

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE BERICHTE

FZR-259

Mai 1999

ISSN 1437-322X



Archiv-Ex.:

*Matthias Beyer, Helmar Carl, Klaus Nowak,
Peter Schumann, André Seidel*

**Unterstützung der ukrainischen
Genehmigungsbehörde NARU beim Aufbau
eines technischen Systems zur verbesserten
betrieblichen Überwachung des KKW**

Saporoshje

- 4. Realisierungsstufe -

Abschlußbericht zum BMU-Projekt

Förderkennzeichen: INT 9090

Herausgeber:
FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF
Postfach 51 01 19
D-01314 Dresden
Telefon (03 51) 26 00
Telefax (03 51) 2 69 04 61

Als Manuskript gedruckt
Alle Rechte beim Herausgeber

FORSCHUNGSZENTRUM ROSSENDORF

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE BERICHTE



FZR-259

Mai 1999

*Matthias Beyer, Helmar Carl, Klaus Nowak,
Peter Schumann, André Seidel*

**Unterstützung der ukrainischen
Genehmigungsbehörde NARU beim Aufbau
eines technischen Systems zur verbesserten
betrieblichen Überwachung des KKW**

Saporoshje

- 4. Realisierungsstufe -

Abschlußbericht zum BMU-Projekt

Förderkennzeichen: INT 9090

Abschlußbericht

TEXTTEIL

Unterstützung der ukrainischen Genehmigungsbehörde NARU
beim Aufbau eines technischen Systems
zur verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje
- 4. Realisierungsstufe -

Förderkennzeichen: INT 9090

Abschlußdatum: 31.03.1998

Bearbeiter:

M. Beyer
H. Carl
K. Nowak*
P. Schumann
A. Seidel

Anmerkung:

Dieser Bericht ist vom Forschungszentrum Rossendorf e.V. (AN) im Auftrage des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Vorhabens INT 9090 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 Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit übereinstimmen.

* Technischer Überwachungsverein Rheinland

Kurzfassung

Das vor zwei Jahren im KKW Saporoshje in Betrieb genommene System zur verbesserten betrieblichen Überwachung wurde an die Kiewer Zentrale der ukrainischen Aufsichtsbehörde angeschlossen. Dazu wurden die für den Anschluß und die Ausstattung dieser Zentrale in der ersten Ausbaustufe unbedingt erforderlichen technischen Mittel einvernehmlich spezifiziert, in Deutschland beschafft, im notwendigen Umfang erprobt, in die Ukraine überführt und dem Partner am Einsatzort unentgeltlich überlassen. Bei der Erprobung des Informationstransfers aus dem KKW Saporoshje in die Kiewer Zentrale wurde nachgewiesen, daß die von der ukrainischen Behörde gemietete Standleitung die notwendigen technischen Anforderungen erfüllt. Bei Funktionstests Mitte Januar 1998 wurden On-line-Daten aus dem Saporoger System der verbesserten betrieblichen Überwachung fehlerfrei nach Kiew übertragen.

Ferner sind der ukrainischen Seite zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale die gleichen technischen Mittel zur Verfügung gestellt worden.

Abstract

The system to improve the operational monitoring which was put into operation in the Zaporozh'ye NPP two years ago has been connected with the Kiev Centre of the Ukrainian Supervisory Authority this year. The most essential technical means - first level of realisation - for the data transfer and for monitoring purposes of this centre were jointly specified, procured in Germany, tested in a necessary extent, consigned to the Ukraine and free leaved to the partner at the place of action. It was proved during testing the information transfer from the Zaporozh'ye NPP to the Kiev Centre that the line which was rented by the Ukrainian Authority fulfils the necessary technical demands. Within functional tests in the middle of January 1998 on-line data from the above mentioned on-site system at Zaporozh'ye NPP were correctly transferred to Kiev.

Furthermore, the same technical means for the connection of the Rovno NPP with the Kiev Centre were handed over to the Ukrainian partners.

Аннотация

Веденная два года назад на ПО Запорожской АЭС в промышленную эксплуатацию система улучшенного технологического мониторинга была подключена в Киевский центр надзорного органа Украины. К этому необходимые для подключения и оснащения первого уровня реализации Киевского центра технические средства были совместно специфицированы, приобретены в Германии, опробованы в необходимом объеме, поставлены в Украину и безвозмездно предоставлены украинскому партнеру. При опробовании передачи информации было доказано, что арендованный со стороны надзорного органа Украины выделенный канал удовлетворяет необходимые технические требования. Во время теста работоспособности в середине января 1998 г. реальные данные системы дистанционного мониторинга ПО Запорожской АЭС безошибочно были переданы в Киевский центр.

Кроме того, с целью подключения Ровенской АЭС в Киевский центр украинской стороне были предоставлены такие-же технические средства.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Liefer- und Leistungsumfang	6
2.1 Spezifikation des Liefer- und Leistungsumfanges	6
2.2 Beschaffung des Liefersortimentes	7
2.3 Erprobung und Funktionsnachweis der technischen Mittel im Labor	8
2.4 Ausführungsgenehmigungen	9
2.5 Lieferung.....	10
2.6 Schulung des Nutzerpersonals	10
2.7 Überlassung und Inbetriebnahme	11
3. Stand des technischen Systems zur verbesserten betrieblichen Überwachung der KKW in der Ukraine	12
3.1 Informationstransfer aus dem KKW Saporoshje in die Kiewer Zentrale der Aufsichtsbehörde	13
3.2 Ausstattung und Leistungsfähigkeit.....	15
4. Konzeptionelle Arbeiten zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale	22
4.1 Das Schutzzielkonzept.....	22
4.2 Auswahl der betrieblichen Meßgrößen.....	24
4.3 Das Überwachungskonzept	32
4.3.1 Aufgaben der Überwachung / Bewertung	32
4.3.2 Klassierung der Überwachungsergebnisse	33
4.3.3 Grenzwerte	34
5. Zusammenfassung und Ausblick.....	36
6. Literatur	38

1. Einleitung

Im Rahmen des Programmes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Zusammenarbeit mit den Mittel- und Osteuropäischen Staaten und der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten auf dem Gebiet der kerntechnischen Sicherheit wurde in den Jahren 1992 - 1996 [1-4] durch das Forschungszentrum Rossendorf (FZR) und den Technischen Überwachungsverein Rheinland unter maßgeblicher Mitwirkung mehrerer ukrainischer Partner im Kernkraftwerk Saporoshje / Ukraine ein technisches System zur Verbesserung der betrieblichen Überwachung des 5. Reaktorblockes als Pilotprojekt konzipiert, spezifiziert, eingerichtet und in Betrieb genommen.

Das technische System ergänzt die vorhandenen betrieblichen Kontroll- und Überwachungseinrichtungen durch Einbeziehung moderner informationstechnischer Mittel. Es ermöglicht schwerpunktmäßig eine kontinuierliche Beobachtung des Zustandes des Reaktorblockes bei Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen bzw. Störfällen, so daß die Aufsichtsbehörde bei erkennbaren Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Anlagenbetrieb frühzeitig durch Nachfrage und Anordnung darauf reagieren kann. Die Überwachung der radiologischen und meteorologischen Parameter am KKW Standort erfolgt in dem Umfang, wie er zur Beurteilung der aktuellen Strahlungssituation und für ein effektives Notfallmanagement erforderlich ist.

Die zu überwachenden Parameter wurden in Anlehnung an deutsche und internationale Erfahrungen unter dem Gesichtspunkt ausgewählt, die Einhaltung von vier Schutzziele zu beobachten und zu bewerten, wie in Kapitel 5 detailliert beschrieben.

Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß die Überwachung der Schutzziele in sich redundant ist. Sie ist ferner diversitär zur Überwachung der Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebes, die der Betreiber gemäß seiner Betriebsvorschrift auszuführen hat.

Auf der Grundlage des Schutzzielkonzeptes werden im technischen System des KKW Saporoshje

- 49 sicherheitsrelevante betriebliche Parameter vom Reaktorblock 5
- 18 block- und anlagenspezifische radiologische Parameter sowie
- 6 meteorologische Parameter vom Standort

kontinuierlich erfaßt, archiviert und automatisiert bewertet.

Das im KKW Saporoshje eingerichtete technische System mit hierarchischer Struktur ist in einem alle Reaktorblöcke einschließenden Rechnernetz realisiert [3]. Aus den Betriebsrechnern vom russischen Typ SM-2M werden die betrieblichen Parameter in den Übertragungsrechner Block 5 und die radiologischen und meteorologischen Daten in den Übertragungsrechner Spezialgebäude 2 übernommen, siehe Abb. 3.2.2. Entsprechend der empfohlenen Aufgabenverteilung [4] werden sie dort geprüft, einzeln oder in überwachungsspezifischen Verknüpfungen zu logischen Datenkanälen verdichtet und als Datenpakete im Ein-Minuten-Abstand zum Server, Standortrechner und Datenterminalrechner im Laborgebäude übertragen. Empfehlungsgemäß wird im Standortrechner der Prozeß- und Anlagenzustand durch Vergleich der aktuellen Werte einzelner oder mehrerer Datenkanäle mit Grenzwerten im Ein-Minuten-Abstand bewertet.

Dabei werden spezielle überwachungsspezifische Grenzwerte verwendet, die im allgemeinen oberhalb der betrieblichen Grenzwerte liegen, so daß der Handlungsspielraum des Betreibers nicht eingeengt wird. Die überwachungsspezifischen Grenz-

werte liegen aber notwendigerweise unterhalb der von Behörden festgelegten Genehmigungsgrenzwerte bzw. unterhalb der von Herstellern angegebenen Belastungsgrenzwerte.

Wird beim Vergleich keine Schutzzielverletzung festgestellt, erhält die Aufsichtsbehörde die betrieblichen Informationen im Zehn-Minuten-Abstand und die radiologisch-meteorologischen Informationen im Sechzig-Minuten-Abstand. Verstöße gegen zulässige Betriebsbedingungen erzeugen eine Mitteilung an die Behörde. Wird nach einer Schutzzielverletzung ein Prozeß- oder Anlagenzustand erreicht, der eine zeitlich bessere Beobachtung erfordert, so wird der Übertragungstakt auf eine Minute (für betriebliche Parameter) bzw. auf zehn Minuten (für sonstige Parameter) verkürzt.

Das technische System zur verbesserten betrieblichen Überwachung, das mit deutscher Unterstützung im KKW Saporoshje installiert worden ist, wurde Ende 1995 in Probetrieb genommen. Seitdem kann die Aufsichtsbehörde ihre Überwachungsaufgaben besser als bisher erfüllen.

Nach Vervollständigung der Nutzersoftware durch Aufsichtsbehörde und Betreiber unter beratender Mitwirkung des FZR sowie nach erbrachtem Zuverlässigkeitsnachweis unter Kraftwerksbedingungen wurde das technische System Mitte 1996 in die Phase der Industrieerprobung überführt.

Das technische System erfüllt seinen Zweck aber erst dann vollständig, wenn es

- den automatischen Dauerbetrieb aufgenommen hat, und wenn es
- an die Kiewer Zentrale der Behörde angeschlossen und mit der unbedingt notwendigen Hard- und Software ausgerüstet ist.

Der nächste und bezüglich des angestrebten Leistungsvermögens ausschlaggebende Schritt ist im vergangenen Jahr durch Begleitung und Mitwirkung bei der weiteren Umsetzung derjenigen konzeptionellen Vorschläge getan worden, die von deutscher Seite zur Gestaltung der automatischen Informationsverarbeitung und -bewertung unterbreitet worden waren.

Ein weiterer wesentlicher Schritt im Jahre 1996 war die Spezifikation der unbedingt notwendigen Hard- und Softwarekomponenten für den Anschluß und die Ausstattung der Kiewer Zentrale der Aufsichtsbehörde (erste Ausbaustufe) an das im KKW Saporoshje eingerichtete technische System.

Folgerichtig bestanden die Hauptaufgaben des Forschungszentrums Rossendorf im Berichtszeitraum in der Unterstützung der ukrainischen Seite

- bei der Erprobung des Informationstransfers zwischen dem KKW Saporoshje und Kiew und
- bei der Feinspezifizierung, Beschaffung, Überlassung und Inbetriebnahme der für die erste Ausbaustufe der Kiewer Zentrale unbedingt notwendigen Hard- und Softwaremittel.

Weitere Schwerpunkte waren vorbereitende konzeptionelle Arbeiten zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale.

An der Vorhabensrealisierung wirkten der TÜV Rheinland und das Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht beim Ministerium für Umweltschutz und Kernsicherheit der Ukraine als Unterauftragnehmer mit.

Der vorliegende Bericht des FZR beschreibt nach einleitenden Erläuterungen die Realisierung des Liefer- und Leistungsumfanges im Kapitel 2. Im Kapitel 3 wird der erreichte Stand der verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje, Block 5, durch die Kiewer Zentrale der ukrainischen Aufsichtsbehörde vorgestellt und

erläutert. Kapitel 4 gibt die Ergebnisse der konzeptionellen Arbeiten zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale wieder. Eine zusammenfassende Bewertung und ein Ausblick im Kapitel 5 schließen den Bericht ab.

Als rechtliche Grundlage für die Überlassung der technischen Mittel wurde mit dem Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht beim Ministerium für Umweltschutz und Kernsicherheit der Ukraine eine Vereinbarung über:

„Lieferungen und Leistungen für den Anschluß der Kiewer Zentrale an das bestehende technische System zur verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje und für die technische Ausrüstung dieser Zentrale in der ersten Ausbaustufe“

abgeschlossen [5].

Die Zusammenarbeit mit dem Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht und mit dem KKW Saporoshje erfolgte in drei deutsch-ukrainischen Treffen, auf denen alle wesentlichen Zwischenergebnisse und die weiteren Untersuchungsschwerpunkte beraten und abgestimmt wurden. Darüber hinaus gab es rege fernmündliche und fernschriftliche Kontakte zur Abstimmung einer Vielzahl fachlicher und organisatorischer Details. Die einvernehmlich spezifizierten technischen Mittel wurden dem Informationszentrum in zwei Teillieferungen im Juni und September übersandt. Des Weiteren wurde die im vergangenen Jahr aus dem Bestand des FZR im Rahmen eines Nutzungsvertrages zur Verfügung gestellte Workstation der ukrainischen Seite unentgeltlich überlassen. Bei Funktionstests Mitte Januar 1998 wurden On-line-Daten aus dem System der verbesserten betrieblichen Überwachung fehlerfrei nach Kiew übertragen und auf dem gelieferten Auswerterechner in Form von Tabellen, Grafiken und Schemata dargestellt. Die offizielle Einweihung der Kiewer Zentrale fand am 27.02.1998 statt.

