Gemeinschaftsausschuss Strahlenforschung (GAST)

20 Jahre wissenschaftliche Erkenntnisse nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl

Arbeiten am Standort Tschernobyl

Heidelberg, 16. März 2006

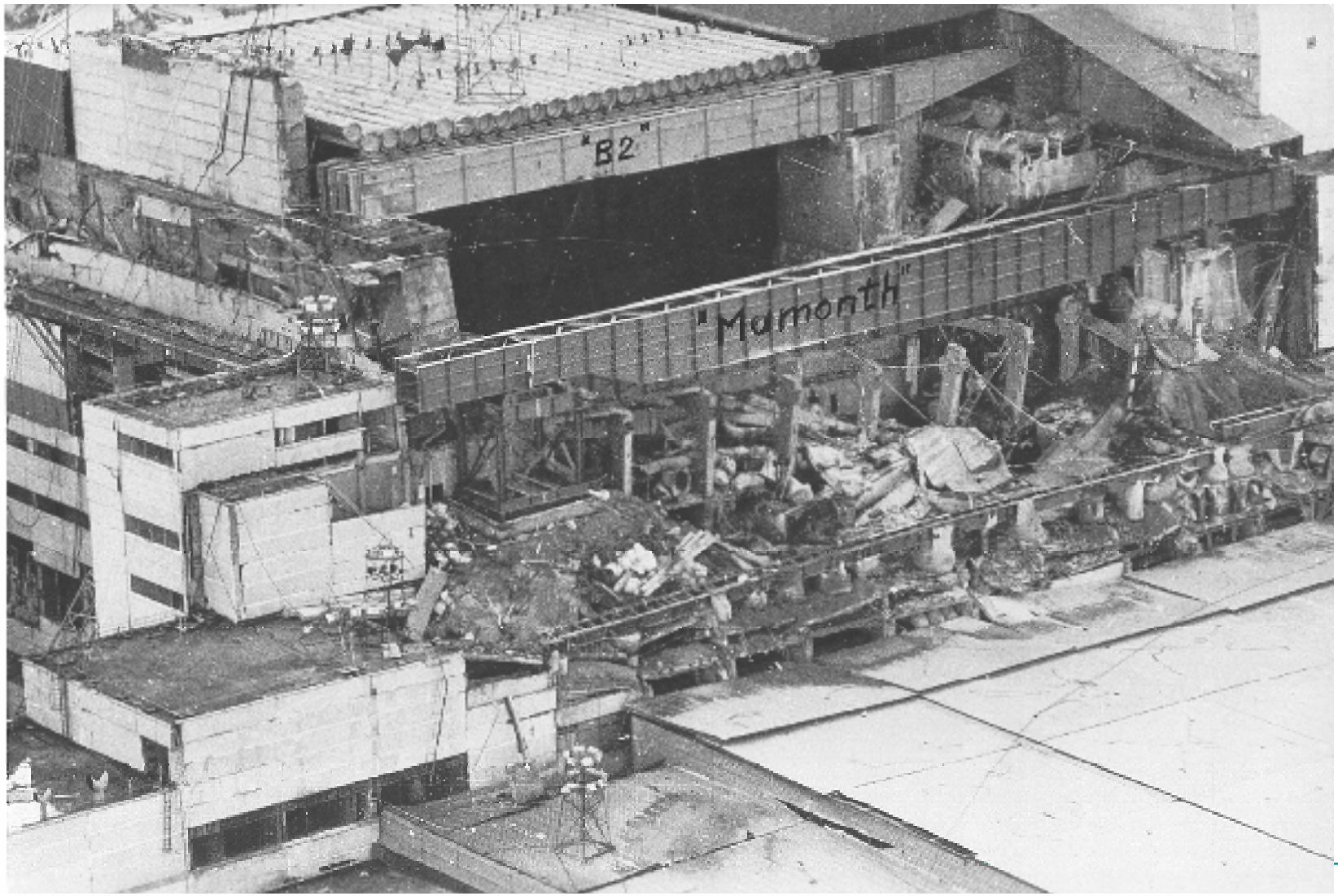
Dr. Dietmar Zappe

Ausgangslage 1986

- Zerstörter Reaktorblock 4,
- Weitere 3 Blöcke in Betrieb,
- Kumulierte Betriebsabfälle (flüssige und feste radioaktive Abfälle),
- Kontaminiertes Gelände, Technik-Friedhöfe,
- Aufklärung der Ursachen,
- Stabilisierung/Abdeckung der zerstörten Gebäude,
- Rangfolge weiterer Maßnahmen,
- Daten

