – 6	unzureichender Messbereich nach KTA
R-7	Edelgasaktivitätskonzentration	172, 175, 178	1 – 6	Fortluft im Kamin 1 und 2 des Blockes sowie im Revisions-Lüftungssystem TL-22
R-8	Aerosolaktivitätskonzentration	173, 176, 179	1 – 6	
R-9	Jodaktivitätskonzentration	174, 177, 180	1 – 6	
R-10	Volumenstrom Probenahmeltg. Fortluft			am Betriebsrechner nicht verfügbar
R-11	Gamma-Hochdosisleistung Kamin 1			kein geeigneter Geber vorhanden
R-12	Fortluftvolumenstrom	181	1 – 6	Kamin 1
R-13	Fortlufttemperatur			
R-14	Aktivitätskonzentration Rücklaufkanal			
R-15	Aktivitätskonzentration Nebenkühlwasser	160 – 162	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
R-16	Massenstrom Nebenkühlwasser	54 – 56	1 – 6	Werte von 3 Systemkanälen
R-17	Ortsdosisleistung Nahbereich	171	1 – 6	Dosisleistungsmessstellen an den Übergängen von den Blöcken zu den Spezialgebäuden
R-18	Ortsdosisleistung Fernbereich			

Die von deutscher Seite bereitgestellten meteorologischen Geber sind an einem Mast in der Nähe des KKW-Standortes montiert, arbeiten im Probetrieb und werden auf speziellen Rechnern in den Spezialgebäuden dargestellt und bewertet. Nach erfolgreicher Erprobung dieses Messsystems ist dessen Kopplung mit dem betrieblichen Überwachungssystem geplant, so dass auch wesentliche meteorologische Daten vom Standort Saporoshje im Fernüberwachungssystem verfügbar sein werden. Aus den pro Block ausgekoppelten 184 Messwerten werden im Überwachungssystem zurzeit 59 Parameter gebildet, bewertet und visualisiert. Die Bewertungs- und Visualisierungssoftware für das Überwachungssystem wird von den Programmierern des Informationszentrums der Abteilung für kerntechnische Aufsicht entwickelt und betreut. Eine detaillierte Funktions- und Programmbeschreibung dieser Software ist im entsprechenden Bericht [8] enthalten.

3.2 Bereitstellung der Daten am KKW Standort

Jeder der 6 Blöcke vom Typ WWER-1000/W-320 verfügt über 6 SM-2M Betriebsrechner, wogegen in jedem Spezialgebäude 2 SM-2M genutzt werden. Die Auskopplung der sicherheitsrelevanten Daten aus den insgesamt 40 Betriebsrechnern erfolgt mittels 8 Übertragungsrechnern. Bereits während des Pilotprojektes wurde nachgewiesen, dass Rechner der Firma PEP Modular Computers für diese Aufgabe geeignet sind. Diese modularen VME-Systeme enthalten neben einer zentralen Prozessorkarte (VM30) VIOP-Module zur Kommunikation mit den Betriebsrechnern, wobei ein VIOP-Modul die Daten aus zwei SM-2M auskoppelt. Für diese Rechner wurde vom FZR eine Softwarelösung erarbeitet und ihre Funktion unter realen Bedingungen in Deutschland nachgewiesen. Nach Installation und Inbetriebnahme der technischen Mittel am Block 5 und Spezialgebäude 2 im KKWS und Weiterentwicklung der Treiber konnte die Funktionsfähigkeit des Überwachungssystems für den 5. Block des KKWS Ende 1995 im Kraftwerk nachgewiesen werden. Die Mitarbeiter des KKWS beschreiben die Funktionen, die die Software in den Übertragungsrechnern zum gegenwärtigen Zeitpunkt erfüllt, in ihrem Bericht [7] folgendermaßen:

- *Laden der Treiber auf die VIOP-Module;*
- *Empfang der Datenpakete von den SM-2M;*
- *Zwischenspeicherung der empfangenen Daten;*
- *Verarbeitung der Datenpakete;*
- *Erzeugung der konzentrierten Informationskanäle;*
- *Übertragung der Daten auf den KKW-File-Server;*
- *Zwischenspeicherung der Daten in Ringpuffern bei Ausfall der Netzverbindung;*
- *Übertragung der Ausgangsdaten von den SM-2M;*
- *Diagnose und Zustandskontrolle der Systemhardware und der Kommunikationskanäle;*
- *Visualisierung der übertragenen Messwerte auf dem grafischen Display.*

Da diese Übertragungsrechner zuverlässig und ohne Störungen bis heute arbeiten, entschieden die Mitarbeiter des KKW Saporoshje bei der Erweiterung des Fernüberwachungssystems auf alle Blöcke und Spezialgebäude wieder VME-Technik einzusetzen. Diese Technik wurde vom KKW unter beratender Mitwirkung des FZR spezifiziert und bei der Firma PEP Modular Computers in Eigeninitiative beschafft. Die neuen Übertragungsrechner sind ebenfalls modular aufgebaut und entsprechen dem gegenwärtigen Stand der Technik. Als zentrale Prozessorkarte wird jetzt das leistungsfähigere Modul VM-42 verwendet, auf dem bereits eine Ethernet-Schnittstelle zum Anschluss an das lokale Rechnernetz im KKW implementiert ist. Die Rechner arbeiten ohne eigene Festplatte. Die System- und Anwendungsprogramme werden

von batteriegepufferten Speichern geladen und die Daten auf dem auf 64 MByte erweiterten Arbeitsspeicher abgelegt. Ein Datenverlust bei Spannungsausfall ist für diese Rechentechnik ausgeschlossen, da sowohl die aktiven Netzkomponenten als auch die Übertragungsrechner mittels unterbrechungsfreien Stromversorgungen gespeist werden. Die Kommunikation mit den sechs Betriebsrechnern erfolgt über zwei VSBC32 Module, von denen das Erste mit den SM-2M Nr. 1, 3 und 5 sowie das Zweite mit den Rechnern Nr. 2, 4 und 6 verbunden ist. Aufbau und Struktur der neuen Übertragungsrechner werden im Bericht des KKWS [7] detailliert beschrieben. Seit Januar 2000 befinden sich die neuen Übertragungsrechner vor Ort und wurden durch Spezialisten einer Kiewer Softwarefirma in Betrieb genommen. Als Betriebssystem wird auch weiterhin das multitasking- und echtzeitfähige OS-9 auf den Übertragungsrechnern verwendet, so dass bei der Adaption der Software wenig Probleme auftraten. Eine Ausnahme bilden die Treiber zur Datenauskopplung, die neu entwickelt werden mussten, da die Datenauskopplung in den neuen Übertragungsrechnern nicht mehr mit VIOP- sondern mit VSBC32-Modulen erfolgt.

Ein Vorteil der neuen Technik ist neben der höheren Leistungsfähigkeit die Kommunikation aller in den Übertragungsrechnern vorhandenen Module mittels des Standards TCP/IP. Da dieser Standard auch zur Verbindung der Rechner im Ethernet-Netzwerk untereinander genutzt wird, läuft der gesamte Datenverkehr im KKW-Netzwerk von der Datenquelle (Duplexregister an der SM-2M) über die Übertragungsrechner und den File-Server bis zum Nutzer der Daten über ein einheitliches Protokoll.

Die ausgekoppelten Informationen werden im Übertragungsrechner mittels des Hauptprozessormoduls von den VSBC32-Modulen in den Ringpuffer kopiert und an den File-Server übertragen, der die Daten den einzelnen Nutzern bereitstellt. Die Datenübertragung wird über das mit deutscher Unterstützung aufgebaute und erweiterte Rechnernetz realisiert, das im Kapitel 2 bereits detailliert beschrieben wurde. Die Struktur des technischen Systems zur betrieblichen Überwachung des gesamten KKW Saporoshje ist in Abbildung 3 dargestellt.

Das KKWS hat seit einigen Jahren seitens der ukrainischen Aufsichtsbehörde die Auflage, eine geschützte Warte für die KKW-Überwachung bei außergewöhnlichen Ereignissen am Standort einzurichten. Demzufolge wurde im Rahmen des Vorhabens auch diese Warte mit den erforderlichen Netzkomponenten zum Anschluss leistungsfähiger Kommunikations- und Computertechnik ausgerüstet. Zurzeit fehlen der ukrainischen Seite jedoch die finanziellen Mittel zum Kauf der notwendigen Hardware.