Die Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber Bundesamt für Strahlenschutz, Außenstelle Berlin, war für die Vorhabensbearbeitung überaus nützlich. Zwischenergebnisse wurden regelmäßig und umfassend in Wort und Schrift mitgeteilt. Die notwendigen Abstimmungsgespräche mit der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit waren gleichfalls effektiv. Mehrere Fachkontakte bezüglich des Vorhabens gab es per Telefon und Telefax auch mit dem TÜV Rheinland.

Zur erfolgreichen Bearbeitung dieses Vorhabens haben ferner viele Einzelpersonen und Institutionen in Deutschland und in der Ukraine in informativen Gesprächen, durch Hilfe bei der Beschaffung von Unterlagen, bei Diskussionen von Einzelfragen sowie durch tatkräftige Unterstützung in praktischen Fragen bereitwillig beigetragen.

Die Autoren danken ihnen allen.

2. Liefer- und Leistungsumfang

Der Liefer- und Leistungsumfang war bereits bei der Antragstellung zum laufenden Vertrag INT 9090 grundsätzlich formuliert worden und beruht auf deutsch-ukrainischen Absprachen vom Herbst 1996. Allgemein war verabredet, die Kiewer Zentrale in der Weise technisch auszustatten, daß die im Pilotprojekt KKW Saporoshje eingerichtete betriebliche Überwachung der technologischen, radiologischen und meteorologischen Parameter in gleicher Weise auch in dieser Zentrale der Aufsichtsbehörde durchgeführt werden kann. Zudem soll auf ukrainischen Wunsch die technische Möglichkeit geschaffen werden, ebenso aus dem im KKW Rovno bestehenden Rechnernetz die betrieblichen und anderen Informationen nach Kiew übertragen zu können. Ferner sollte der Forderung Rechnung getragen werden, neben der Sprachkommunikation auch rechentechnische Kommunikation über eine einzige Standleitung zu realisieren. In diesem Zusammenhang war die ukrainische Seite die Verpflichtung eingegangen, entsprechende Standleitungen für die Datenübertragung bereitzustellen und die technischen Voraussetzungen für die Installation der rechentechnischen Mittel in den Räumen der Abteilung für kerntechnische Aufsicht zu schaffen.

Zur Berücksichtigung aller dieser ukrainischen Wünsche und zur Spezifikation aller Liefer- und Leistungsbedingungen waren mehrere Arbeitsgespräche mit Vertretern des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) und der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH in Deutschland zu führen.

2.1 Spezifikation des Liefer- und Leistungsumfanges

Die Abstimmung der detaillierten Spezifikation für die zu liefernden technischen Mittel gestaltete sich als ein etwas langwieriger Prozeß, da diese Mittel in die zu Beginn noch nicht vollständig ausgearbeitete Gesamtkonzeption des Informations- und Krisenzentrums der AkA sorgfältig eingepaßt werden mußten. Die o. g. Festlegung der ukrainischen Seite, über eine einzige Standleitung Daten und Sprache zu übertragen, verlangt den Einsatz spezieller Geräte. Technisch wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Falle eines gleichzeitigen Telefonates der Datentransfer in die kurzzeitigen Gesprächspausen, die beim normalen Sprechen entstehen, ausgelagert wird. Daraus resultieren relativ hohe Anforderungen an die Übertragungsrate der Standleitung, so daß unter den gegebenen Bedingungen eine langwierige Optimierung durch Auswahl und Bereitstellung qualitativ ausreichender Teilstrecken erforderlich ist.

Der Lieferumfang besteht aus Geräten zum Daten- und Informationstransfer und Rechnern zur Visualisierung, Bewertung und Speicherung der Kraftwerksdaten. Er wird im Kapitel 3 im einzelnen beschrieben und ist im zugehörigen Strukturschema Abb. 3.2.1 in funktionellem Zusammenhang dargestellt.

Zur Übertragung von ausschließlich Rechnerdaten wären zwei Modems ausreichend gewesen. Für eine quasi-simultane Übertragung von Daten und Sprache ist auf beiden Seiten zusätzlich je ein Router erforderlich, der ausreichend schnell sein muß, um die vorliegenden Informationen sendeseitig ineinanderzufügen bzw. empfangsseitig zu trennen. Mehrere unabhängige Recherchen ergaben, daß diese Aufgaben unter den gegebenen technischen und strukturellen Bedingungen durch Router vom Typ *Motorola 6520 Ethernet MP*, kombiniert mit Modems vom Typ *Motorola 3266 V3.4*, erfüllbar sein werden. Die Beschränkung auf Erzeugnisse der Firma Motorola garantiert Schnittstellenverträglichkeit und vereinfachten Service.

Der Router für die Kiewer Zentrale ist im Rahmen eines amerikanischen Förderprogrammes an die AkA geliefert worden.

Alle Daten, die in die Kiewer Zentrale übertragen worden sind, werden in dem dem jeweiligen KKW-Standort zugeordneten Auswerterechnern dargestellt, bewertet und archiviert. Wegen des geforderten pausenlosen Routinebetriebes werden auch in der Kiewer Zentrale - wie schon im KKW Saporoshje - Workstations verwendet.

Für die Standorte Saporoshje und Rovno wurde je eine separate Workstation SUN Ultra 1 Model 170 geliefert, die über ausreichend Kapazitätsreserven für Darstellung, Bewertung und Speicherung größerer Datenmengen, wie sie bei Alarmen des technischen Systems (s. Kapitel 5) auftreten, verfügt. Durch Verwendung von SUN Workstations mit Solaris-Betriebssystem sowohl Vorort im KKW Saporoshje als auch in der Kiewer Zentrale kann die für das KKW entwickelte Software im wesentlichen auch für das Kiewer Zentrum übernommen werden. Damit besteht die grundsätzliche Möglichkeit, am Standort und in der Zentrale identische Bewertungen vornehmen zu können und also auch identische Resultate zu erhalten.

Die Auswerterechner der Kiewer Zentrale greifen über das lokale Rechnernetz auf gemeinsam genutzte CD-ROM, DAT-Gerät und Drucker zu. Somit ist der Umfang der ausgewählten technischen Mittel tatsächlich auf das notwendigste beschränkt worden.

Die im laufenden Projekt für die Kiewer Zentrale gelieferte Ausrüstung ist in Abb. 3.2.1 in blauem Farbton dargestellt. Abb. 3.2.2 zeigt ergänzend die Struktur des technischen Systems am Standort des KKW Saporoshje, dessen wesentliche technische Mittel bereits im Vorläuferprojekt PTI 6028 (grün gekennzeichnet) geliefert worden waren.

Zum Leistungsumfang des laufenden Projektes gehören:

- die Beschaffung der einvernehmlich abgestimmten Hard- und Software,
- Inbetriebnahme und Funktionsnachweis der Hard- und Software sowie eine Schulung bezüglich der Handhabung dieser Mittel auf einem Spezialistentreffen vom 18. - 29. August 1997 in Rossendorf,
- die Regelung der Ausfuhr aus Deutschland,
- die Lieferung frei Kiew und
- die Überlassung der technischen Mittel am Einsatzort sowie beratende Mitwirkung bei Installation und Inbetriebsetzung.

2.2 Beschaffung des Liefersortimentes

Zur Beschaffung der im Laufe des ersten Halbjahres 1997 in mehreren Abstimmungsrunden feinspezifizierten technischen Mittel mußten mehrere Aufträge vorbereitet und betreut werden. Nach der Festlegung des Lieferumfanges entsprechend der Aufgabenstellung und den Abstimmungen mit der ukrainischen Seite waren Angebote bei mehreren einschlägigen Firmen einzuholen sowie Vereinbarungen zu Lieferfristen, Lieferbedingungen und Zahlungsmodalitäten zu treffen.

Die technischen Mittel lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Rechentechnik einschließlich Softwareprodukte,
2. Kommunikationstechnik,
3. Drucker und Netzadapter.

Zur Beschaffung der ersten Gruppe war nach Gesprächen mit dem Hersteller SUN Microsystems GmbH die autorisierte Firma CAD & LAN Computersysteme GmbH, Dresden, ausgewählt worden. Diese Firma garantiert eine qualitative hochwertige In-

stallation der optionalen Hardwarekomponenten entsprechend der vereinbarten Konfiguration. Nach Abstimmung der Liefermodalitäten (u.a. Lieferung von russischen Country-Kits) konnte die Rechentechnik einschließlich der Softwareprodukte in der 33. KW, d.h. rechtzeitig vor dem Spezialistentreffen, bereitgestellt werden. Zur Vermeidung komplizierter Lizenzumschreibungen für die Nutzung der Software wurde als Lizenznehmer von vornherein der ukrainische Empfänger eingetragen.

Für die Beschaffung der Kommunikationstechnik wurden zwei Firmen verpflichtet. Die zur Prüfung und Justierung der Übertragungsleitung vorab erforderlichen zwei Modems *Motorola 3266 V.34 fast* wurden bei der Deutschen Telekom AG bestellt und in der 20. KW an das FZR geliefert. Nach Unterzeichnung des Liefervertrages und Klärung der Ausfuhrformalitäten waren diese Modems Anfang Juni nach Kiew geliefert worden, des Eilbedarfs wegen per Kurierdienst. Nach der Durchführung erster Tests bat die ukrainische Seite um einige Änderungen in der Spezifikation der Modems. In der 2. Lieferung wurden daher Modems vom gleichen Typ, jedoch in einer für die Ukraine üblichen Ausführung bereitgestellt.

Der größere Teil der Kommunikationstechnik wurde nach Rücksprache mit dem Hersteller *Motorola* und Vergleich mehrerer Angebote von dem für Ostdeutschland autorisierten DVZ-Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH, Schwerin, in der 32. KW geliefert.

Drucker und Netzadapter wurden nach Abstimmung der technischen Spezifikation und Vergleich mehrerer Angebote von der Firma *Dr. Vehmann Bürotechnik GmbH*, Dresden, ebenfalls in der 32. KW geliefert.

Für alle genannten technischen Mittel wurden in Übereinstimmung mit den ukrainischen Wünschen die Dokumentationen in englischer Sprache geliefert und eine Garantie von 12 Monaten vereinbart.

2.3 Erprobung und Funktionsnachweis der technischen Mittel im Labor

Die Funktionsfähigkeit der vorab per Kurier übergebenen Modems *Motorola 3266 V.34 fast* war bereits in den Labors der Deutschen Telekom AG nachgewiesen worden.

Die anderen technischen Mittel wurden im Labor des FZR auf Vollständigkeit und Unversehrtheit geprüft, zu einer Versuchsanordnung bestehend aus den Elementen:

- Workstation - Netzinterface (HUB) - Router - Modem -
- simulierte Vierdraht-Standleitung -
- Modem - Router - HUB - Workstation

zusammengestellt und erprobt. Kleine technische Probleme, die dabei auftraten, wurden im Kontakt mit den Hersteller- und Lieferfirmen beseitigt. Während eines Spezialistentreffens im August 1997 wurde die Funktionsfähigkeit der gelieferten technischen Mittel entsprechend den zuvor erarbeiteten Prüfprogrammen im Beisein ukrainischer Spezialisten nachgewiesen. Schwerpunkte der Funktionsprüfung waren:

- für die beiden SUN-Workstations Ultra-1:
 - Installation, Konfiguration und Funktionstest des UNIX-Betriebssystems SOLARIS 2.5.1 und des kyrillischen Treiberpaketes,
 - Test der verfügbaren Hauptspeicherkapazität und der beiden internen Festplatten,
 - Prüfung der Funktionsfähigkeit des externen Magnetband-Laufwerkes,
 - Test des internen Floppy-Disk-Laufwerkes und des externen CD-Laufwerkes,
 - Test der Netzwerkfähigkeit über die eingebaute Ethernet-Schnittstelle,
 - Überprüfung der Vollständigkeit der Dokumentation;

- für die Ethernet-Router Motorola *MP6520* und Modems Motorola *3266 V.34 GMD K21*:
 - Prüfung des Bootvorganges der Geräte,
 - Funktionstest der eingebauten Schnittstellen (LAN-Karte, RS-323),
 - Kontrolle der Konfiguration der E&M-Karte,
 - Kontrolle der installierten Softwaremodule sowie der Arbeitskonfiguration,
 - allgemeiner Funktionstest,
 - Überprüfung der Vollständigkeit der Dokumentation;
- sowie für die Drucktechnik:
 - allgemeiner Funktionstest des Druckers HP-6MP,
 - Inbetriebnahme und Konfiguration des Printservers,
 - Konfiguration einer Workstation als Hostrechner für den Printserver,
 - Testdruck über das Rechnernetz.

2.4 Ausführungsgenehmigungen

A. PRÜFUNG NACH DEUTSCHEM AUSFUHRRECHT

Anhand der gültigen Ausfuhrliste (AL), Teil 1, Abschnitt C (Änderung des Beschlusses 94/942 GASP vom 22. Oktober 1996) des Bundesausfuhramtes wurde geprüft, ob für die Ausfuhr der spezifizierten technischen Mittel in die Ukraine eine Ausfuhr-genehmigung erforderlich ist. Dabei wurde Bezug genommen auf Abschnitt 5A1 der AL - Systeme, Ausrüstung und Bestandteile der Telekommunikation -. Im einzelnen wurde festgestellt:

- a) zu 5A001 c): Es wurden Bestätigungen bei den Lieferanten der Rechner, Router und Modems eingeholt, in denen festgestellt wird, daß die Waren „nicht entwickelt und gebaut sind, um transienten Störstrahlungen oder elektromagnetischen Impulsen, erzeugt durch eine Kernexplosion, zu widerstehen“.
- b) zu 5A001 b 1): In der technischen Spezifikation des Herstellers wird für die Modems eine maximale Übertragungsrate von 128 kbit/s und für die Router eine maximale Übertragungsrate am höchsten Multiplexpunkt von 384 kbit/s angegeben. Diese Werte sind deutlich geringer als der in der AL angegebene Grenzwert von 45 Mbit/s.
- c) zu 5A001 b 3): Die Netzzugangssteuerung des Routers läßt eine maximale Übertragungsrate bis zu 1,554 Mbit/s zu, und die Kommunikationskanalsteuerung ist bis zu 80 kbit/s pro Kanal ausgelegt. Diese Werte liegen deutlich unter den Grenzwerten von 156 Mbit/s bzw. 2,1 Mbit/s der AL.