Brennender Reaktor

1986-1


"B2"
"Mamonth"

Gelände 1987-1

Sarkophag 1987

Reaktorunfallfolgen

- Kontaminierte Fläche (> 1 Ci/km^2 ~ 40 kBq/m^2)
  in Belarus, Russland und Ukraine: 150.000 km^2
- Freigesetzte Aktivität (Zeitpunkt der Katastrophe):
  ca. 2 EBq ($2 * 10^{18}$ Bq)
- Mehr als 400.000 Liquidatoren waren eingesetzt
- 5.000 t Löschmaterial wurde abgeworfen
  (1.800 Hubschrauberflüge)
- Insgesamt ca. 300.000 m^3 Beton verbaut

Schutzwall

concrete barriers
Chernobyl Power Plant
Pripyat River
cooling pond
Chernobyl
N

Internationale Hilfe

- Erhebung des Ausmaßes der Katastrophe (GRS seit 1986 im Auftrag des BMU, seit 1992 auf der Basis von bilateralen Staatsverträgen)
- Organisation von Unterstützungsprogrammen
- Durchführung von Hilfsmaßnahmen

Unterstützung durch:

UN-Organisationen (einschl. IAEA), G7-Staaten, EU, USA, mehrere andere Länder (u. a. Schweiz), NGOs und andere Initiativen

Charakteristikum der ersten Jahre:

Fehlende Koordinierung, Ergebnisse z. T. sehr widersprüchlich, fehlende Validierung der Daten und Ergebnisse, fehlendes nationales Regelwerk

Voraussetzungen für die gegenwärtigen Arbeiten am Standort

Daher war es unabdingbar, alle Kenntnisse zusammenzufassen, zu bewerten und zu verifizieren, um die Kohärenz der Aktionen kurz-, mittel- und langfristig herzustellen und zu garantieren.

Nur so kann die aus dem Unfall resultierende Gesamtsituation beherrscht und verbessert werden.

Die bestehenden Daten mussten gesammelt, bewertet und verifiziert sowie in elektronischer Form bereitgestellt werden, um eine sichere und objektive Datenbasis für die Planung und Durchführung von zukünftigen Schutz- und Sanierungsmaßnahmen, zur Information der Öffentlichkeit und für spätere wissenschaftliche Arbeiten zu erstellen.

➔ Deutsch-Französische Initiative (1996, Wien)

Neuer Sarkophag (1)

- 1993/94: Ideenwettbewerb (10.000 USD) von Ukraine und Russland ausgeschrieben. Resultat: Stabile Lösung wird 3-4 Mrd. USD kosten
- 1995: Machbarkeitsstudie für Umhausung der Blöcke 3 und 4 (frei stehend)
- 1995: Entscheidung für eine „2+2-Vorgehensweise“ bei zwei Zeithorizonten (kurzfristige Ziele und Maßnahmen – bis max. 30 Jahre; langfristige Ziele und Maßnahmen – bis zu 100 Jahren)
- 1997: SIP-Studie zur Stabilisierung des (bestehenden) Sarkophages

Neuer Sarkophag (2)

Erkenntnisse:

- Es existiert kein sicherheitstechnisches Regelwerk auf diesem Gebiet auf der Basis „Stand von Wissenschaft und Technik“ in der Ukraine

  ➔ Entwicklung des Regelwerkes (EU-Projekte)

- Benutzte technische Daten für die Ausgangslage sind nicht eindeutig, nicht verlässlich, nicht konsistent

  ➔ Entwicklung einer Shelter-Datenbank im Rahmen der Deutsch-Französischen Initiative

French - German Initiative
P1 "Shelter"
P2 "Radioecology"
P3 "Health effects"
Enter
Вход
for Chernobyl
IRSN
ICC
GRS

- **Programm 1:** Sicherheitszustand des Sarkophags,
- **Programm 2:** Untersuchung der radioökologischen Folgen,
- **Programm 3:** Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen.