3.3 Systemerprobung und Vorschläge zur Systemoptimierung

Die vom IZ an das KKWS übergebene Darstellungs- und Bewertungssoftware wurde auf dem Standortrechner und dem X-Terminal implementiert, konfiguriert und in Betrieb genommen. Dadurch sind die sicherheitsrelevanten Informationen des eingerichteten Systems sowohl am Arbeitsplatz des Inspektors der staatlichen Aufsichtsbehörde als auch in der Saporoger Zentrale verfügbar.

Erste Erprobungsergebnisse des überarbeiteten Systems sind in [7] folgendermaßen beschrieben:

Ein erster Test des erweiterten Systems zur betrieblichen Überwachung zeigte seine Funktionsfähigkeit. Die aktuellen überwachungsspezifischen Messwerte konnten von den 6 Blöcken und 2 Spezialgebäuden an den entsprechenden Server in der Saporoger Zentrale übertragen werden. Die Übertragung erfolgte in den von den Betriebs-

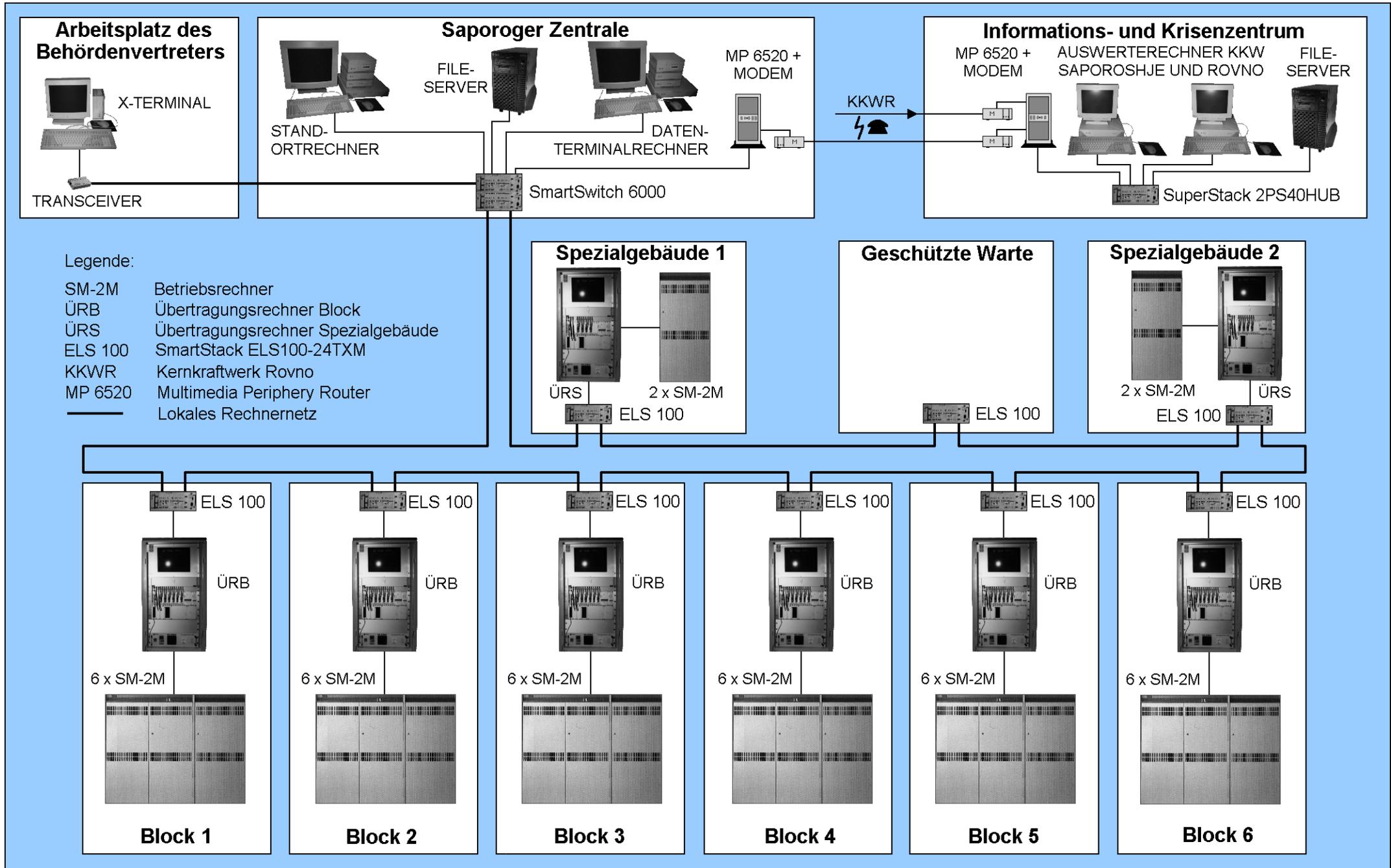


Abb. 3 Struktur des technischen Systems zur betrieblichen Überwachung des gesamten KKW Saporoshje

rechnern vorgegeben Zeitintervallen. Die Parameter werden in Übereinstimmung mit dem Schutzzielkonzept entsprechend der ausgearbeiteten Algorithmen bewertet. Das betriebliche Überwachungssystem gestattet eine anschauliche und wahrheitsgetreue Präsentation der Informationen des gesamten KKW Saporoshje und kann als Kontrollinstrument für den Sicherheitszustand des Kernkraftwerks genutzt werden.

Für die weitere Systementwicklung werden von den Mitarbeiter des KKWS in ihrem Bericht folgende Arbeitsaufgaben angegeben:

- ◆ *Unabhängiger Neustart eines Kommunikationsmoduls und Konfigurationsänderungen bei der Datenauskopplung ohne Neustart des Übertragungsrechners;*
 - ◆ *Entwicklung von Softwareroutinen zur Änderung der über das Netz übertragenen Datenpakete ohne Neustart des Übertragungsrechners;*
 - ◆ *Archivierung von Informationen über Störungen im Betrieb der Übertragungsrechner und Rechnernetzausfälle;*
 - ◆ *Visualisierung von Archivinformationen über Störungen im Betrieb der Übertragungsrechner und Rechnernetzausfälle auf den Farbbildschirmen des Überwachungssystems und Ausgabe auf Drucker;*
 - ◆ *Optimierung der Informationskonzentration auf wenige repräsentative Parameter durch Verbesserung der Algorithmen;*
 - ◆ *Beantwortung von Nutzeranfragen über den aktuellen Zustand der Übertragungsrechner;*
 - ◆ *Erweiterung der Ausgabemöglichkeiten für Zustandsinformationen des betrieblichen Überwachungssystems auf Bildschirm und Drucker;*
 - ◆ *Darstellung von Informationen über die Entstehungszeit der Datenpakete in Abhängigkeit ihres Typs;*
 - ◆ *Optimierung der Datenlast auf dem Rechnernetz durch Verbesserung der Sende- und Empfangsroutinen der aktuellen analogen und diskreten Messwerte;*
 - ◆ *Einführung einer Datenbank vom Typ „Orakel“.*
 - ◆ *Unterteilung des Systems zur Visualisierung der Informationen für das Personal der Aufsichtsbehörde in eine Server-Client-Architektur. Der Serverbereich sollte ständig folgende Dienste anbieten:*
 - *permanente Bewertung der Parameter entsprechend dem Schutzzielkonzept und*
 - *Archivierung der Messwerte nach einer Zustandsänderung.*
- Auf Anfrage der Nutzer (Clients) sollten folgende Dienste bereitstehen:*
- *Darstellung der aktuellen Parameter und Messwerte,*
 - *Anzeige des Zustandes der Schutzziele und Kontrollaufgaben sowie*
 - *Ausgabe von Informationen aus dem Archiv auf Display und Drucker.*

Die erreichte Leistungsfähigkeit des Systems wurde im Rahmen einer Präsentationsveranstaltung im Beisein von Vertretern des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Bundesamtes für Strahlenschutz am 23. und 24. Mai 2000 im Kraftwerk Saporoshje erfolgreich vorgeführt. Dabei konnten sich alle Teilnehmer einen Überblick über die Funktion der einzelnen Systemkomponenten verschaffen.