Bezüglich der Kriterien der deutschen Ausfuhrliste ist daher eine spezielle Ausfuhr-genehmigung nicht erforderlich.

Da die Ukraine kein Land der Länderliste H der Außenwirtschaftsverordnung AWW ist, trifft § 5 d der Außenwirtschaftsverordnung, die für ebendiese Länder eine Ausfuhr-genehmigung für alle Waren verlangt, ebenfalls nicht zu.

Schlußfolgerungen:

1. Eine Genehmigung der Ausfuhr durch das Bundesausfuhramt ist somit insgesamt nicht erforderlich.
2. Da die Lieferung im Auftrag des BMU erfolgt, ist nach deutschem Recht auch keine Endverbleibserklärung von seiten der AkA erforderlich.

B. PRÜFUNG NACH LIZENZRECHT DER HERSTELLERFIRMA

Der amerikanische Computerhersteller SUN hat gegenüber dem State Department zu gewährleisten, daß seine Produkte unter Einhaltung der Bestimmungen des amerikanischen Ausfuhrrechtes des Department of Commerce gehandelt werden. In Ausübung dieser Pflicht verlangt der Hersteller für die beiden Workstation SUN Ultra 1 vor der Auslieferung der Waren die Ausfertigung einer „Einwilligungserklärung über Nichtweitergabe“ (Non-Proliferation Compliance Letter), in der der Käufer (FZR) erklärt, daß die betreffende Ware nicht für Zwecke der

- Atomwaffenherstellung oder -versuche,
- Spaltmaterialherstellung oder -verarbeitung,
- den Betrieb von Kernanlagen für derartige Zwecke
- sowie Waffen- und Raketenherstellung

eingesetzt werden. Da die Ukraine den Atomwaffensperrvertrag unterzeichnet hat und der Endnutzer AkA Kiew sich im Liefervertrag vom 30. Mai 1997 verpflichtet hat, die rechentechnischen Mittel ausschließlich für die Ausübung seiner aufsichtlichen Pflichten zu nutzen, wurde mit Datum vom 05.08.1997 vom Vorstand des FZR diese Erklärung unterzeichnet. Auf dieser Grundlage hat der Hersteller die Auslieferung der Workstation an das FZR veranlaßt.

Einen gleichlautenden Non-Proliferation Compliance Letter hat FZR vom ukrainischen End-Nutzer unterzeichnen lassen.

2.5 Lieferung

Der mit der ukrainischen Seite abgestimmte Zeitplan für die Vorhabensbearbeitung sah zwei Teillieferungen vor.

Mit der ersten Lieferung, die am 12.06.1997 per Kurierdienst beim Empfänger eintraf, wurden die zwei Modems zur Erprobung des Informationstransfers zwischen dem KKW Saporoshje und der Kiewer Zentrale übergeben. Die zugehörige Ausfuhranmeldung wurde durch das FZR veranlaßt.

Der Transport der Ausrüstungen der zweiten Teillieferung wurde von der deutschen Speditionsfirma Schenker EUROCARGO, die auch die Bearbeitung der zugehörigen Ausfuhrzollprozedur übernahm, durchgeführt. Zur Vermeidung von Beschädigungen während des Transportes waren die Ausrüstungen in den Verpackungen der Hersteller im Beisein eines Lademeisters in zwei Holzkisten sachgerecht verstaut worden. Die Lieferung verließ am 04.09.1997 mit einem Sammeltransport das FZR und traf am 10.09.1997 vertragsgemäß in Kiew ein.

Die Verpackungs- und Beladevorgänge waren im FZR fotografisch dokumentiert worden. Für die Dauer des Transportes war eine branchenübliche Transportversicherung in Höhe von 115 % des Wiederbeschaffungswertes abgeschlossen worden, die auch einen Schadensersatz bei Diebstahl einschloß.

2.6 Schulung des Nutzerpersonals

Bedingt durch die während des laufenden Vertrages erfolgte Spezifizierung und Modifizierung des Liefersortimentes mußte folgerichtig auch der Inhalt der ursprünglich in Deutschland geplanten Schulung des Nutzerpersonals den neuen Bedingungen angepaßt werden. Bei den Abstimmungsgesprächen mit der ukrainischen Seite wurde wiederholt deutlich, daß ein großes Interesse an einer Schulung für die Mitarbeiter des Referates für Information und Notfallmanagement bezüglich der Bedienung der überlassenen Ausrüstungen besteht. Um einen möglichst großen Kreis des künftigen Nutzerpersonals gleichzeitig und kostengünstig ausbilden zu können, äu-

ßerte die ukrainische Seite den Wunsch, diese Schulung durch ukrainische Lektoren in Kiew durchzuführen. Nach Prüfung eines entsprechenden Angebotes kam das FZR dieser Bitte nach und beauftragte das Informationszentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht mit der Durchführung einer dreitägigen Schulung vom 09.12. bis 12.12.1997 in Kiew.

Der vom Informationszentrum benannte Lektor, Herr Dr. A. N. Ripun, war langjährig im Wissenschaftlich-Technischen Zentrum der Aufsichtsbehörde mit Aufgaben der Systemprogrammierung beschäftigt und hat auch bei der Erarbeitung der Nutzersoftware für das technische System seine Qualifikation nachgewiesen. Er hat in den Jahren 1994/95 im Rahmen der Vorläuferprojekte zweimal an Ausbildungsveranstaltungen in Deutschland teilgenommen und entsprechende Zertifikate erworben.

Nach Einschätzung des Leiters des Referates für Information und Notfallmanagement, Herrn S. C. Kublanow, wurde die Schulung in guter Qualität und zur Zufriedenheit seiner Mitarbeiter durchgeführt. Nach seiner Meinung wurden mit dieser Maßnahme wesentliche Grundlagen und Kenntnisse für die Handhabung der überlassenen Rechentechnik geschaffen.

2.7 Überlassung und Inbetriebnahme

Die mit der ersten Teillieferung übersandten Modems waren von den Mitarbeitern des Informationszentrums selbständig in Betrieb genommen und zur Erprobung des Datentransfers verwendet worden. Die Erprobung verlief erfolgreich und bestätigte sowohl den einwandfreien Zustand der Geräte als auch deren prinzipielle Eignung.

Die mit der zweiten Teillieferung nach Kiew transportierten Ausrüstungen wurden am 13./14. Oktober 97 im Rahmen eines Arbeitstreffens durch Mitarbeiter des FZR dem ukrainischen Partner protokollarisch überlassen. Im Anschluß an die Auszollung und nach Feststellung der Unversehrtheit, Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit durch Mitarbeiter des Informationszentrums wurden diese technischen Mittel von der ukrainischen Seite unter beratender Mitwirkung des FZR für die Erarbeitung und Optimierung der erforderlichen Anwendersoftware genutzt.

3. Stand des technischen Systems zur verbesserten betrieblichen Überwachung der KKW in der Ukraine

Das Pilotprojekt zur Einrichtung eines technischen Systems zur verbesserten betrieblichen Überwachung der ukrainischen Kernkraftwerke beruht auf dem bereits erwähnten Konzept, vier für Druckwasserreaktoren allgemeingültige Schutzziele zu überwachen. Dazu sind diese Schutzziele durch Kontrollaufgaben unteretzt worden, die auf konstruktive und technologische Eigenschaften der WWER-Reaktoren sowie auf das Gelände des Standortes ausgerichtet sind [2]. Dieses Konzept ist in Zusammenarbeit des FZR mit dem TÜV Rheinland in den Jahren 1992 bis 1994 entwickelt [1,2] und im KKW Saporoshje im Zeitraum 1995/1996 für den Reaktortyp WWER-1000/320 durch das WTZ der Ukrainischen Aufsichtsbehörde in Zusammenarbeit mit dem Betreiber und unter beratenden Mitwirkung des FZR erstmals umgesetzt worden [3,4]. Ein Vorschlag zu einer gleichartigen Prinziplösung für den Reaktortyp WWER-440/213 des KKW Rovno ist in Kapitel 5 ausführlich dargestellt.

Kernstück dieses Systems ist die automatisierte Überwachung von ausgewählten betrieblichen und radiologischen Parametern bei gleichzeitiger Erfassung zumindest derjenigen meteorologischen Bedingungen, die für Ausbreitungsrechnungen unbedingt erforderlich sind. Die automatisierte Überwachung hat die Aufgabe, die Aufsichtsbehörde von unnötiger Routinearbeit zu entlasten und durch eine entsprechende Signalisierung deren Aufmerksamkeit auf solche betrieblichen Zustände und Ereignisse zu lenken, die mit sicherheitstechnischen Konsequenzen bis hin zu Freisetzungen von radioaktiven Stoffen über die zulässigen Grenzwerte hinaus verbunden sein können.

In den vorbereitenden Abstimmungen zur Gestaltung der Kiewer Zentrale der Aufsichtsbehörde [4] war vereinbart worden, daß diese Zentrale inhaltlich und technisch die gleichen Überwachungsmöglichkeiten bieten soll, wie sie dem Vor-Ort-Inspektor der Aufsichtsbehörde, der sich ununterbrochen im KKW Saporoshje aufhält, durch das technische System eingeräumt worden sind:

- Unmittelbarer Zugriff auf alle Parameter und Informationen, die für die Vor-Ort-Überwachung ausgewählt worden sind und in festgelegten Zeitintervallen aufgefrischt werden, sowie Visualisierung, Dokumentierung und Archivierung dieser Informationsmengen;
- Automatisierte Überwachung dieser Parameter, Mitteilungen in Form von MELDUNG ☐, WARNUNG ☎ oder ALARM ⚠, siehe Kapitel 5,
- Bereitstellung wesentlicher aktueller Informationen, die für die behördliche Lagebeurteilung insbesondere in Hinblick auf erforderliche regional wirksame Maßnahmen oder länderübergreifende Informationspflichten erforderlich sind.

Da für die betriebliche Überwachung besonders festgelegte „überwachungsspezifische“ Grenzwerte verwendet werden sollen, die einerseits den Handlungsspielraum des Betreibers nicht einengen dürfen, andererseits aber Verstöße gegen bestehende Vorschriften signalisieren müssen, ist erfahrungsgemäß eine längere Justierphase für die Festlegung optimaler Grenzwerte unumgänglich. Es wird empfohlen, mittels administrativer Anweisung und geeigneter Software auf Dauer zu gewährleisten, daß für die Vor-Ort-Überwachung im Kraftwerk und die Überwachung in der Kiewer Zentrale stets gleiche Grenzwerte verwendet werden.

3.1 Informationstransfer aus dem KKW Saporoshje in die Kiewer Zentrale der Aufsichtsbehörde

Nach der Einrichtung des technischen Systems am KKW-Standort Saporoshje und Ausrüstung des Blockes 5 als Pilotprojekt zur betrieblichen Überwachung war die Herstellung einer ausreichend leistungsfähigen und stabilen Verbindung für den Informationstransfer nach Kiew der wichtigste Schritt zur Vervollständigung der betrieblichen Überwachung durch die ukrainische Aufsichtsbehörde. Dieser Teil der Aufgabe war dadurch gekennzeichnet, daß die in früheren Untersuchungen [1,3] bereits aufgezeigten strukturellen und technischen Schwierigkeiten, die einer stabilen Informationsübertragung entgegenstanden, durch Entscheidungen und Maßnahmen der staatlichen Aufsichtsbehörde überwunden werden mußten. Auf der Grundlage einer administrativen Verfügung wurde im Berichtszeitraum mit amerikanischer Unterstützung eine feststehende Verbindungsleitung nach Saporoshje geschaltet¹, an deren Prüfung und technischer Qualifizierung die Softwareentwickler des IZ AKA über längere Zeit systematisch gearbeitet haben. Unter Nutzung der von deutscher Seite schon 1996 bereitgestellten Workstation und der im Rahmen des laufenden Vertrages frühzeitig überlassenen Modems wurde die Übertragungssoftware geschaffen und justiert, auf die Belange der behördlichen Überwachung zugeschnitten und für den Routineeinsatz vorbereitet.

Eine Dokumentation zu den Ergebnissen, die bei der Erprobung erzielt worden sind, ist durch den Softwareentwickler des IZ AKA im Auftrag des FZR zusammengestellt worden und ist, zusammen mit den Testprotokollen der Übertragungsstrecke, in [6] enthalten.

Der Bericht zeigt, daß die Arbeiten zur Übertragungssoftware mit großer Gründlichkeit und Systematik ausgeführt wurden. Zunächst wurden Untersuchungen an einer üblichen Zweidraht-Wählverbindung vorgenommen, die in typischer Weise folgende Schritte umfaßten:

- Modellierung einer charakteristischen Datenquelle,
- Variation der wichtigsten Übertragungsparameter (deterministische Parameter),
- Variation des Fehlerschutzalgorithmus,
- Variation des Übertragungsformates und der Paketeigenschaften.

Die für diese Untersuchungen erstellten Programmmodule konnten in einer Testumgebung gestartet werden, so daß sowohl deren Optimierung als auch eine genaue Analyse der einzelnen Befehlsschritte möglich war. Im einzelnen wurde für die verschiedenen Varianten untersucht:

- die allgemeine Stabilität,
- mögliche Übertragungsprotokolle,
- mögliche Betriebsarten,
- stochastische Fehlerkennwerte,
- die benötigte Rechenkapazität,
- der Einfluß der allgemeinen Übertragungsparameter wie Paketgröße, Übertragungsgeschwindigkeit, Fehlerschutzmechanismus und Format der übertragenen Symbole auf die Übertragungsqualität.

Der Einfluß der Parameter auf die Übertragungsqualität wurde zu verschiedenen Tageszeiten, also bei unterschiedlicher Belastung des Telefonnetzes, untersucht. Die in [6] angegebenen Fehlereintrittswahrscheinlichkeiten bei Verwendung einer Zweidraht-Wählverbindung und einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2400 bit/s sind:

¹ Zu den anderen ukrainischen KKW wurden gleichartige Leitungsverbindungen hergestellt.

Tabelle 3.1.1 Fehlerhäufigkeit Zweidrahtleitung für 2400 bit/s

Fehler- ordnung ²	Tageszeit				
	6.00-10.30	10.30-11.30	11.30-16.00	16.00-17.00	17.00-23.00
1	10^{-7}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-7}
2	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-8}
3	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}
andere	10^{-11}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-11}

Für Datenpakete mit den getesteten allgemeinen Übertragungsparametern überschreiten die beobachteten Fehlerhäufigkeiten für Fehler 1. und 2. Ordnung den empfohlenen Grenzwert 10^{-8} sogar bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2400 bit/s [6]. Demzufolge reicht eine Wählverbindung für die simultane Übertragung von digitaler und gesprochener Information nicht aus.

Auf der Basis der gesammelten Erfahrungen auch bezüglich Struktur und Leistung der Testsoftware wurden für die Standleitung eine Reihe von Test- und Steuerungsmodulen (Initialisierungssoftware, Eingangsdatensteuerung, Transfersteuerung, Synchronisierung) geschaffen, mit deren Hilfe die der untersuchten Leitung und ihrem Belastungszustand entsprechenden optimalen Betriebsparameter ermittelt werden konnten. Mit diesen Betriebsparametern konnte die in den Modems *Motorola 3266 V.34 GMD* automatisch ablaufende Anpassung der Datenübertragung an die wechselnden Eigenschaften der Verbindungsleitung geprüft und bezüglich der Einstellung einzelner Parameter auch verbessert werden.

Für die Vierdraht-Standleitung wurden gleichartige Tests zur Fehlerhäufigkeit bei der sich automatisch einstellenden Übertragungsgeschwindigkeit durchgeführt. Es ergaben sich die Werte nach Tabelle 3.1.2

Tabelle 3.1.2 Fehlerhäufigkeit Vierdraht-Standleitung

Fehler- ordnung	Tageszeit				
	6.00-10.30	10.30-11.30	11.30-16.00	16.00-17.00	17.00-23.00
1	10^{-8}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-8}
2	10^{-9}	10^{-8}	10^{-8}	10^{-8}	10^{-8}
3	10^{-10}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-10}
andere	10^{-11}	10^{-11}	10^{-11}	10^{-11}	10^{-11}

Der Vergleich mit den obigen Prüfergebnissen der Zweidrahtleitung zeigt, daß insbesondere in den Belastungszeiten am Tage die Fehlerhäufigkeit der Vierdrahtleitung um eine Zehnerpotenz niedriger ist. Dadurch wird es möglich, bei Benutzung der Vierdrahtleitung die Glaubwürdigkeitsprüfung mit Modulen der Standard-Übertragungssoftware zu realisieren.

Bei der abschließenden Prüfung der Übertragungsprozedur an Hand von geeigneten Datenblöcken wurden Übertragungsintervalle von 30s, 60s, 90s und 120s über drei Arbeitstage realisiert. Der Softwareentwickler resümiert das Ergebnis in [6] folgendermaßen:

² Als Fehlerordnung (1, 2, 3) wird hier das Auftreten von 1, 2 oder 3 fehlerhaften Bits in einem Datenwort bezeichnet.

...Die Testergebnisse lieferten eine Übereinstimmung der Parameter der aufgebauten Versuchsanordnung mit den zuvor erarbeiteten Anforderungen. Die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen den Modems erreichte zumeist 19,2 Kbit/s, nur in einzelnen Fällen verringerte sie sich auf 14,4 oder 12 Kbit/s. In der gesamten Testzeit wurde die Verbindung einige Male unterbrochen, konnte aber innerhalb von 30 s - 60 s wiederhergestellt werden. In diesem Zusammenhang muß auf die Bedeutung weiterer Untersuchungen der Systemreaktionen auf solche Unterbrechungen hingewiesen werden...

Die erhaltenen experimentellen Befunde lassen den Schluß zu, daß auch beim Informationszustand ALARM (Übertragungszyklus 60 Sekunden) eine ausreichend schnelle Datenübertragung zwischen dem im KKW Saporoshje installierten technischen System und der Kiewer Zentrale für den Zweck der KKW-Fernüberwachung erreicht wird.

In den Schlußfolgerungen des Softwareentwicklers wird empfohlen, als Hauptübertragungsmedium eine Vierdraht-Standleitung zu verwenden, wohingegen die Zweidraht-Wählverbindung lediglich als geeignete Reserve eingeschätzt wird. Die ukrainische Seite folgte dieser Empfehlung und mietete eine entsprechende Leitung an.

3.2 Ausstattung und Leistungsfähigkeit der Kiewer Zentrale

Die Ausstattung der Kiewer Zentrale, ihre existierende Verbindung zum KKW Saporoshje und die vorgesehene Verbindung zum KKW Rovno sind in Abbildung 3.2.1 schematisch dargestellt. Alle im Rahmen des laufenden Projektes bereitgestellten technischen Einrichtungen sind blau gekennzeichnet und ihr Verwendungszweck angegeben. Abbildung 3.2.2 zeigt die Struktur des technischen Systems, wie sie im „Pilotprojekt KKW Saporoshje“ implementiert ist, wobei die im laufenden Projekt ergänzten technischen Mittel ebenfalls blau gekennzeichnet sind.

Für beide genannten KKW ist in der Kiewer Zentrale je ein Auswerterechner zur Verarbeitung der aus den lokalen Netzen übertragenen Daten installiert. Diese Verarbeitung beinhaltet als wesentliche Teile die Visualisierung der Informationen, deren Archivierung und als Hauptaufgabe deren Bewertung, aber auch die nachträgliche Analyse von Archivdaten. Die Bewertungen des Anlagenzustandes, wie sie derzeit vor Ort im KKW Saporoshje vorgenommen werden, sind damit in gleicher Weise in der Kiewer Zentrale durchführbar. Die dazu erforderliche Software war im Laufe der industriellen Erprobung (seit 1996) systematisch gepflegt, d.h. bedienfreundlicher gestaltet, bezüglich Unzulänglichkeiten bereinigt und insbesondere um einige technologische Schemata ergänzt worden, die auf Anregung des Vor-Ort-Inspektors (des KKW Saporoshje) geschaffen worden waren. Abbildung 3.2.3 zeigt das Übersichtsschema der technologischen Daten, Abb. 3.2.4 das neu geschaffene Schema zur Darstellung der radiologischen und meteorologischen Daten und Abb. 3.2.5 das allgemeine Übersichtsschema der Signalisierung. Ferner sind frei skalierbare Schemata zur Visualisierung des Zeitverlaufs beliebig aufrufbarer Parameter geschaffen worden.

Von besonderer Bedeutung für eine effektive Nutzung der nach Kiew übertragenen Kraftwerksdaten sind die getroffenen technischen Vorbereitungen zur Weitergabe dieser Informationen an alle dem Krisenzentrum angeschlossenen Nutzer. Sie können z.B. für Ausbreitungsrechnungen oder Quelltermabschätzungen verwendet oder im Ereignisfall zur Lagebeurteilung für ganz unterschiedliche Zwecke (Ableitung von Vorsorgemaßnahmen und Abschätzung von deren Auswirkungen) genutzt werden.

Die Möglichkeit, weitere Auswerterechner für die KKW Chmelnitzki und Südukraine sowie einen schnellen Simulationsrechner anzuschließen, ist ebenfalls technisch vorbereitet.

Wie bereits im Kapitel 1 ausgeführt verliefen die Funktionstests Mitte Januar 1998 erfolgreich. Unter normalen Bedingungen wurde auf dem Datenkanal eine Übertragungsgeschwindigkeit von 19,2 kBit/s erreicht. Es konnte außerdem die Funktionsfähigkeit der Software zur Datenverarbeitung und Darstellung der Informationen in Form von Tabellen, Grafiken und Schemata demonstriert werden. Im Rahmen einer Präsentationsveranstaltung am 27.02.1998 wurde die Kiewer Zentrale offiziell eingeweiht.

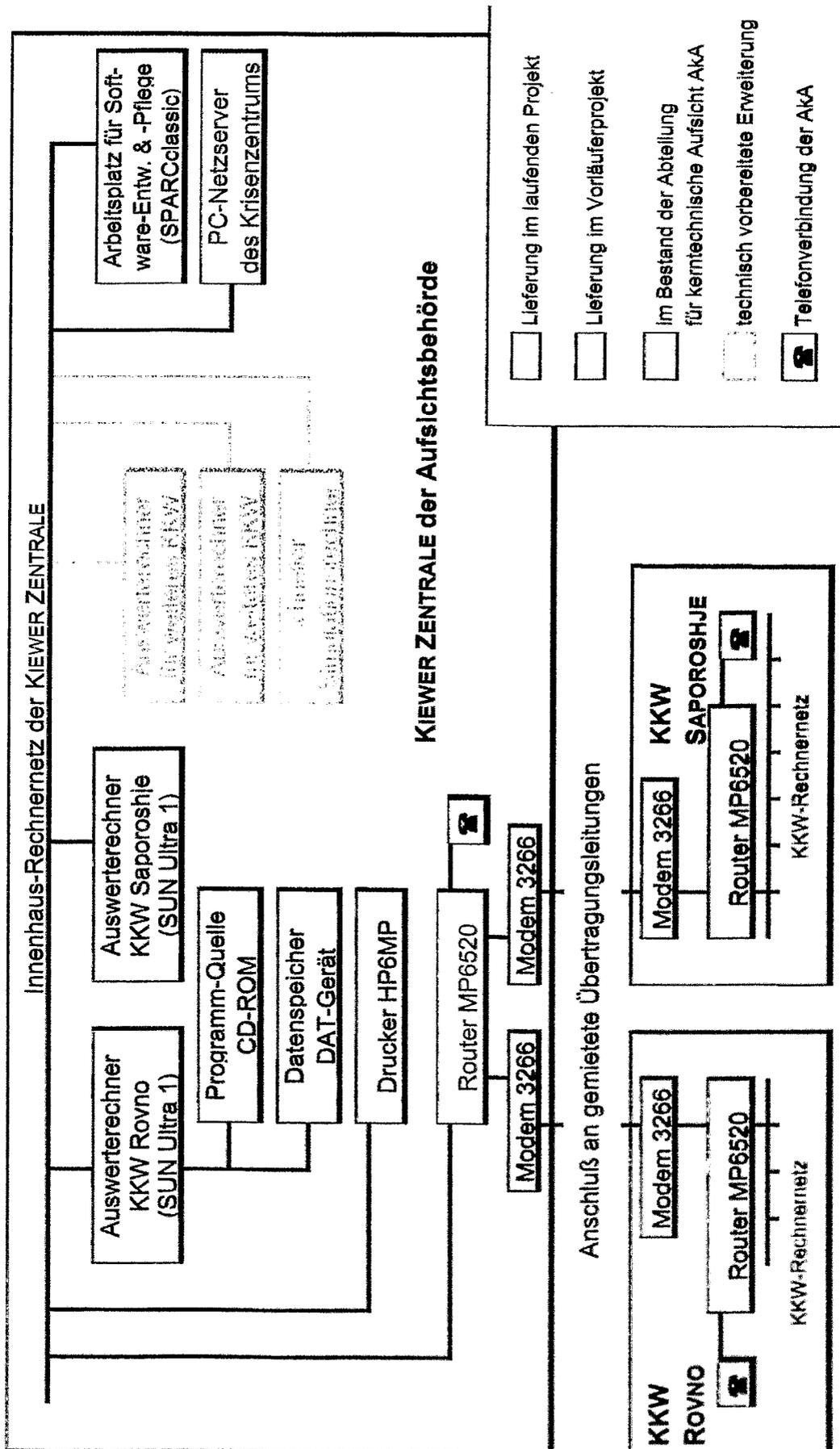


Abb. 3.2.1 Struktur des technischen Systems in der Kiewer Zentrale und seine Verbindungen

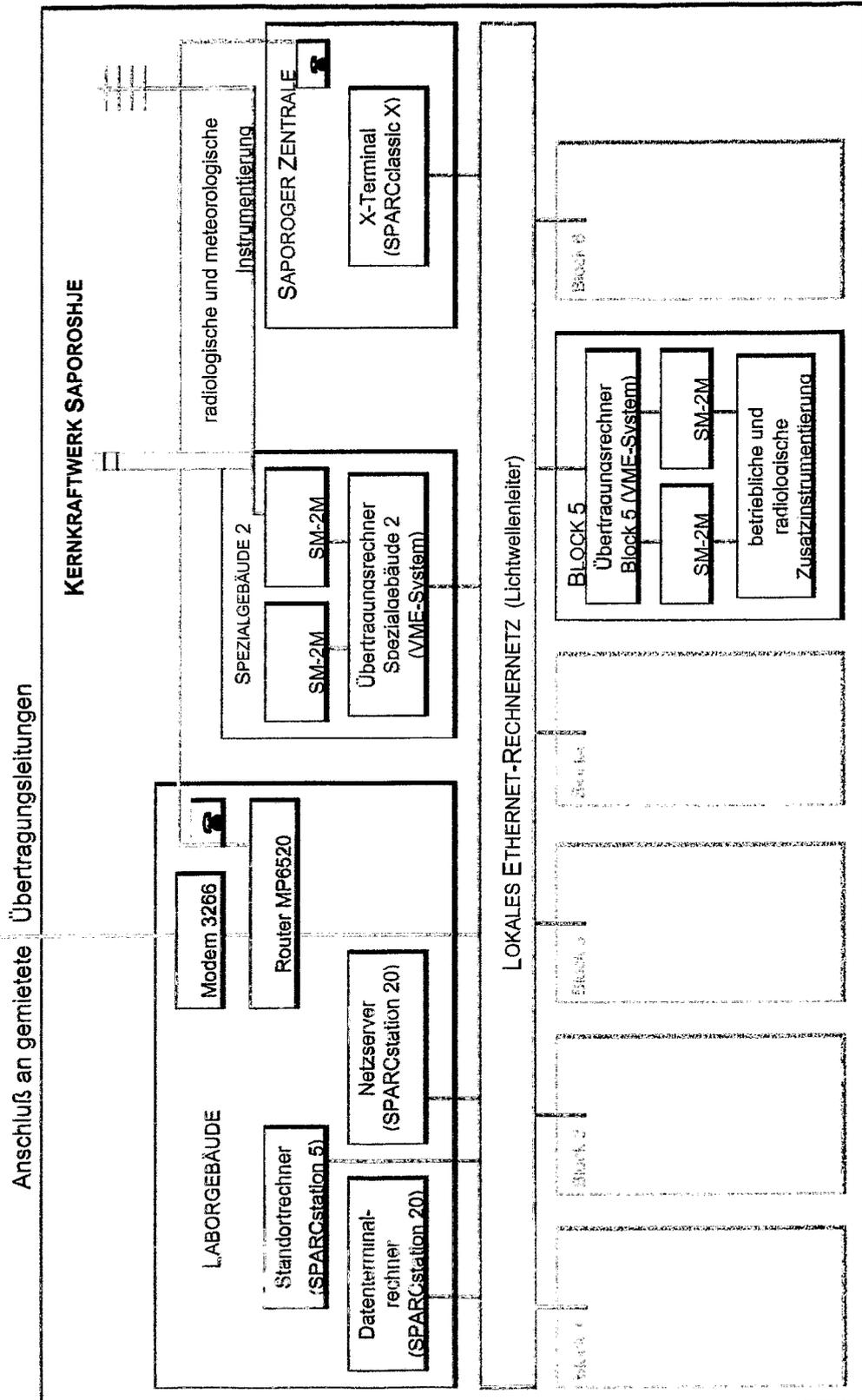


Abb. 3.2.2 Struktur des im KKW Saporoshje errichteten technischen Systems zur verbesserten betrieblichen Überwachung