4. Der Informationstransfer aus dem KKW Saporoshje zum Informations- und Krisenzentrum nach Kiew

Die Anpassung des Informationstransfers an das erweiterte Datenvolumen und die Weiterentwicklung der Visualisierungs- und Bewertungssoftware war ein weiterer Schwerpunkt im Berichtszeitraum, der vom FZR gemeinsam mit dem Informationszentrum (IZ) der Aufsichtsbehörde bearbeitet wurde. Zur Lösung dieser Aufgaben schloss das FZR mit dem IZ einen entsprechenden Unterauftrag ab. Die Ergebnisse dieses Auftrags wurden in einem Bericht [8] zusammengefasst. Einleitend beschreiben die Autoren den erreichten Stand bei der Einrichtung einer modernen KKW-Überwachung in der Ukraine. Danach werden die notwendigen Maßnahmen zur Beschleunigung der Datenübertragung erläutert. Anschließend folgt die Vorstellung und Erläuterung der Erprobungsergebnisse. Abschließend wird die Weiterentwicklung der Visualisierungs- und Bewertungssoftware detailliert geschildert.

4.1 Struktur der überwachungsspezifischen Files

Die überwachungsspezifischen Informationen der sechs Blöcke und beider Spezialgebäude vom KKW Saporoshje werden in zwei speziellen Dateien (ZNPPTask und ZNPPunit) bereitgestellt. Diese Files beschreiben die Autoren des IZ AKA in ihrem Bericht [8] folgendermaßen:

Das File ZNPPTask ist eine Textdatei, die die Struktur der vom KKWS zu übertragenden Informationen in Form von abgegrenzten Datensätzen enthält. Es wird während der Systementwicklung und -erprobung laufend mit dem KKWS abgestimmt und ist sowohl auf dem sendenden als auch auf dem empfangenden Rechner gespeichert.

Das File enthält:

- *die Messstellenliste der vom KKWS ins IKZ zu übertragenden Informationen,*
- *die Verknüpfung zwischen den Chiffren der Messstellen im KKWS und den Chiffren der Informationen, die ins IKZ übertragen werden sowie*
- *die Bildungsvorschriften der zu übertragenden Informationen aus einem oder mehreren Messwerten des KKWS.*

Die Struktur des Files ZNPPTask ist in Tabelle 2 detailliert dargestellt.

Tabelle 2

<i>Bezeichnung des Elements</i>	<i>Bedeutung des Elements</i>
<i>Blocknummer</i>	<i>Nummer des Blockes, zu dem der Messwert gehört</i>
<i>Identifikator</i>	<i>Identifikator des Messwertes im betrieblichen Überwachungssystem, in Übereinstimmung mit dem File ZNPPunit</i>
<i>Messwerttyp</i>	<i>A analoger Messwert, D diskreter eindimensionaler Messwert, S diskreter zweidimensionaler Messwert, mit Übergangszustand; für Ventile, Schieber, Mechanismen usw., M diskreter zweidimensionaler Messwert, ohne Übergangszustand; für Motoren, Pumpen, Mechanismen usw.</i>
<i>Chiffre</i>	<i>Chiffre des Messwertes im betrieblichen Überwachungssystem</i>
<i>Bildungsvorschrift</i>	<i>Operationen, die mit mehreren Messwerten ausgeführt werden, um die Parameter des Überwachungssystems zu erzeugen</i>
<i>Parametercode</i>	<i>Information zur Gruppierung der Parameter</i>
<i>AKZ</i>	<i>technologische Anlagenkennzeichnung der Messwerte im KKWS</i>
<i>Bezeichnung</i>	<i>Name des Parameters im technischen System</i>
<i>Maßeinheit</i>	<i>physikalische Maßeinheit der Messwerte und Parameter</i>
<i>Unterer Grenzwert 1</i>	<i>Unterer Betreiber-Grenzwert</i>
<i>Oberer Grenzwert 1</i>	<i>Oberer Betreiber-Grenzwert</i>
<i>Unterer Grenzwert 2</i>	<i>Unterer behördlicher Grenzwert</i>
<i>Oberer Grenzwert 2</i>	<i>Oberer behördlicher Grenzwert</i>
<i>Unterer Grenzwert 3</i>	<i>unterer Auslegungsgrenzwert</i>

<i>Oberer Grenzwert 3</i>	<i>oberer Auslegungsgrenzwert</i>
<i>Chiffre KKWS</i>	<i>Chiffre des Messwertes im KKWS</i>
<i>Chiffre MSR</i>	<i>Chiffre des Messwertes in den Mess-, Steuer- und Regelsystemen des KKWS</i>

Im File ZNPPunit sind die Daten gespeichert, die einmal pro Minute ins IKZ nach Kiew übertragen werden. Es besteht aus folgenden Feldern:

- *Beginn des Datenpaketes (START),*
- *Anfangszeit der Messwerterfassung für den Block Nr.1,*
- *Ende der Messwerterfassung für den Block Nr.1,*
- *Zustandscode Messwert 1 für den 1. Block,*
- *Messwert 1 für den 1. Block,*
- *.....,*
- *Zustandscode Messwert n1 für den 1. Block,*
- *Messwert n1 für den 1. Block*
- *.....,*
- *Anfangszeit der Messwerterfassung für den Block Nr.6,*
- *Ende der Messwerterfassung für den Block Nr.6,*
- *Zustandscode Messwert 1 für den 6. Block,*
- *Messwert 1 für den 6. Block,*
- *.....,*
- *Zustandscode Messwert n6 für den 6. Block,*
- *Messwert n6 für den 6. Block,*
- *Ende des Datenpaketes (STOP),*
- *Ende des Datenpaketes (STOP),*

wobei n1 die Gesamtanzahl der Messwerte für den Block Nr.1, ..., n6 die Gesamtanzahl der Messwerte für den Block Nr.6 ist.

Der Zustandscode für die Messwerte ist eine logische Variable mit einer Länge von 1 Byte, die Informationen über die Glaubwürdigkeit des Messwerts enthält. Er wird in den Betriebsrechnern des KKW Saporoshje gebildet und mit nach Kiew übertragen. Nähere Angaben zu Aufbau und Struktur des Zustandscodes sind in [8] enthalten.

4.2 Realisierung der Informationsübertragung

Zur Übertragung der überwachungsspezifischen Daten vom Standort des KKW Saporoshje zum Informations- und Krisenzentrum nach Kiew wird die bereits im Rahmen der Vorläuferprojekte von der Abteilung für kerntechnische Aufsicht angemietete Vierdraht-Standleitung genutzt. Zur effektiven Auslastung dieser Verbindung wurde durch das FZR in den Jahren 1997 und 1998 die technische Lösung für eine quasi-simultane Übertragung von Daten und Sprachinformationen erarbeitet, die notwendigen technischen Mittel spezifiziert, beschafft, in Deutschland erprobt und an das KKW Saporoshje sowie das Informations- und Krisenzentrum nach Kiew geliefert. In einem analogen Projekt wurde eine äquivalente Datenübertragungsstrecke zwischen dem IKZ und dem KKW Rovno eingerichtet. Seit Anfang 1998 bzw. 1999 arbeiten die Systeme zur Informationsübertragung von beiden KKW-Standorten nach Kiew störungsfrei und gestatten die Übertragung von überwachungsspezifischen Daten im Minutenzyklus sowie die Realisierung je eines Telefonkanals zwischen dem IKZ und den KKW Saporoshje und Rovno. 1999 erfolgte der datentechnische Anschluss des Arbeitsortes der Abteilung für kerntechnische Aufsicht (Arsenalnaja Straße 9/11) an das IKZ. Damit besteht für die Behörde die Möglichkeit, über diese Verbindung zu telefonieren und die sicherheitsrelevanten Daten zu erhalten.