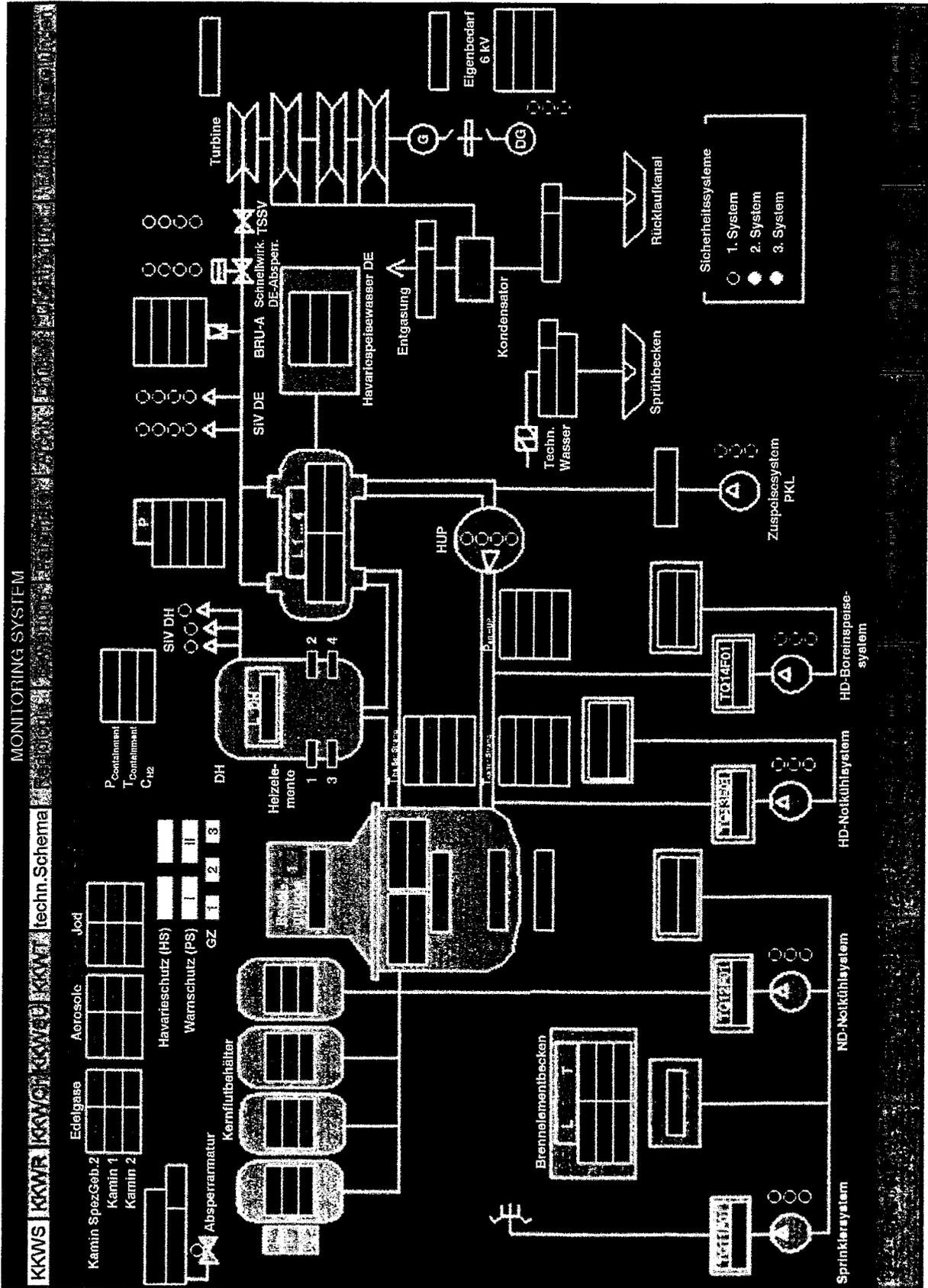


Abb. 3.2.3 Technologisches Schema zur Darstellung der betrieblichen Parameter des technischen Systems

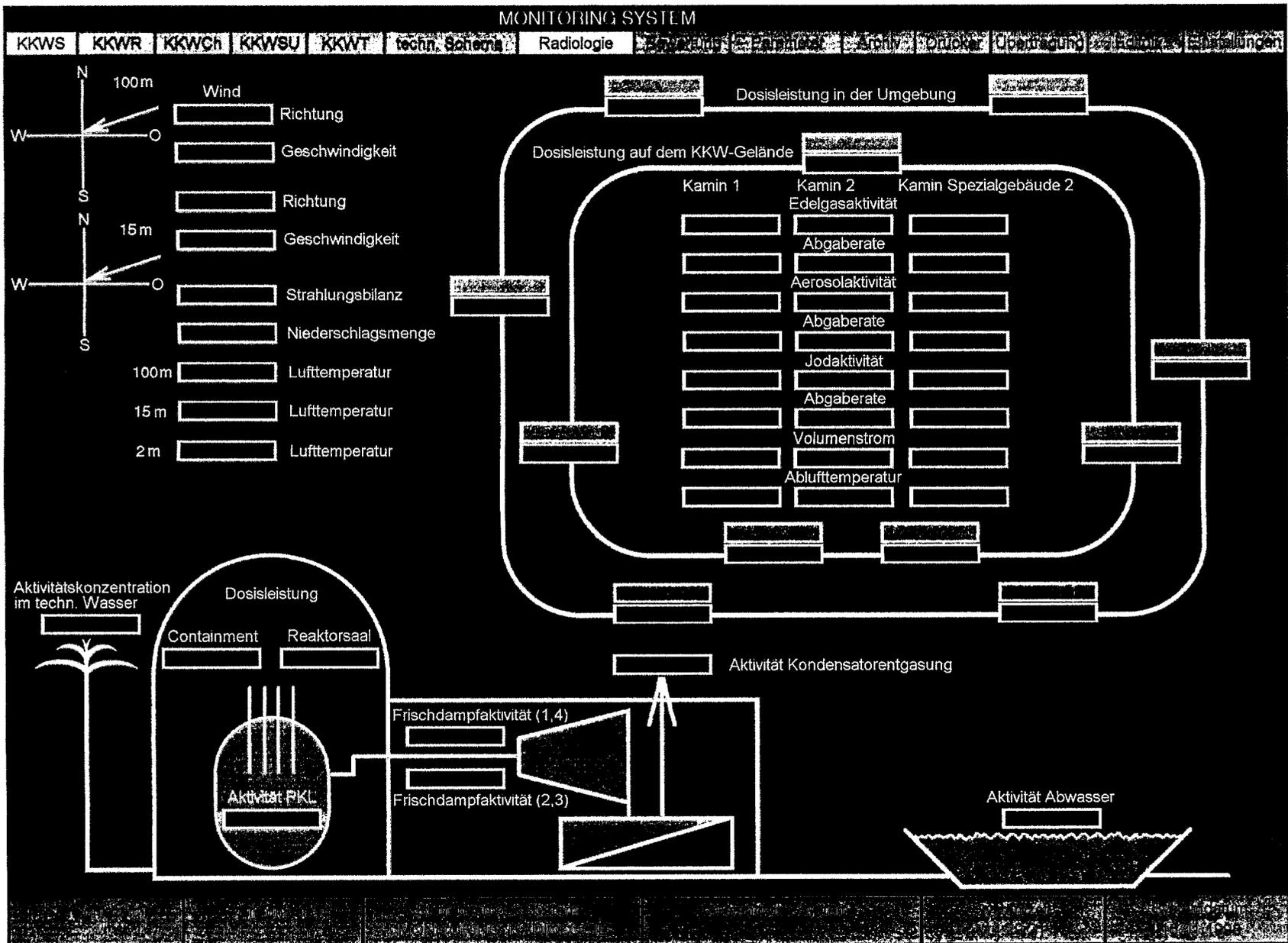


Abb. 3.2.4 Radiologisches Schema zur Darstellung der radiologischen und meteorologischen Parameter des techn. Systems

4. Konzeptionelle Arbeiten zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale

4.1 Das Schutzzielkonzept

Die grundsätzlichen und hauptsächlichen Aufgaben des technischen Systems sind nicht allein die Bereitstellung betrieblicher Daten und deren Visualisierung, Dokumentierung und Archivierung für die Zwecke der behördlichen Aufsicht, sondern vor allem - und das ist der eigentlich neuartige und überwachungsspezifische Anteil bei der Schaffung des technischen Systems - die automatisierte betriebliche Überwachung.

Die automatisierte betriebliche Überwachung bedeutet nicht, daß eine automatisiert ablaufende Analyse des Ereignisverlaufs oder gar eine Störfallanalyse durchgeführt werden sollen. Vielmehr soll zum Zweck einer Beurteilung des Anlagenzustandes unter sicherheitstechnischem Aspekt lediglich die Einhaltung definierter Schutzziele überwacht werden.

Dieses Schutzzielkonzept wurde bereits der betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje mit seinen WWER-1000/320-Druckwasserreaktoren zugrunde gelegt und soll nun auch auf die Besonderheiten der WWER-440/213-Reaktoranlage für das KKW Rovno zugeschnitten werden.

Für die Überwachung der WWER-Druckwasserreaktoren im KKW Saporoshje sind vier Schutzziele festgelegt worden, die im folgenden auf den TYP WWER-440/213 sinngemäß übertragen werden:

S1 Gewährleistung der Reaktorabschaltung.

Zu jedem Zeitpunkt muß die nukleare Spaltreaktion im Kern zuverlässig unterbrochen werden können.

S2 Gewährleistung der Kernkühlung.

Zu jedem Zeitpunkt muß zusätzlich und unabhängig von S1 die im Kern gebildete Wärmemenge - also auch die nach der Abschaltung gebildete Nachwärme - zuverlässig abgeführt werden können.

S3 Gewährleistung der Wärmeabfuhr aus dem Primärkreis und Gewährleistung seiner Integrität.

Zu jedem Zeitpunkt muß außerdem die aus dem gesamten Primärkreis übernommene Wärmemenge zuverlässig abgeführt werden, wobei gleichzeitig der Primärkreis zur Vermeidung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe mechanisch unversehrt bleiben muß.

S4 Integrität des Druckraums¹.

Zu jedem Zeitpunkt soll der Druckraum die Freisetzung von unzulässigen Mengen radioaktiver Substanzen zuverlässig verhindern.

¹ Anstelle des in westlichen Anlagen üblichen Containments verfügen die WWER-440/213-Reaktoranlagen über ein Druckraumsystem zum Druckabbau und zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe im Auslegungsstörfall „Doppelendiger Abriß einer Hauptumwälzleitung“. Der Druckraum ist mit einer Naßkondensationsanlage zur Begrenzung des Druckaufbaus ausgestattet. Bezüglich der Rückhaltung radioaktiver Stoffe kann der Druckraum hier dem westlichen Containment gleichgesetzt werden.

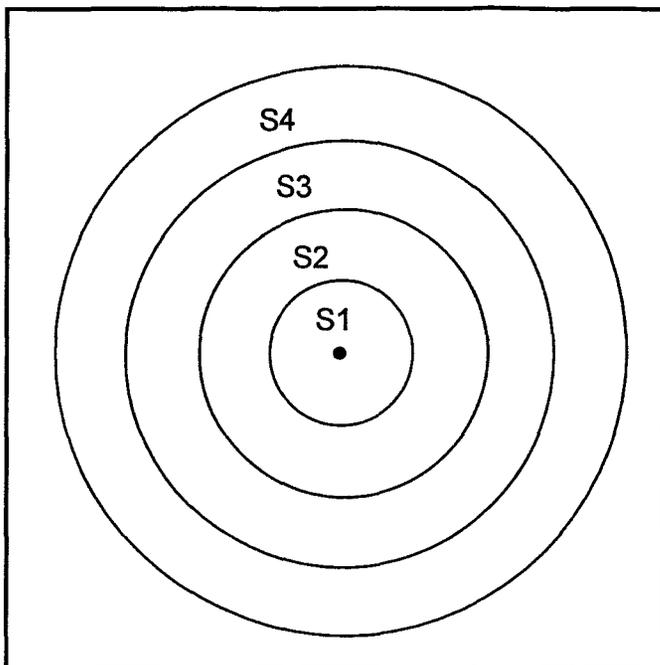


Abb. 4.1.1 Die vier Schutzziele sind von innen nach außen angeordnet

Diese Schutzziele stellen ein gestaffeltes Überwachungskonzept dar.

Die vier Schutzziele sind von innen nach außen angeordnet. Eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung ist erst dann möglich, wenn unter Störfall- oder Unfallbedingungen - also bei Verletzung eines der Schutzziele S1 bis S3 - die Einhaltung des Schutzzieles S4 nicht mehr gewährleistet werden kann.

Das Konzept ermöglicht daher eine frühzeitige Warnung, wenn jeder Verstoß gegen eines der Schutzziele der Behörde sofort mitgeteilt wird. Es schafft damit die Voraussetzung dafür, daß bei Gefahrensituationen durch Anfrage und Anordnung unmittelbar reagiert werden kann.

Um die Einhaltung der Schutzziele zu gewährleisten, müssen bestimmte Anlagenteile, ablaufende Prozesse, betriebliche Bedingungen und vorhandene Medien im einzelnen überwacht werden. Für Druckwasserreaktoren lassen sich folgende Kontrollaufgaben formulieren, die die obigen Schutzziele anlagenbezogen untersetzen:

- K1 Kontrolle des allgemeinen Anlagenzustandes (Betriebsart, Eigenbedarfssicherung, Betrieb der Kühl- und Lüftungssysteme)
- K2 Kontrolle der Barrierenwirksamkeit (Brennstabhüllen, Primärkreis, Druckraum)
- K3 Kontrolle des radioaktiven Inventares (Aktivitätskonzentration in Primärkreis, Frischdampf, Kondensatorentgasung, Brennelementbecken)
- K4 Kontrolle der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft (Aktivität und Volumenstrom der Kamine, Abblasestation)
- K5 Kontrolle der Ablagerung in der Umgebung (Ortsdosisleistungen auf dem KKW-Gelände und nahe Siedlungsschwerpunkten)
- K6 Erfassung der atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen
- K7 Kontrolle der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser (Nebenkühlwasser, technisches Wasser)
- K8 Kontrolle ausgewählter „Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebes“ einschließlich Auswertung des Havarieschutzsystems
- K9 Kontrolle des Anlagenzustandes bei Störungen/Störfällen/Unfällen (Einschätzung der Verfügbarkeit von Sicherheitssystemen und vorhandener Reaktivitäts- und Kühlmittelreserven)

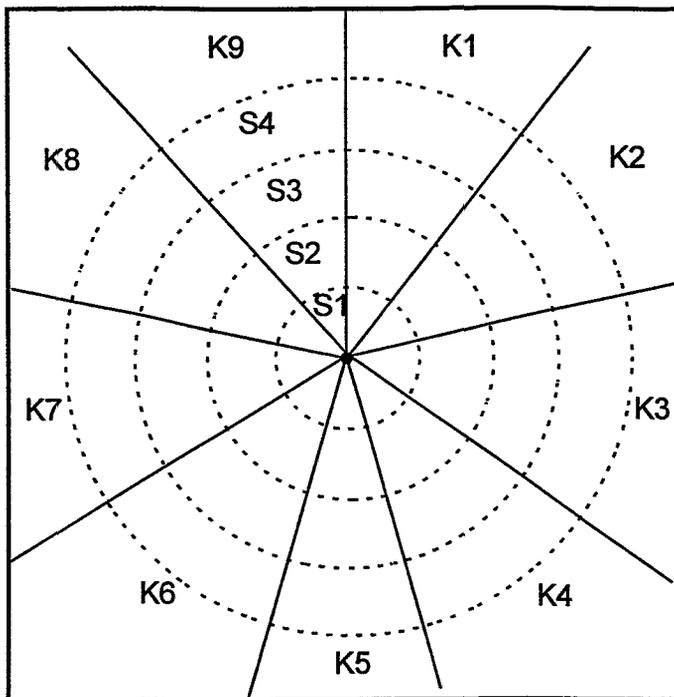


Abb. 4.1.2 Kontrollaufgaben und Schutzziele überlappen einander

Schutzziele und Kontrollaufgaben überlappen einander. Veranschaulicht man wie in Abb. 4.1.1 die vier Schutzziele durch vier konzentrische Kreise, so sind die neun Kontrollaufgaben mit neun Sektoren vergleichbar, die Anteile/Beiträge von verschiedenen Schutzzielen enthalten können.

Schutzziele und Kontrollaufgaben dienen dazu, aus einer Gesamtzahl von einigen tausend sicherheitsrelevanten Meßgrößen der Reaktoranlage diejenigen auszuwählen, die für die Behörde besonders informativ sind und ihr

- so eindeutig wie möglich,
- zuverlässig,
- schnell
- und ausreichend vollständig

einen Überblick über zu erwartende

Situationen bzw. über eingetretene Situation (Schutzzielverletzung) geben.

Die Prinzipdarstellung der Überlappung von Schutzzielen und Kontrollaufgaben in Abb. 4.1.2 ist natürlich weitgehend idealisiert. Abb. 4.1.3 zeigt schematisch die wichtigsten Komponenten und Systeme des WWER-440/213-Reaktorblockes, und die verwendeten Farbnuancen gelten dabei in gleicher Weise wie oben den Schutzzielen S1 bis S4. Die verlaufenden Farben sollen andeuten, daß eine scharfe Zuordnung jedoch in der schematischen Darstellung nicht möglich ist.

Auf der Grundlage des dargestellten Netzes von Schutzzielen und Kontrollaufgaben werden im folgenden betriebliche Meßgrößen für die automatisierte Überwachung der WWER-440/213-Anlagen vorgeschlagen. Die Zuordnung zu Schutzzielen und Kontrollaufgaben geschieht dabei unter der Voraussetzung, daß sich die Reaktoranlage während der automatisierten Bewertung im Leistungsbetrieb befindet.

4.2 Auswahl der betrieblichen Meßgrößen

Auf Grund vorliegender Erfahrungen aus der Überwachungskonzeption der WWER-1000/320-Anlage im KKW Saporoshje und unter Berücksichtigung der typspezifischen Auslegungsunterschiede zum WWER-440/213 werden folgende betriebliche Meßgrößen für die automatisierte Überwachung von seiten des FZR vorgeschlagen, wie sie in Tabelle 4.2.1 zusammenfassend aufgeführt sind:

K1: Kontrolle des allgemeinen Anlagenzustandes: Dazu gehören die wichtigsten Kenngrößen über:

die Regelbarkeit der Kernspaltung in der aktiven Zone (Neutronenfluß, Positionen der Regelorgane, Borsäurekonzentration in Primärkreis und Zuspaltung),

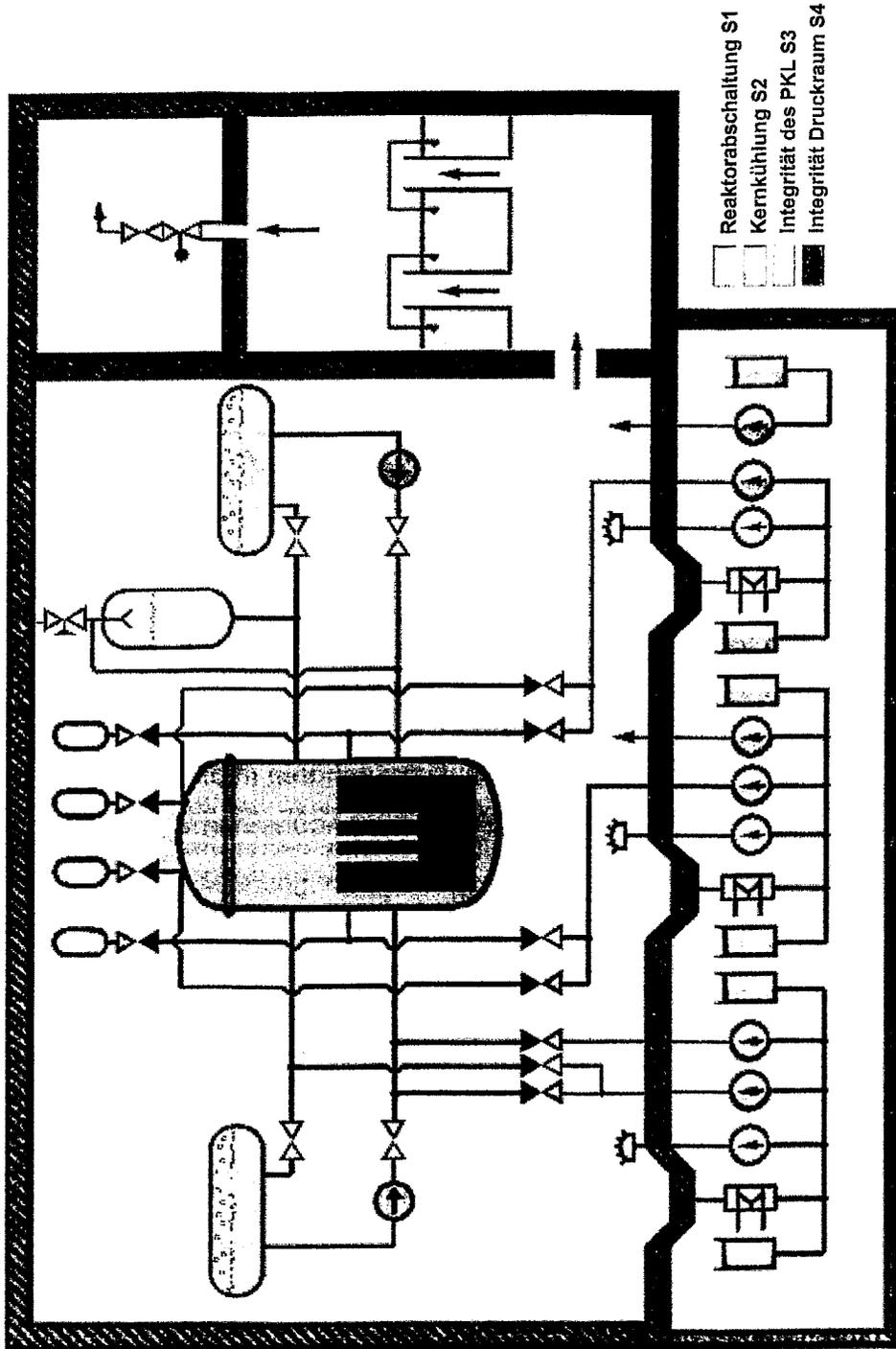


Abb. 4.1.3 Schematische Darstellung der Zuordnung von Komponenten und Systemen des WWER-440/213 zu den Schutzzielen

- die Temperaturverhältnisse im Reaktordruckgefäß (Spaltzoneneintritt und -austritt, Kassettenaustrittstemperaturen, Temperatur am Boden des Druckbehälters)
- die Druckverhältnisse im Primärkreis (Oberkante Spaltzone, Druckdifferenz Spaltzone als Kriterium für den Durchsatz, Stellung Hauptabsperrschieber und Schleifensicherheitsventile),
- die interne Signalisation (Havarieschutz, Ablauf der gestaffelten Zuschaltung, Sprinklersystem in Betrieb)
- Schaltzustände im 2. Kreislauf (Schnellschlußventile Frischdampf, Generatorschalter),
- die Verhältnisse im Druckraum (Innendruck, Temperaturen, Wasserstoffkonzentration),
- die Spannungsversorgung (Versorgungsspannung 6kV, Leistung Dieselgenerator bei Spannungsausfall).

K2: Kontrolle der Barrierenwirksamkeit. Dazu gehören Informationen über:

- die Integrität der Brennstabhüllen (Aktivitätskonzentration des Kühlmittels)
- die Integrität des Primärkreises (Druck, Stellung Schleifensicherheitsventile),
- die interne Signalisation (Havarieschutz, Ablauf der gestaffelten Zuschaltung, Notkühlsystem in Betrieb),
- der Öffnungsgrad der Druckentlastung in die Atmosphäre (BRU-A),
- die Verhältnisse im Druckraum (Temperatur, Druck, Wasserstoffkonzentration),
- die Aktivitätskonzentrationen in Frischdampf (Integrität des PKL) und Kondensatorentgasung.

K3: Kontrolle des radioaktiven Inventares. Dazu gehören Informationen über:

- die DE-Sicherheitsventile und den Füllstand der Abblasebehälter,
- die interne Signalisation,
- den Zustand des Brennelementbeckens,
- die Aktivitätskonzentrationen in PKL, Frischdampf und Kondensatorentgasung.

K4: Kontrolle der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft. Dazu gehören Informationen über:

- die DE- und DH-Sicherheitsventile,
- den Öffnungsgrad der atmosphärischen Abblasestation,
- die interne Signalisation,
- die Arbeit der Notkühlung,
- Druck, Temperatur, Wasserstoffkonzentration und Dosisleistungen² im Druckraum,
- Freisetzungsraten³ im Kamin

K5: Kontrolle der Ablagerung in der Umgebung. Dazu gehören Informationen über:

- Öffnung des Druckraumes, (Druck im Druckraum),

² Dosismeßstellen sind wie alle radiologischen Parameter in der Tabelle 4.2.1 nicht enthalten.

³ Radiologische Meßstellen zur Messung der Freisetzung sind in der Tabelle 4.2.1 nicht enthalten.

- Ortsdosisleistungen⁴ in Nahbereich und Fernbereich.

K6: Erfassung der atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen⁵. Dazu gehören Informationen über:

- Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Temperatur in verschiedenen Höhenpositionen,
- Niederschlag und Strahlungsbilanz

K7: Kontrolle der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser. Dazu gehören Informationen über:

- Öffnung des Druckraumsystems
- Fördermenge der Notkühlung
- interne Signalisation
- Öffnung DH- und DE-Sicherheitsventile, Öffnungsgrad Abblasestation
- Aktivitätskonzentration in technischen Wässern

K8: Kontrolle ausgewählter „Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebes“ einschließlich Havarieschutzauswertung. Das betrifft alle bisher genannten betrieblichen Informationen mit Ausnahme derer, die erst bei Störfall/Unfall (K9) wichtig werden und im Zusammenhang damit überwacht werden sollen.

K9: Kontrolle des Anlagenzustandes bei Störungen/Störfällen/Unfällen. Das betrifft zusätzlich zu den genannten Informationen die folgenden:

- Zustand des Notspeisewassersystems,
- Fördermengen der Hochdruck- und Niederdruckeinspeisung
- Kernflutung.