Durch die Einbindung der Informationen von allen Blöcken und beiden Spezialgebäuden in das Fernüberwachungssystem wurde es notwendig, die eingesetzte Standleitung und die Kommunikationstechnik zu optimieren. Für die Lösung dieser Aufgabe wurden von den Kommunikationsspezialisten des IZ der AkA spezielle Leitungstests durchgeführt, die die Übertragungskapazität der gemieteten Vierdraht-Standleitung unter Berücksichtigung der quasi-simultanen Informationsübertragung vom gesamten KKWS analysierten. Die dabei erzielten Ergebnisse werden in [8] wie folgt erläutert:

Bei der Untersuchung der Standleitungseigenschaften sowie der Steigerung der Zuverlässigkeit und Übertragungsgeschwindigkeit konnten folgende Elemente ermittelt werden, die Einfluss auf die Leitungseigenschaften haben können:

- *die gemieteten Leitungsabschnitte von den Nutzern bis zur städtischen Telefonvermittlungsstelle,*
- *die gemieteten analogen Standleitungen zwischen den städtischen Telefonvermittlungsstellen,*
- *die Adapter, die das Signalniveau am Eingang der Modems definieren, und*
- *die Modems.*

Die empfindlichsten Elemente sind die innerstädtischen Leitungsabschnitte. So wurde eine Verschlechterung der Leitungsqualität bei nassem Wetter festgestellt, was wahrscheinlich mit dem Eindringen von Feuchtigkeit in die Telefonkabelkanäle zusammenhängt. Auch die analogen Standleitungen beeinflussen die Leitungsqualität. Auf diesen Abschnitten kommt es aber nur zu Problemen, wenn die Telefongesellschaft „Ukretelemek“ an den städtischen Telefonvermittlungsstellen arbeitet. Bei auftretenden Störungen benötigt die Telefongesellschaft Reparaturzeiten von einer Stunde bis zu einem Tag. Nach optimaler Einstellung der Modems und der angeschlossenen Leitungsadapter haben diese auf die Leitungsqualität keinen weiteren Einfluss.

Bei den durchgeführten Leitungstests wurde die Effektivität einer Standleitung beim quasi-simultanen Betrieb (Übertragung von Daten und Sprache) unter Verwendung von verschiedenen Kompressionsprotokollen getestet. Die Untersuchungen wurden an der Standleitung zwischen dem IKZ (Kreschtschatik 5) und der AkA (Arsenalnaya Straße 9/11) durchgeführt, da der Kommunikationskanal zwischen IKZ und KKWS permanent durch die Datenübertragungen des betrieblichen Überwachungssystems belegt ist und ein derartiger Test eine Unterbrechung der Datenübertragung und somit einen Stillstand des Überwachungssystems zur Folge gehabt hätte. Die in [8], Anhang 3, dargestellten Ergebnisse dieser Tests können für die Optimierung sowohl der Standleitung zwischen IKZ und KKWS als auch zwischen IKZ und KKWR verwendet werden, da ihre Eigenschaften und Kennlinien ähnlich denen des getesteten Kanals (IKZ - AkA) sind.

Die Ergebnisse der durchgeführten Tests zeigen, dass eine Aktualisierung der Software in den Multimedia-Routern zu einer besseren Ausnutzung der Kommunikationskanäle führt. So könnte zum Beispiel die Datenübertragung vom KKWS wesentlich effektiver realisiert oder ein weiterer quasi-simultaner Sprachkanal zwischen dem IKZ und dem KKWS geschaltet werden.

Um die Zuverlässigkeit der Datenübertragung weiter zu erhöhen und bei Leitungsunterbrechungen eine Reserveverbindung nutzen zu können, besteht die Möglichkeit, die Kommunikationsverbindungen zwischen den KKW-Standorten und dem Zentrum der Betreiberorganisation „NAEK-EnergoAtom“ zu verwenden. Die technischen Voraussetzungen für diese Lösung wurden bereits geschaffen, an der organisatorischen Umsetzung wird jedoch zurzeit noch gearbeitet.

Außerdem wurden Tests zur Übertragungsgeschwindigkeit und Fehlerhäufigkeit auf der Standleitung zwischen dem IKZ und dem KKWS durchgeführt. Die von deutscher Seite gelieferten Router MP6520 gestatten parallel zum normalen Leitungsbetrieb die Aufzeichnung von statistischen Informationen über den Zustand des Übertragungskanals. Die detaillierten Erprobungsergebnisse sind in [8] dargestellt und erläutert. An dieser Stelle sollen nur auszugsweise die wichtigsten Ergebnisse zitiert werden:

Die Informationen in [8], Anhang 2, ermöglichen die Bewertung der wichtigsten Eigenschaften der Übertragungskanäle und -prozesse. Wie aus den statistischen Daten hervorgeht, schwanken:

- ♦ *die Fehler bei den übertragenen Zeichen:*
 - *für den Kanal zum KKWS zwischen 0,014% und 0,02% und*
 - *für den Kanal zum KKWR zwischen 0,006% und 0,01% sowie*
- ♦ *die Fehler bei den übertragenen Datenblöcken:*
 - *für den Kanal zum KKWS zwischen 0,11% und 1,04% und*
 - *für den Kanal zum KKWR zwischen 0,8% und 1,75%.*

Der Übertragungskanal zum KKWS arbeitet zuverlässiger und auf einem höheren Geschwindigkeitsniveau (19,2 - 21,6 Kbit/s) als der Kanal zum KKWR (14,4 - 19,2 Kbit/s). Da eine Übertragungsgeschwindigkeit von 14,4 Kbit/s für die quasi-simultane Übertragung von Daten und Sprache die Minimalgeschwindigkeit darstellt, wurden in den Routern des Kommunikationskanals zum KKW Rovno zusätzliche Kompressionsmodule installiert, wodurch eine ausreichende Qualität der Informationsübertragung bei quasi-simultanem Betrieb des Routers gewährleistet wird.

Die Angaben zu den Übertragungsfehlern bedeuten nicht, dass Daten verloren gehen oder verfälscht werden, sondern sind ein Maß für die Effektivität der Informationsübertragung. Als fehlerhaft erkannte Zeichen oder Datenblöcke werden nochmals übertragen, so dass kein Informationsverlust auftritt. Der erhöhte Fehleranteil bei den übertragenen Datenblöcken und die geringere Übertragungsgeschwindigkeit auf dem Kanal zum KKW Rovno im Vergleich zur Standleitung zum KKWS sind auf die Nutzung eines qualitativ schlechten Leitungsabschnitts zwischen der Stadt Kusnezovsk (städtische Telefonvermittlungsstelle) und dem KKW Rovno zurückzuführen. An der Verbesserung dieses Leitungsabschnitts wird von ukrainischer Seite derzeit gearbeitet.

5. Die Informationsverarbeitung und -bewertung im Informations- und Krisenzentrum

Zur Weiterentwicklung der Visualisierungs- und Bewertungssoftware nutzten die Programmierer des Informationszentrums der Abteilung für kerntechnische Aufsicht die bereits vorhandenen und funktionsfähigen Versionen für den 5. Block vom KKW Saporoshje sowie für die Blöcke 1 und 2 des KKW Rovno. Ausgehend von dieser Softwarebasis erfolgte die Einbindung der überwachungsspezifischen Informationen von den Blöcken 1 bis 4 und 6 sowie des Spezialgebäudes 1 in den Programmkomplex. Die Adaption der Module wurde für das auf den Workstation im IKZ installierte Betriebssystem Solaris 2.5.1 in der Programmiersprache C unter Verwendung des X-Windows Standards durchgeführt.