Resultierend aus der skizzierten konkreten Umsetzung der Kontrollaufgaben auf zu bewertende Meßgrößen sind in der folgenden Tabelle 4.2.1 die Parameter aufgelistet, die nach Meinung des Auftragnehmers quasikontinuierlich und automatisiert überwacht werden sollten. Die Tabelle ordnet den zu überwachenden Parametern Schutzziele und Kontrollaufgaben zu, sofern anhand einer Grenzwertüberschreitung des genannten Einzelparameters eine Schutzzielverletzung eindeutig festgestellt werden kann. Wenn jedoch erst aus (gleichzeitigen oder verzögert eintretenden) Grenzwertüberschreitungen mehrerer Parameter eine Schutzzielverletzung festgestellt werden kann, so ist dieses durch einen Stern * markiert. Der Hinweis auf den zusätzlich zu bewertenden Parameter fehlt, da - mit wenigen Ausnahmen - die radio-logischen Parameter in der Tabelle nicht enthalten und damit entsprechende Hinweise nicht möglich sind. Festlegungen und Abstimmungen hierzu müssen bei den Gesprächen während der Bestandsaufnahme der im KKW Rovno vorhandenen Meßstellen durchgeführt werden.

⁴ Ortsdosisleistungen in der Umgebung des KKW (Nah- und Fernbereich) sind in der Tabelle 4.2.1 nicht enthalten.

⁵ Meteorologische Meßstellen sind in der Tabelle 4.2.1 nicht enthalten.

Tabelle 4.2.1: Betriebliche Parameter der Kraftwerksreaktoren vom Typ WWER-440/213, die von Seiten des FZR für die Einbeziehung in eine automatisierte Überwachung vorgeschlagen werden (1)

Nr.	Bezeichnung	K1 Anlagen- zustand	K2 Wirksam- keit der Barrieren	K3 radioakti- ves Inven- tar	K4 Freisetzung in die Luft	K5 Ablage- rung in der Umgebung	K6 meteorolo- gische Parameter	K7 Freisetzung in Wasser	K8 Einhaltung spezifischer Grenzwerte	K9 Störfall- über- wachung
Reaktor und 1. Kreislauf, Reaktivität										
01	Borsäurekonzentration im Reaktor	S1							S1	S1
02	Bors.-Konz. Zuspeisewasser Reaktor	S1							S1	S1
03	Stellung Regelgruppe K6	S1							S1	S1
04	Stellung Regelgruppen K1-K5	S1							S1	S1
05	Excore Neutronenfluß	S1							S1	S1
Reaktor und 1. Kreislauf, Temperaturen										
06	Temperatur kalter Strang	S2							S2	S2
07	Temperatur heißer Strang	S2							S2	S2
08	Kassettenaustrittstemperaturen	S2							S2	S2
09	Temperatur Druckbehälterboden außen	S2			S4*			S4*	S2	S2
1. Kreislauf, Druck und Kühlmittelumwälzung										
10	Druck Oberkante Spaltzone	S2	S4*					S4*	S2	S2
11	Druckdifferenz Spaltzone	S2	S4*						S2	S2
12	Druckdifferenz HKP ausreichend	S2							S2	S2
13	Hauptabsperrschieber PKL geöffnet	S2							S2	S2
14	Schleifensich.-ventile PKL geschlossen	S2	S4*						S2	S2, S3
1. Kreislauf, Druckhaltesystem										
15	Füllstand Druckhalter								S2	S2
16	Öffnen 1. / 2. DH-Sicherheitsventil		S3	S4*				S4*	S2	S2
17	Füllstand Abblasebehälter		S3	S4*					S4	S4

S1: Abschaltbarkeit

S2: Wärmeabfuhr aus Core

S3: Wärmeabfuhr und Integrität PKL

S4: Integrität Druckraum

* Für die Ausführung dieser Kontrollaufgabe ist die Bewertung mehrerer, zumeist radiologischer Parameter erforderlich.

Tabelle 4.2.1: Betriebliche Parameter der Kraftwerksreaktoren vom Typ WWER-440/213, die von Seiten des FZR für die Einbeziehung in eine automatisierte Überwachung vorgeschlagen werden (2)

Nr.	Bezeichnung	K1 Anlagen- zustand	K2 Wirksam- keit der Barrieren	K3 radioakti- ves Inven- tar	K4 Freisetzung in die Luft	K5 Ablage- rung in der Umgebung	K6 meteorolo- gische Parameter	K7 Freisetzung in Wasser	K8 Einhaltung spezifischer Grenzwerte	K9 Störfall- über- wachung
Signalisation										
18	Havarieschutz ausgelöst	S1-S3	S2	S4*	S4*			S4*		S1-S4
19	SAOS/GZ-System in Betrieb	S1-S3	S2	S4*	S4*	S4*		S4*		S1-S4
2. Kreislauf, Dampferzeuger										
20	Füllstand Dampferzeuger ausreichend	S3	S4*						S2, S3	S2, S3
21	Druck Frischdampf	S3	S4*						S3	S3
22	Temperatur Frischdampf	S3							S3	S3
23	Füllstand DE-Speisewasserbeh. ausreich.	S3							S3	S3
24	Temperatur DE-Speisewasser ausreich.	S3							S3	S3
25	Fördermenge DE-Speisewasser	S3							S3	S3
26	Füllstand DE-Notspeisewasserbeh. ausr.									S3
27	Temperatur DE-Notspeisewass. ausreich.									S3
28	Fördermenge DE-Notspeisewasser		S4*							S3
2. Kreislauf, Ventile und Schalter										
29	Öffnungsgrad Abblaseventil BRU-A	S3	S4*		S4*			S4*	S3	S4
30	Öffnen 1. / 2. DE-Sicherheitsventil	S3			S4*			S4*	S3	S4
31	Schnellschlußventil Turbine offen	S3							S3	S3
32	Schnellschl.-vent. Frischdampfleitg. offen	S3							S3	S3
33	Generatorschalter geschlossen	S3							S3	S3

S1: Abschaltbarkeit

S2: Wärmeabfuhr aus Core

S3: Wärmeabfuhr und Integrität PKL

S4: Integrität Druckraum

* Für die Ausführung dieser Kontrollaufgabe ist die Bewertung mehrerer, zumeist radiologischer Parameter erforderlich.

Tabelle 4.2.1: Betriebliche Parameter der Kraftwerksreaktoren vom Typ WWER-440/213, die von Seiten des FZR für die Einbeziehung in eine automatisierte Überwachung vorgeschlagen werden (3)

Nr.	Bezeichnung	K1 Anlagen- zustand	K2 Wirksam- keit der Barrieren	K3 radioakti- ves Inven- tar	K4 Freisetzung in die Luft	K5 Ablage- rung in der Umgebung	K6 meteorolo- gische Parameter	K7 Freisetzung in Wasser	K8 Einhaltung spezifischer Grenzwerte	K9 Störfall- über- wachung
Not- und Nachkühlsysteme, Hochdruckeinspeisung										
34	Bors.-konz. HD-Einspeisung ausreichend								S1	S1
35	Füllstand Bors. HD-Einspeisung ausreicht.								S1, S2	S1, S2
36	Druck HD-Einspeisung								S1, S2	S1, S2
37	Fördermenge HD-Einspeisung				S4*			S4*		S1, S2
Not- und Nachkühlsysteme, Niederdruckeinspeisung										
38	Bors.-konz. ND-Einspeisung ausreichend								S1	S1
39	Füllstand Bors. ND-Einspeisung ausreicht.								S1, S2	S1, S2
40	Druck ND-Einspeisung								S1, S2	S1, S2
41	Fördermenge ND-Einspeisung				S4*			S4*		S1, S2
Not- und Nachkühlsysteme, Sprinklersystem										
42	Füllstand Hydrazinbehälter								S4	S4
43	Fördermenge Sprinklerpumpen	S1*-S4*			S4*			S4*		S4
Not- und Nachkühlsysteme, Kernflutung										
44	Bors.-konz. Kernflutbehälter ausreichend								S1	S1
45	Füllstand Kernflutbehälter ausreichend								S1, S2	S1, S2
46	Schnellschlußvent. Kernflutbeh. offen		S4*						S1, S2	S1, S2
47	Druck Kernflutbehälter ausreichend								S1, S2	S1, S2

S1: Abschaltbarkeit

S2: Wärmeabfuhr aus Core

S3: Wärmeabfuhr und Integrität PKL

S4: Integrität Druckraum

* Für die Ausführung dieser Kontrollaufgabe ist die Bewertung mehrerer, zumeist radiologischer Parameter erforderlich.

Tabelle 4.2.1: Betriebliche Parameter der Kraftwerksreaktoren vom Typ WWER-440/213, die von Seiten des FZR für die Einbeziehung in eine automatisierte Überwachung vorgeschlagen werden (4)

Nr.	Bezeichnung	K1 Anlagen- zustand	K2 Wirksam- keit der Barrieren	K3 radioakti- ves Inven- tar	K4 Freisetzung in die Luft	K5 Ablage- rung in der Umgebung	K6 meteorolo- gische Parameter	K7 Freisetzung in Wasser	K8 Einhaltung spezifischer Grenzwerte	K9 Störfall- über- wachung
Naßkondensator										
48	Bors.-konz. Naßkondensator ausreichend								S3	S3
49	Überströmklappen Naßkondens. geschl.								S3	S3
50	Druck Naßkondensator				S4*	S4*		S4*	S3	S3
51	Füllstand Naßkondensator								S3	S3
52	Temperatur Naßkondensator								S3	S3
53	Druck in Luft- und Gasfallen								S4	S4
Druckraum										
54	Druck im Druckraum	S4	S3		S4*			S4*	S4	S4
55	Temperatur im Druckraum	S4	S3		S4*			S4*	S4	S4
56	Wasserstoffkonzentration im Druckraum	S4	S3		S4*			S4*	S4	S4
57	Druckraumsystem offen/geschlossen	S4	S3		S4*	S4*		S4*	S4	S4
Anlagen im Reaktorsaal										
58	Temperatur Brennelementbecken			S4*					S4*	S4*
59	Füllstand Brennelementbecken			S4*					S4*	S4*
Aktivitätsüberwachung										
60	Aktivitätskonzentration PKL		S1*, S2*	S4*				S4*	S3	S4
61	Frischdampfaktivität		S3	S4*				S4*	S3	S4
62	Aktivität Kondensatorentgasung		S3					S4*	S3	S4
Spannungsversorgung										
63	Spannung 6kV-Schienen vorhanden	S1, S2, S4								S1-S4
64	Leistung Dieselgenerator	S1, S2, S4								S1-S4

S1: Abschaltbarkeit

S2: Wärmeabfuhr aus Core

S3: Wärmeabfuhr und Integrität PKL

S4: Integrität Druckraum

* Für die Ausführung dieser Kontrollaufgabe ist die gemeinsame Bewertung mehrerer, zumeist radiologischer Parameter erforderlich.

In der Tabelle 4.2.1 sind relativ viele Verletzungen des Schutzzieles S4 mit dem Stern* markiert. In diesen Fällen werden zumeist ein betrieblicher und ein radiologischer Meßwert gemeinsam bewertet. Gerade in dieser gemeinsamen Bewertung betrieblicher und radiologischer Meßwerte, die entsprechend dem bisherigen Überwachungskonzept der WWER-440-Anlagen in unterschiedlichen, voneinander getrennten Rechnersystemen erfaßt und verarbeitet worden waren, liegt der Informationsgewinn des technischen Systems und seiner automatisierten Überwachung begründet.

Die obige Tabelle 4.2.1 bedarf daher der Ergänzung durch weitere radiologische und meteorologische Parameter.

Die Tabelle 4.2.1 war dem KKW Rovno übermittelt worden mit der Anfrage, welche der aufgelisteten Meßstellen derzeit im lokalen Rechnernetz verfügbar sind. Entsprechend der vorläufigen Antwort ist die Mehrzahl der genannten Parameter grundsätzlich vorhanden. Bislang sind nicht verfügbar:

Tabelle 4.2.2 Auflistung der bislang im Rechnernetz des KKW Rovno nicht verfügbaren Parameter

Nr	Bezeichnung	Nr	Bezeichnung
09	Temperatur Druckbehälterboden außen	50	Druck Naßkondensator
14	Schleifensicherheitsventile PKL geschlossen	53	Druck in Luft- und Gasfallen
28	Fördermenge DE-Notspeisewasser	56	Wasserstoffkonzentration im Druckraum
42	Füllstand Hydrazinbehälter	57	Druckraumsystem offen/geschlossen
49	Überströmklappen Naßkondensator geschlossen	sowie alle meteorologischen und weitere radiologische Parameter	

Es wird nachdrücklich empfohlen, diese Parameter für die betriebliche Überwachung verfügbar zu machen. Sie sind von besonderer Bedeutung, sobald ein Ereignis im Sinne der siebenstufigen International Event Scale (INES) vorliegt und die mögliche oder voraussichtliche Entwicklung eingeschätzt werden soll.

Weiterhin wird empfohlen, im KKW Rovno die ausgekoppelten Primärdaten in gleicher Weise umzuformen, wie es bereits für das KKW Saporoshje im Rahmen des technischen Systems realisiert wurde.

4.3 Das Überwachungskonzept

4.3.1 Aufgaben der Überwachung/Bewertung

Entsprechend den formulierten Schutzzielen ist eine fortlaufende Beobachtung und Einschätzung des Anlagenzustandes erforderlich, die wegen des Umfangs der zu bewertenden Informationen von vornherein den rechnergestützten Vergleich mit zulässigen Grenzwerten verlangen. Die automatisiert ablaufende Überwachung soll daher die Behörde von der unnötigen Routinearbeit fortlaufender Anlagenbeobachtung entlasten. Die automatisierte Bewertung soll ferner durch eine Signalisierung die Aufmerksamkeit des Nutzers auf solche Anlagenzustände lenken, die genauerer Beobachtung bedürfen und auch Hinweise auf erforderliche Maßnahmen seitens des Nutzers geben. Die automatisierte Überwachung muß folgerichtig durch ein Handbuch ergänzt werden, in dem eine Handlungsvorschrift für jede einzelne Signalisierung vorgegeben ist.

Die Bewertung wird stets durch Vergleich aktueller Zahlenwerte einer Meßgröße mit vereinbarten Grenzwerten vorgenommen.

4.3.2 Klassierung der Überwachungsergebnisse

Grenzwertverletzungen können sehr unterschiedliche Bedeutung und bezüglich der Anlagensicherheit auch sehr unterschiedliches Gewicht haben. Es ist daher nicht nur sinnvoll, sondern wegen des Umfangs überwachter Informationen auch notwendig, festgestellte Grenzwertverletzungen bezüglich ihrer Bedeutung zu klassieren. Bei der Überwachung des KKW Saporoshje, Block 5, waren die drei Bewertungsstufen MELDUNG ☐, WARNUNG 📞 und ALARM 🔔 eingeführt worden, die hier übernommen werden sollen. Diese Bewertungsstufen stellen Informationszustände des technischen Systems dar und sind nicht identisch mit der Auslösung von öffentlichen Notfallenschutzmaßnahmen. Diese werden erst durch autorisierte beratende Gremien auf der Grundlage von Expertenempfehlungen zu fällen sein.