Im Bericht des IZ der AkA [8] werden die Funktionen der überarbeiteten Überwachungssoftware für das gesamte KKW Saporoshje folgendermaßen beschrieben:

- *Umwandlung der empfangenen Daten zu Parametern,*
- *Zustandskontrolle der Messwerte und Parameter,*
- *Verarbeitung der Informationen mit dem Ziel, die Wirksamkeit der Schutzbarrieren in der Reaktoranlage und die radiologische Situation am Standort KKWS zu bewerten,*
- *Aufbau und Aktualisierung des Parameter- und Ereignisarchivs,*
- *Erkennen und Ergänzen von „weißen Flecken“ im Archiv,*
- *Reorganisation des Archivs nach Änderungen in der Messstellen- oder Parameterliste, im Übertragungsintervall sowie in der Speicherdauer,*
- *Sicherheitskopien der Archivdaten und bei Anforderung Rückspielen der entsprechenden Daten,*
- *Darstellung der empfangenen Informationen in Form von Schemata, Tabellen und Diagrammen,*
- *Ausgabe der Bewertungsergebnisse für die aktuellen Parameter in Form von Matrizen,*
- *Darstellung von Archivdaten in Form von Tabellen und Diagrammen sowie*
- *Aufbau und Aktualisierung des Systemjournals.*

Die Realisierung dieser Aufgaben wird von einzelnen Softwaremodulen übernommen. Zur Kommunikation untereinander und mit dem Datenterminalrechner im KKWS werden von den Modulen folgende Files (Tabelle 3) intern genutzt:

Tabelle 3

<i>Dateiname</i>	<i>Bedeutung des Files</i>
<i>ZNPPparm</i>	<i>Parameterliste des betrieblichen Überwachungssystems</i>
<i>ZNPPtask</i>	<i>Beschreibung der aus dem KKWS ins IKZ zu übertragenden Messstellen</i>
<i>ZNPPunit</i>	<i>Enthält die ins IKZ zu übertragenden Zustandsinformationen und die aktuellen Messwerte</i>
<i>radio.fil</i>	<i>Informationen zum radiologischen Schema</i>
<i>tabloN.fil</i>	<i>Informationen zu den technologischen Schemata der Blöcke 1 bis 6, wobei N = 1....6</i>
<i>ZNPP0.###</i>	<i>Archiv der Parameter und Ereignisse für die Spezialgebäude</i>
<i>ZNPPN.###</i>	<i>Archiv der Parameter und Ereignisse für die Blöcke, N = 1....6</i>
<i>color.fil</i>	<i>Einstellung der notwendigen Farben</i>
<i>fonts.dir</i>	<i>Einstellung der notwendigen Schriften</i>
<i>sdk.init</i>	<i>Initialisierung des Programmsystems</i>
<i>jrn.Brt</i>	<i>Systemjournal</i>

Ein wichtiger Bestandteil der Überwachungssoftware sind die Module zur Informationsausgabe. Dieser Bereich visualisiert die technologischen und radiologischen Daten sowie Bewertungsergebnisse und Archivdaten für die Systemnutzer im IKZ und im KKWS. Einige Ausgabeformate in russischer Ausfertigung [8] sind in den Abbildungen 4 bis 7 beispielhaft dargestellt. Wichtigste Modifikation in allen Schemata ist das im unteren rechten Bereich angeordnete Auswahlfenster für die 6 Blöcke. In diesem Fenster lassen sich mittels Mausklick die Informationen des entsprechenden Blockes auf dem Bildschirm darstellen. In Betrieb befindliche Blöcke ohne Grenzwertverletzungen von Parametern sind grün markiert, wogegen Störungen im Blockbetrieb und abgeschaltete Blöcke rot signalisiert werden. Außerdem sind in allen Schemata zusätzliche Informationen zu den angezeigten Messwerten und Parametern abrufbar.

Abb. 4 enthält das technologische Schema, das auf dem für den 5. Block im Rahmen des Pilotprojektes erarbeiteten Schaubild basiert. Hier werden überwachungsspezifische Informationen zum Primär- und Sekundärkreislauf eines WWER-1000/W-320 ausgegeben. Im Zentrum der Abbildung befinden sich die Hauptkomponenten der Reaktoranlage, von denen die in die Überwachung einbezogenen Parameter und Messwerte visualisiert werden. Auch Informationen zum Zustand der Reaktorschutz- sowie der passiven und aktiven Sicherheitssysteme werden den Nutzern bereitgestellt. Im rechten Bereich des Schemas sind die sicherheitsrelevanten Komponenten des Sekundärkreislaufs angeordnet. Die Darstellung der Zahlenwerte für die Parameter und Messwerte erfolgt in speziellen Ausgabefeldern im jeweils notwendigen Format. Grenzwertverletzungen werden durch einen Farbwechsel (grün → rot) der Anzeige signalisiert. Befindet sich der Parameter innerhalb des Grenzwertintervalls erfolgt die Anzeige in grüner, bei Abweichungen in roter Schrift.

Durch Umschalten mittels der im oberen Bereich der Schemata angeordneten Auswahlfelder kann das radiologische Bild aufgerufen werden. Diese Funktion wird erstmalig in dieser Programmversion angeboten. Im linken Bereich der Abb. 5 sind die Ausgabefelder für die meteorologischen Parameter angeordnet. Da im Moment noch keine meteorologischen Messwerte übertragen werden können, sind diese Felder leer. Des Weiteren werden die radiologischen Daten vom Standort Saporoshje und von jeweils einem Block ausgegeben. Die Nutzer erhalten Informationen über die Kaminüberwachung, über wichtige radiologischen Daten des PKL und SKL sowie von der Umgebungsüberwachung im Nahbereich.

Ein weiteres Schema zur Informationsausgabe ist in Abb. 6 dargestellt. In diesem Bild werden die Bewertungsergebnisse erläutert. Es besteht aus 63 in Tabellenform angeordnete Feldern. Jedes Feld stellt die Bewertungsergebnisse für einen Parameter dar und kann mehrere Bewertungszustände anzeigen, so zum Beispiel: „normal“, „Abweichung“, „keine Information“ oder andere für den Parameter spezifische Textausgaben (Spaltzone überhitzt, Füllstand gering). Auch in diesem Schema werden die Bewertungsergebnisse in grüner oder roter Farbe dargestellt. Durch Anklicken mit der Maus besteht die Möglichkeit, zu jedem Parameter detaillierte Angaben aufzurufen. Ein spezielles Fenster enthält zum Beispiel die Bezeichnung des Parameters, seine Grenzwerte, die Messwerte aus denen er gebildet wird und den dazugehörigen Zahlenwert. Zurzeit beschränkt sich die Bewertung nur auf Grenzwertvergleiche, da die Bewertungsalgorithmen von Mitarbeitern des IZ und des IKZ der AKA an die Anforderungen der ukrainischen Atomaufsicht angepasst werden.

Außerdem ist es möglich, archivierte Daten in Form von Tabellen (Abb. 7) oder Diagrammen grafisch zu veranschaulichen. Hierzu wird der Archivmodus aufgerufen, die notwendigen Parameter eingestellt und ein Zeitintervall vorgegeben. In einer Tabelle können bis zu 5 verschiedene Parameter angezeigt werden, wobei die linke Spalte

die Systemzeit und die folgenden Spalten die Zahlenwerte der gewählten Parameter enthalten. Bei Auswahl von längeren Zeitintervallen kann im rechten Teil mittels Bildlaufleisten der konkrete Zeitpunkt eingestellt werden. Die Visualisierung in Diagrammen erfolgt ähnlich der Tabellendarstellung. Es besteht die Möglichkeit, maximal 3 Diagramme mit bis zu fünf Parametern in verschiedenen Farben darzustellen. Im unteren Bereich aller Schemata befindet sich die Statusleiste. Diese Ausgabefelder stellen Systeminformationen, wie zum Beispiel Systemzeit und -datum, ein integrales Bewertungssignal sowie die Ereignisart und -zeit dar. Der Arbeitszyklus des Systems kann im Intervall von 2 bis 120 Sekunden im 1 Sekunden-Schritt gewählt werden. Die Informationen im Überwachungssystem werden entsprechend diesem Arbeitstakt aktualisiert.

Die in diesem Abschnitt beschriebene Visualisierungs- und Bewertungssoftware steht sowohl den Vor-Ort-Inspektoren im KKW Saporoshje als auch den Mitarbeitern der Aufsichtsbehörde im gleichen Umfange zur Verfügung. Damit ist gewährleistet, dass beiden Behördenvertretern der gleiche Informationsumfang und analoge Bearbeitungstools zur Erfüllung ihrer Aufsichtspflichten bereitstehen.

Derzeit befindet sich die neue Überwachungssoftware im permanenten Testbetrieb. Da die Programmierer des Systems im Informations- und Krisenzentrum arbeiten, werden Verbesserungsvorschläge und Änderungen unmittelbar mit den Inspektoren der ukrainischen Aufsichtsbehörde diskutiert und wenn möglich eingearbeitet. Der Stand der erreichten Leistungsfähigkeit der Überwachungssoftware wurde im Rahmen einer Präsentationsveranstaltung am 25. Mai 2000 im Informations- und Krisenzentrum der ukrainischen Aufsichtsbehörde demonstriert. Obwohl in nächster Zukunft noch weitere Softwarearbeiten auszuführen sind, kann nunmehr der aktuelle betriebliche und radiologische Zustand des gesamten KKW Saporoshje vor Ort und im Informations- und Krisenzentrum in Kiew online dargestellt und bewertet werden.

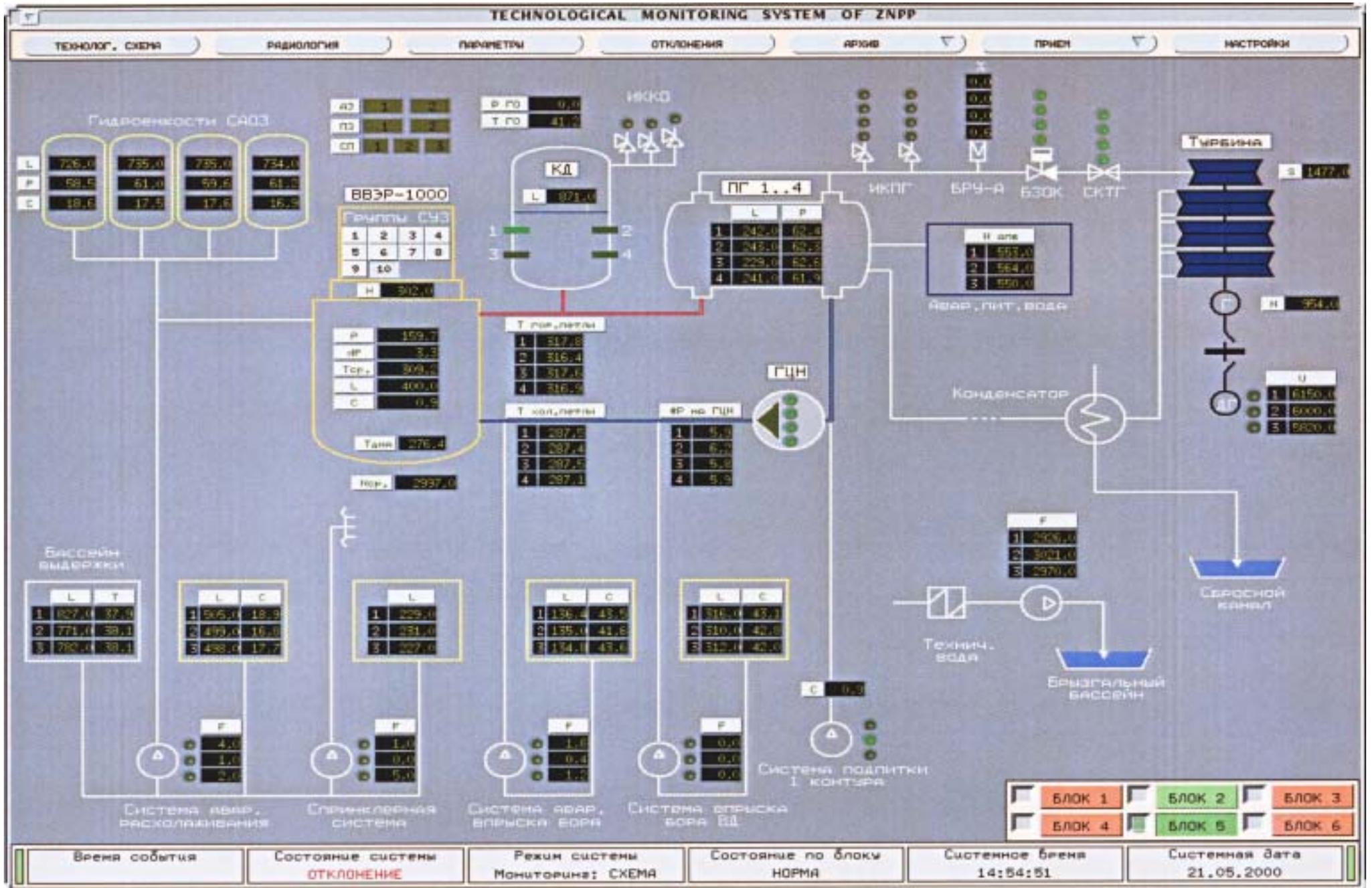


Abb. 4 Schema zur Darstellung der technologischen Informationen für alle Blöcke des KKWS

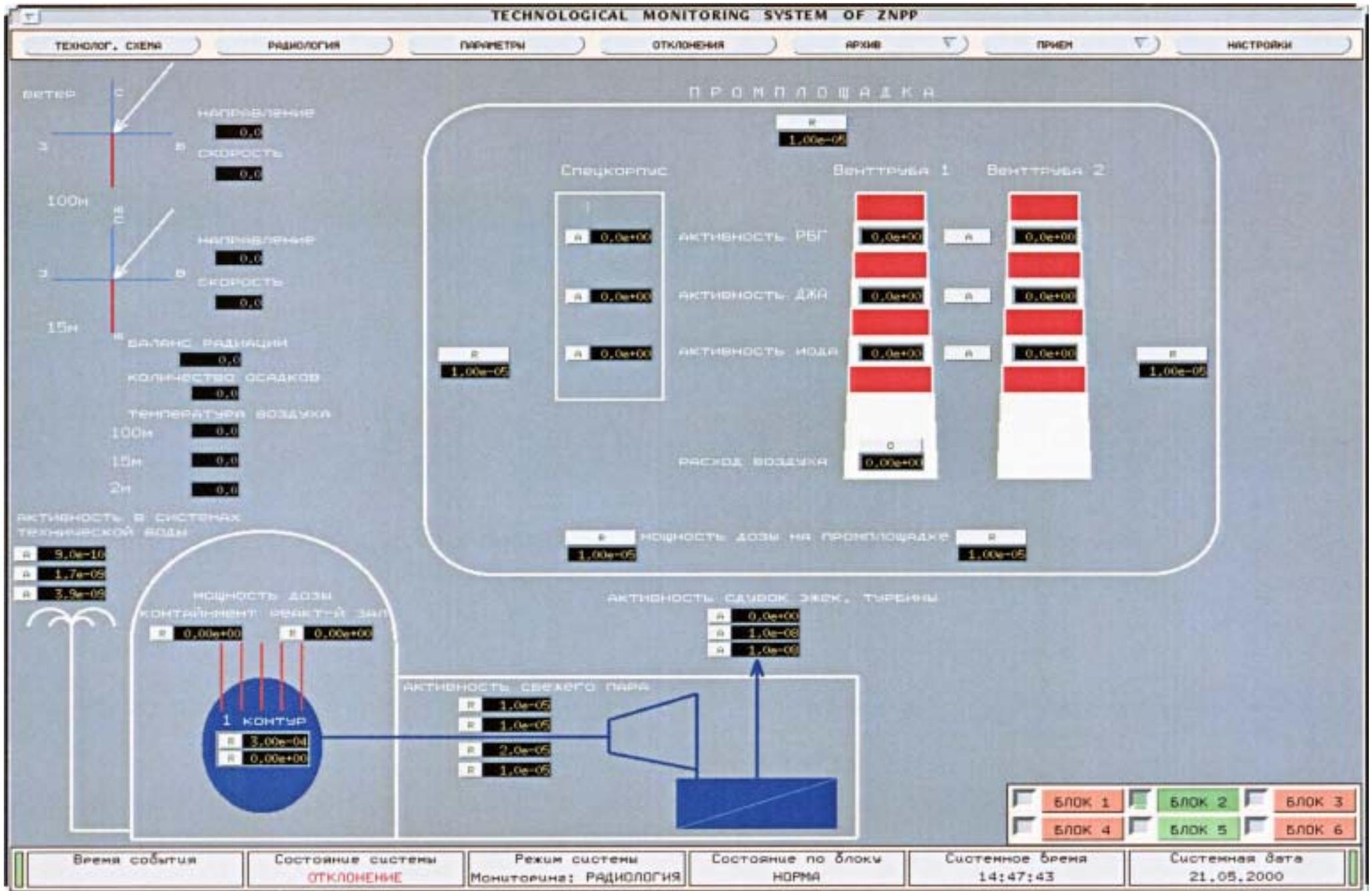


Abb. 5 Visualisierungsschema für die radiologischen Daten des gesamten KKW Saporoshje