1. Stufe

- Eine **MELDUNG** ☐ an Behörde und Betreiber erfolgt beim Ausfall redundanter Meßlinien oder Sicherheitssysteme, wenn dadurch Sicherheitsreserven verringert werden. Die MELDUNG besteht aus einer kurzen verbalen Mitteilung auf Bildschirm und Protokolldrucker, der Angabe der Meßstelle oder des Systems und der einzuhaltenden Instandsetzungsfrist. Eine MELDUNG wird automatisch annulliert, wenn ihre Ursache beseitigt ist, was wiederum auf Bildschirm und Protokolldrucker mitgeteilt wird.

2. Stufe

- Eine **WARNUNG** 📞 wird an den Nutzer übermittelt bei Verletzung mindestens eines Schutzzieles⁶. Sie besteht aus einer verbalen Mitteilung und Signalisation auf Bildschirmen, Eintragung in ein Warnjournal (Datenfile und Drucker) sowie Ausgabe aktueller Werte und gültiger Grenzwerte für diejenigen überwachten Parameter, die mit der Schutzzielverletzung in Verbindung stehen können. Diese Parameter sollen dem Fachmann einen Überblick über den eingetretenen Prozeß- und Anlagenzustand geben. Der Empfang einer WARNUNG muß von Behörde und Betreiber quittiert werden. Ein Warnzustand kann erst dann aufgehoben werden, wenn seit längerer Zeit keine Schutzzielverletzung mehr besteht und wenn zusätzlich die Zustimmung der Behörde dafür vorliegt.

3. Stufe

- Ein **ALARM** 🔔 des technischen Systems wird ausgelöst, wenn bei einer Schutzzielverletzung ein solcher Prozeß- oder Anlagenzustand erreicht wird, der im Sicherheitsinteresse eine zeitlich besser aufgelöste Beobachtung notwendig macht. Diese Notwendigkeit ist beim Eintritt von Störfällen und Unfällen nach der "Internationalen Bewertungsskala für bedeutsame Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen" (INES) stets gegeben. Während bei allen Zuständen von Normalbetrieb bis WARNUNG die Weiterleitung der betrieblichen Informationen an die Nutzer im Zehn-Minuten-Abstand und die der radiologisch-meteorologischen im Sechzig-Minuten-Abstand erfolgt, wird im Zustand ALARM 🔔 der Abstand zweier aufeinanderfolgender Übertragungen auf eine bzw. zehn Minuten verkürzt, siehe Tabelle 4.3. Ansonsten gelten die Bedingungen des Zustandes WARNUNG 📞.

⁶ Ein Schutzziel gilt vorsorglich auch dann als verletzt, wenn auf Grund eines Geberausfalls die Verfügbarkeit eines Sicherheitssystems nicht mehr überprüft werden kann.

Wichtige Anmerkung:

Der Zustand ALARM \ominus wird zusätzlich hergestellt, wenn bei Verstößen gegen S1 bis S3 eine Freisetzung radioaktiver Substanzen unmittelbar oder zwingend zu erwarten ist, z.B. bei erhöhter Frischdampfaktivität und gleichzeitiger Öffnung des Abblaseventils BRU-A. Der Zustand ALARM wird auch hergestellt, wenn allein gegen Schutzziel S4 verstoßen wurde und wenn gleichzeitig die Werte der zu S4 zugehörigen Meßgrößen den zwingenden Schluß zulassen, daß ein Verstoß gegen ein weiteres Schutzziel vorliegen muß, der aus methodischem oder technischem Grund (z.B. kein direkt anzeigender Meßwertgeber, Ausfall eines Meßwertgebers u.a.) nicht bemerkt wurde.

Entsprechend diesem Vorschlag unterscheiden sich die Zustände WARNUNG $\omin�$ und ALARM \ominus im wesentlichen durch den zugeordneten Übertragungstakt "Langzeit" und "Kurzzeit". Die Unterscheidung, ob eine Bewertung zum Resultat "WARNUNG" oder "ALARM" führt, wird daher einzig unter dem Gesichtspunkt getroffen, ob der eingetretene Anlagenzustand eine detailliertere Beobachtung (im Kurzzeittakt) verlangt oder nicht.

Die automatisierte Überwachung/Bewertung wird anhand des Vergleiches der aktuell vorliegenden Meßwerte der ausgewählten Parameter mit vereinbarten Grenzwerten stets in Ein-Minuten-Abständen⁷ vorgenommen. Die Übertragung der bewerteten Informationen zu den Nutzern bzw. in die Archive/Journale geschieht in Abhängigkeit vom eingetretenen Informationsstand (\square , $\omin�$, \ominus) wie in Tabelle 4.3 angegeben.

Tabelle 4.3: Abstand zweier aufeinanderfolgender Übertragungen aktueller Informationen.

Informationszustand / (Übertragungstakt)	Übertragungsabstand in Minuten für	
	betriebliche	radiologisch-meteorologische Informationen
MELDUNG \square / (Langzeit)	aller 10 Minuten	aller 60 Minuten
WARNUNG $\omin�$ / (Langzeit)	aller 10 Minuten	aller 60 Minuten
ALARM \ominus / (Kurzzeit)	alle Minute	aller 10 Minuten

4.3.3 Grenzwerte

Die Qualität der automatisierten Bewertung hängt wesentlich von den verwendeten Grenzwerten ab. Generell sind zwei Arten Grenzwerte vorgegeben:

1. Betriebliche Grenzwerte G_b . Dazu gehören Grenzwerte, die im Betriebshandbuch als „Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebes“ angegeben und für den Betreiber verbindlich sind. Sie markieren seinen Handlungsspielraum während des Betriebes der Anlage. Definitionsgemäß ist hier eine beliebige Annäherung an die vorgegebenen Werte bis hin zu kurzzeitigen Überschreitungen möglich.

⁷ Innerhalb dieses Ein-Minuten-Intervalls werden die Meßgrößen mehrmals erfaßt und über die Betriebsrechnersysteme bereitgestellt. Es wird empfohlen, diese Folgen von Meßwerten mittels statistischer Analyse (z.B. Gauß-Anpassung an eine Trendgerade oder Stufenfunktion) in das Wertepaar {repräsentativer Wert, Streubereich} umzurechnen. Damit kann die Aussagegenauigkeit der Bewertung deutlich verbessert werden.

Es ist daher nicht sinnvoll, diese Grenzwerte bei der (behördlichen) Bewertung zu verwenden, wenn Signalisierungen aus geringem Grunde vermieden werden sollen.

2. Genehmigungsgrenzwerte G_g . Hierunter fallen Grenzwerte, die von Behörden bei der Übernahme internationaler Empfehlungen festgelegt werden, z.B. empfohlene Grenzwerte der jährlichen Freisetzungsraten für radioaktive Stoffe aus Nuklearanlagen, zulässige Ortsdosisleistungen innerhalb der verschiedenen Laborklassen u.a. Dazu gehören auch zulässige Belastungsgrenzwerte technischer Anlagen gegenüber Druck, Temperatur, Strahlung, die von Produzenten und Gutachtern festgelegt werden.

Die Grenzwerte G_g dürfen prinzipiell nicht überschritten werden. Die Überwachungsgrenzwerte müssen daher in sicherem Abstand darunter liegen.

Um den Handlungsspielraum des Betreibers nicht einzuengen, sollten überwachungsspezifische Grenzwerte $G_{\bar{u}}$ des technischen Systems der verbesserten betrieblichen Überwachung definiert werden, die zwischen den beiden obigen Grenzwerten liegen: $G_b < G_{\bar{u}} < G_g$. Es gilt:

- Durch eine wohldurchdachte Festlegung überwachungsspezifischer Grenzwerte $G_{\bar{u}}$ kann das Leistungsvermögen der automatisierten Überwachung bezüglich seiner Empfindlichkeit optimiert und bezüglich Fehlmeldungen minimiert werden.
- Die überwachungsspezifischen Grenzwerte $G_{\bar{u}}$ müssen zwischen Betreiber und Behörde einvernehmlich abgestimmt werden.
- Eine längerandauernde Justierphase zur Optimierung der Überwachung ist unvermeidlich.

Das beschriebene Überwachungskonzept wurde im KKW Saporoshje getestet und befindet sich jetzt dort im Stadium der Industrieerprobung.

Es wird nachdrücklich empfohlen, dieses Konzept auch für das KKW Rovno zu übernehmen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Der vorgelegte Bericht gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Leistungen, die im Berichtszeitraum - Januar 1997 bis März 1998 - durch das Forschungszentrum Rossendorf zur Unterstützung der ukrainischen Genehmigungsbehörde beim Aufbau eines technischen Systems zur verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje (Block 5) - vierte Realisierungsstufe - erbracht worden sind.

Im Berichtszeitraum wurden die in den Vorläuferprojekten INT 9210/1,2, INT 9219/1,2, PTI 6028/6029 und INT 9226 gemeinsam mit den TÜV Rheinland ausgeführten Arbeiten durch Lieferungen und Leistungen

- zum Anschluß der Kiewer Zentrale der ukrainischen Aufsichtsbehörde an das bisher im KKW Saporoshje eingerichtete technische System und
- zur Ausrüstung dieser Zentrale mit den unbedingt notwendigen technischen Mitteln in der ersten Ausbaustufe

sowie durch vorbereitende Maßnahmen

- zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale

fortgesetzt. Folgende wesentliche Ergebnisse wurden dabei erzielt:

1. Erprobung und Realisierung des Informationstransfers vom KKW Saporoshje zur Kiewer Zentrale. Nach Fertigstellung und Anpassung der Übertragungssoftware an die Belange der betrieblichen Überwachung durch die Mitarbeiter des Informationszentrums der Abteilung für kerntechnische Aufsicht wurde der Informationstransfer vom KKW Saporoshje nach Kiew erprobt. Mit den ausgeführten Tests konnte nachgewiesen werden, daß die gemietete Vierdraht-Standleitung die an eine quasisimultane Übertragung von Daten und Sprache zu stellenden Anforderungen erfüllt. Dadurch wurde es möglich, die zu Anfang September 1997 gelieferten technischen Mittel anzuschließen und mit der Einrichtung eines ständigen Informationstransfers zu beginnen.

2. Feinspezifizierung, Beschaffung, Überlassung und Inbetriebnahme der für die erste Ausbaustufe der Kiewer Zentrale unbedingt notwendigen Hard- und Softwaremittel. Folgende Ausrüstungen wurden der ukrainischen Seite unentgeltlich überlassen:

- Ausrüstungen zur Informationsübertragung zwischen dem KKW Saporoshje und der Kiewer Zentrale sowie zwischen dem KKW Rovno und der Kiewer Zentrale,
- Auswerterechner KKW Saporoshje und
- Auswerterechner KKW Rovno.

Diese technischen Mittel wurden im Detail einvernehmlich spezifiziert, beschafft, im Beisein ukrainischer Fachleute in Deutschland erprobt, in die Ukraine überführt und gemeinsam in Betrieb genommen. Bei Funktionstests Mitte Januar 1998 wurden On-line-Daten aus dem System der verbesserten betrieblichen Überwachung fehlerfrei nach Kiew übertragen und auf dem gelieferten Auswerterechner in Form von Tabellen, Grafiken und Schemata dargestellt. Die offizielle Einweihung der Kiewer Zentrale fand am 27.02.1998 statt.

3. Vorbereitende Maßnahmen zum Anschluß des KKW Rovno an die Kiewer Zentrale in Analogie zum „Pilotprojekt KKW Saporoshje“. Das für das KKW Saporoshje mit seinen 6 Blöcken vom Typ WWER-1000/W320 entwickelte Überwachungskonzept, dessen Grundlage die mit der ukrainischen Aufsichtsbehörde vereinbarten Schutzziele und Kontrollaufgaben bilden, wurde auf das KKW Rovno und insbesondere auf den Reaktortyp WWER-440/W213 übertragen. Dazu wurden diejenigen betrieblichen Parameter aufgelistet, die eine ebenso effektive und aussagefähige betriebliche Überwachung der WWER-440/213 ermöglichen. Diese Liste enthält pro Block 64 Parameter, von denen aber derzeit nur 55 im lokalen Rechnernetz des KKW Rovno verfügbar sind. Es wird nachdrücklich empfohlen, auch die noch nicht verfügbaren Parameter in die betriebliche Überwachung einzubeziehen.

Die im Berichtszeitraum erzielten Ergebnisse bilden eine sichere Grundlage für weiterführende bzw. komplettierende eigenständige Leistungen der ukrainischen Seite. Ansatzpunkte für eine weitere deutsche Mitwirkung sind aus der Sicht des Auftragnehmers noch

- bei der Inbetriebnahme der Kiewer Zentrale und bei deren Überführung in den automatisierten Betrieb sowie
- bei der Erarbeitung von Realisierungsprinzipien für die automatisierte Informationsverarbeitung und -bewertung zur verbesserten betrieblichen Überwachung der WWER-440/W-213-Blöcke im KKW Rovno und bei deren softwaremäßigen Umsetzung

gegeben.

Darüber hinaus wäre die Unterstützung der ukrainischen Seite bei der Vervollständigung der Parameterliste bezüglich der am KKW-Standort Rovno in die Überwachung einzubeziehenden radiologischen und meteorologischen Parameter sinnvoll.

6. 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 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, 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, 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 FZR, Dezember 1996
- [5] Vereinbarung über die Lieferungen und Leistungen für den Anschluß der Kiewer Zentrale an das bestehende technische System zur verbesserten betrieblichen Überwachung des KKW Saporoshje und für die technische Ausrüstung dieser Zentrale in der ersten Ausbaustufe, Kiew/Rosendorf, Mai/Juni 1997
- [6] Dokumentation über die Ergebnisse der Erprobung der Datenübertragung über eine Vierdrahtstandleitung zwischen dem KKW Saporoshje und dem Krisenzentrum der Abteilung für kerntechnische Aufsicht in Kiew, Abteilung für kerntechnische Aufsicht im Ministerium für Umweltsschutz und nukleare Sicherheit der Ukraine, Kiew, 30.09.1997