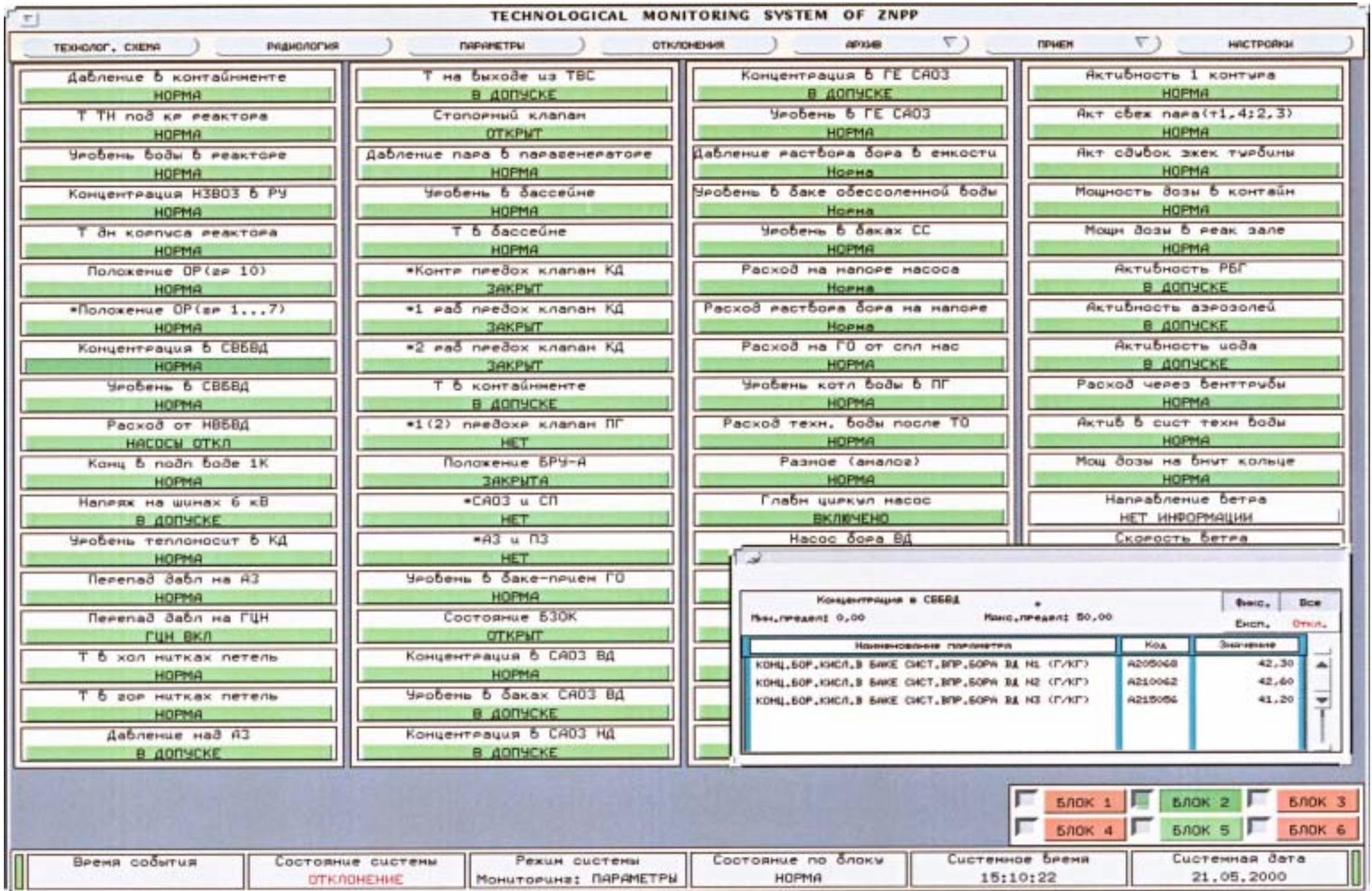


Abb. 6 Massiv mit Bewertungsergebnissen der Parameter für alle Blöcke und Spezialgebäude des KKWS

6. Zusammenfassung und Ausblick

In kontinuierlicher Fortsetzung der bisherigen Arbeiten zur Unterstützung der ukrainischen Aufsichtsbehörde bei der Einrichtung einer modernen KKW Überwachung wurden im Berichtszeitraum - Januar 1999 bis Juni 2000 - vom Forschungszentrum Rossendorf unter vertraglicher Mitwirkung des Informationszentrums der ukrainischen Aufsichtsbehörde und des KKW Saporoshje folgende Leistungen erbracht:

- Komplettierung des Rechnernetzes am KKW-Standort mit Hilfe moderner Hardwarekomponenten,
- Erweiterung der Software zur Auskopplung, Prüfung und Verarbeitung der für eine verbesserte betriebliche Überwachung des gesamten KKW Standortes Saporoshje ausgewählten sicherheitsrelevanten Daten,
- Erprobung und Realisierung des notwendigen Datentransfers zum Informations- und Krisenzentrum der ukrainischen Aufsichtsbehörde sowie
- Erweiterung der Software zur Verarbeitung, Bewertung und Darstellung der aus dem KKW Saporoshje übertragenen Informationen im Informations- und Krisenzentrum in Kiew.

Folgende wesentliche Ergebnisse wurden dabei erzielt:

1. Komplettierung des Rechnernetzes am KKW Standort

Für die Integration der Blöcke 1 bis 4 und 6 sowie des Spezialgebäudes 1 in das bestehende Überwachungssystem wurden die benötigten aktiven Komponenten – 1 Stück SmartSwitch 6000 und 9 Stück SmartStack 100 mit Zubehör – einvernehmlich spezifiziert, beschafft, im Labor in Deutschland erprobt und dem KKW Saporoshje unentgeltlich überlassen. Diese von der Firma Cabletron Systems hergestellten Ausrüstungen wurden zur Erhöhung der Ausfallsicherheit zu einer Doppelringstruktur verknüpft, wobei der SmartSwitch 6000 beide Ringe verbindet. Das so aufgebaute Rechnernetz erlaubt zwischen den einzelnen Knoten Datenübertragungsgeschwindigkeiten bis max. 100 Mbit/s im Full Duplex Modus. Die vorgenannten Ausrüstungen erfüllen außerdem auch ältere Kommunikationsstandards, d.h. sie sind abwärts kompatibel, so dass alle bisher mit dem Rechnernetz verbundenen Komponenten auch weiterhin problemlos angeschlossen werden können.

Bei entsprechenden Tests Anfang Februar 2000 wurde die volle Funktionstüchtigkeit der spezifizierten und gelieferten Ausrüstungen unter den konkreten Einsatzbedingungen im Kraftwerk nachgewiesen. Die offizielle Inbetriebnahme des komplettierten Rechnernetzes fand am 23.05.2000 statt.

2. Erweiterung der Software zur Auskopplung, Prüfung und Verarbeitung der ausgewählten sicherheitsrelevanten Daten am KKW Standort

In Analogie zum Pilotprojekt werden von jedem WWER-1000 Block 159 sicherheitsrelevante betriebliche und 25 radiologische Messwerte rückwirkungsfrei aus den Betriebsrechnern ausgekoppelt, in den jeweiligen Übertragungsrechnern auf Glaubwürdigkeit geprüft und auf dem File-Server in der Saporoger Zentrale zwischengespeichert. In einem weiteren Schritt greift der Datenterminalrechner auf diese Daten zu, erzeugt das überwachungsspezifische File und legt es auf den File-Server ab. Dort steht es sowohl für die weitere Verarbeitung am KKW-Standort als auch für die Übertragung nach Kiew bereit. Der Datentransfer innerhalb des technischen Systems erfolgt dabei über das im Rahmen dieses Vorhabens erweiterte Rechnernetz.

Für die Verarbeitung, Bewertung und Visualisierung der sicherheitsrelevanten Informationen im KKWS greift der Standortrechner im Ein-Minuten-Takt auf das erzeugte File zu. Die dazu erforderliche Darstellungs- und Bewertungssoftware wurde von

Mitarbeitern des Informationszentrums weiterentwickelt, getestet und auf dem Standortrechner implementiert. Zur Erfüllung seiner Kontroll- und Überwachungsaufgaben hat der Behördenvertreter im Kraftwerk über seinen Arbeitsplatzrechner kontinuierlich Zugriff auf die Bewertungsergebnisse.

3. Erprobung und Realisierung des notwendigen Informationstransfers zur Kiewer Zentrale der ukrainischen Aufsichtsbehörde

Für die Übertragung der ausgewählten Informationen von allen Blöcken und beiden Spezialgebäuden musste die Struktur der Datenfiles geändert und die Übertragungssoftware angepasst werden. Außerdem musste auf Wunsch der ukrainischen Aufsichtsbehörde gewährleistet werden, dass neben der erweiterten Datenübertragung auch quasisimultan ein Telefongespräch zwischen dem KKWS und dem IKZ in Kiew geführt werden kann. Zur Erfüllung dieser Zielsetzung waren demzufolge weitere Tests der angemieteten Standleitung über einen längeren Zeitraum notwendig, bei denen unterschiedliche Kompressions-Algorithmen für Daten und Sprache bei verschiedenen Geschwindigkeiten mit dem Ziel untersucht wurden, die optimale Konfigurationen der Übertragungstechnik zu ermitteln. Nach Einstellung dieser Konfiguration konnte nachgewiesen werden, dass sowohl die für die verbesserte betriebliche Überwachung des gesamten KKWS erforderlichen Daten im Ein-Minuten-Takt als auch Sprachinformationen quasisimultan und störungsfrei übertragen werden können.

4. Erweiterung der Software zur Verarbeitung, Bewertung und Darstellung der aus dem KKW Saporoshje übertragenen Daten im Informations- und Krisenzentrum in Kiew

Die in den Vorläuferprojekten für den 5. Block vom KKW Saporoshje und die beiden WWER-440 Blöcke vom KKW Rovno zur Informationsverarbeitung und -bewertung erarbeiteten Softwaremodule wurden gemäß der Aufgabenstellung zur Einbeziehung des gesamten KKW Standortes in das Überwachungssystem erweitert. Dazu nutzten die Programmierer vom Informationszentrum die Programmiersprache C und den X-Windows Standard im Betriebssystem Solaris 2.5.1. Die geänderten Softwaremodule wurden sowohl den Vor-Ort-Inspektoren im KKW Saporoshje als auch den Mitarbeitern der Aufsichtsbehörde im Informations- und Krisenzentrum in Kiew zur Verfügung gestellt. Der aktuelle betriebliche und radiologische Zustand des gesamten KKW Saporoshje kann nunmehr im gleichen Umfang vor Ort und im Informations- und Krisenzentrum in Kiew in Form von Tabellen, Grafiken und Schemata online dargestellt und bewertet werden. Die offizielle Einweihung der verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje von Kiew aus fand am 25.05.2000 statt.

Die im Berichtszeitraum erzielten Ergebnisse bilden eine sichere Grundlage für die erfolgreiche Fortführung der Arbeiten in der nächsten Realisierungsstufe, die bis Mitte 2001 folgende wesentliche Aufgaben beinhaltet:

- die Verbesserung der betrieblichen Überwachung für den 3. Block vom KKW Rovno - WWER-1000/W-320 - am Standort und den Anschluss dieses Blockes an das Informations- und Krisenzentrum in Kiew,
- die Mitwirkung bei der industriellen Erprobung und Überführung in den Dauerbetrieb des im Vorläuferprojekt im KKW Saporoshje eingerichteten Systems,
- die Analyse der Betriebsergebnisse des Informations- und Krisenzentrums bei der Überwachung der Kernkraftwerke Saporoshje und Rovno sowie die Erarbeitung von Empfehlungen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der eingerichteten Überwachungssysteme.

Darüber hinaus sind:

- die Einrichtung einer betrieblichen Überwachung für die Blöcke 1 bis 3 des KKW Südukraine und für den 1. Block vom KKW Chmelnitzki sowie
- deren Anschluss an das Informations- und Krisenzentrum in Kiew

weitere wichtige Maßnahmen, die in nächster Zukunft noch realisiert werden müssen, damit alle ukrainischen Kernkraftwerke modern überwacht werden können.

Nach Erfüllung aller dieser Aufgaben wird mit deutscher Unterstützung eine signifikante Verbesserung der Möglichkeiten zur KKW-Überwachung in der Ukraine erreicht. Ein sicherer und störungsfreier Betrieb der ukrainischen WWER-Reaktoren ist zur Deckung des nationalen Elektroenergiebedarfs zwingend erforderlich. Er ist letztlich auch eine wesentliche Voraussetzung für die endgültige Stilllegung des KKW Tschernobyl.

7. Literatur

- [1] Beyer, M., H. Carl, L. Langer, K. Nowak, P. Schumann, A. Seidel, P. Tolksdorf†, J. Zschau, Aufbau eines technischen Systems zur Verbesserung der betrieblichen Überwachung der KKW durch die staatlichen Aufsichtsbehörden (Saporoshje), Abschlussbericht, Forschungszentrum Rossendorf e.V. und Technischer Überwachungsverein Rheinland, Dezember 1993
- [2] Beyer, M., H. Carl, B. Schikora, P. Schumann, A. Seidel, J. Zschau, Aufbau eines behördlichen Fernüberwachungssystems zur betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje (Block 5), 1. Realisierungsstufe, Abschlussbericht, Forschungszentrum Rossendorf e.V., Dezember 1994
- [3] Beyer, M., H. Carl, B. Schikora, P. Schumann, A. Seidel, J. Zschau, Lieferung von Investitionsgütern zur Erhöhung der Betriebssicherheit des Kernkraftwerkes Saporoshje, Betriebliche Überwachung, 2. Realisierungsstufe, Abschlussbericht, Forschungszentrum Rossendorf e.V., März 1996
- [4] Beyer, M., H. Carl, K. Nowak, P. Schumann, A. Seidel, J. Zschau, Aufbau eines behördlichen Fernüberwachungssystems zur betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje (Block 5), 3. Realisierungsstufe, Abschlussbericht, herausgegeben von Forschungszentrum Rossendorf e.V., Dezember 1996
- [5] Beyer, M., H. Carl, K. Nowak, P. Schumann, A. Seidel, Unterstützung der ukrainischen Genehmigungsbehörde NARU beim Aufbau eines technischen Systems zur betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje, 4. Realisierungsstufe, Abschlussbericht, bestehend aus Textteil, Anlage A: Materialsammlung, Forschungszentrum Rossendorf e.V., März 1998
- [6] Beyer, M., H. Carl, J. Kriks, Unterstützung der ukrainischen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bei der Einrichtung einer verbesserten betrieblichen Überwachung für das KKW Rovno - 5. Realisierungsstufe -, Abschlussbericht, Forschungszentrum Rossendorf e.V., März 1999
- [7] Iwanisov, I.I., A.I. Tkatsch, V.V. Smulskyy, O.A. Chornyshov, Unterstützung der ukrainischen Aufsichtsbehörde bei der Einrichtung einer verbesserten betrieblichen Überwachung für das gesamte KKW Saporoshje, Nationale Gesellschaft zur Erzeugung von Energie aus Kernkraft (NAEK) – Energoatom, Selbstständige Abteilung KKW Saporoshje, Energodar, April 2000
- [8] Chornousova, L., O. Davidovskyy, V. Lukyanskyy, D. Rasumovskyy, Unterstützung der ukrainischen Aufsichtsbehörde bei der Einrichtung einer verbesserten betrieblichen Überwachung für das gesamte KKW Saporoshje, Ministerium für Umweltschutz und nukleare Sicherheit der Ukraine, Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht, Kiew, April 2000