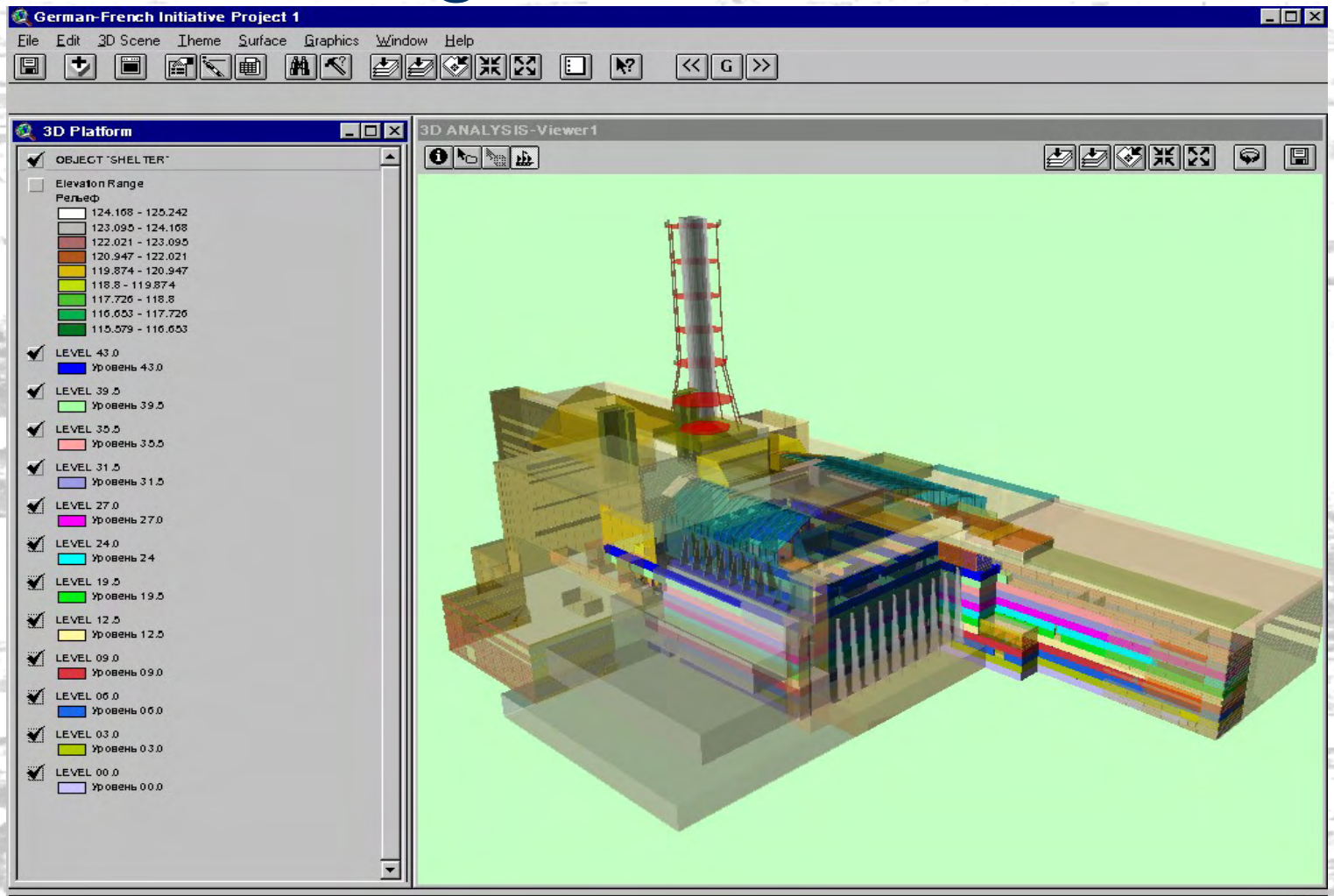
Separates Management für jedes Programm:

Steuerungskomitee,
Projekt-Lenkungsausschüsse,
Finanzierung (für jedes Programm ca. 2 Mio. €)

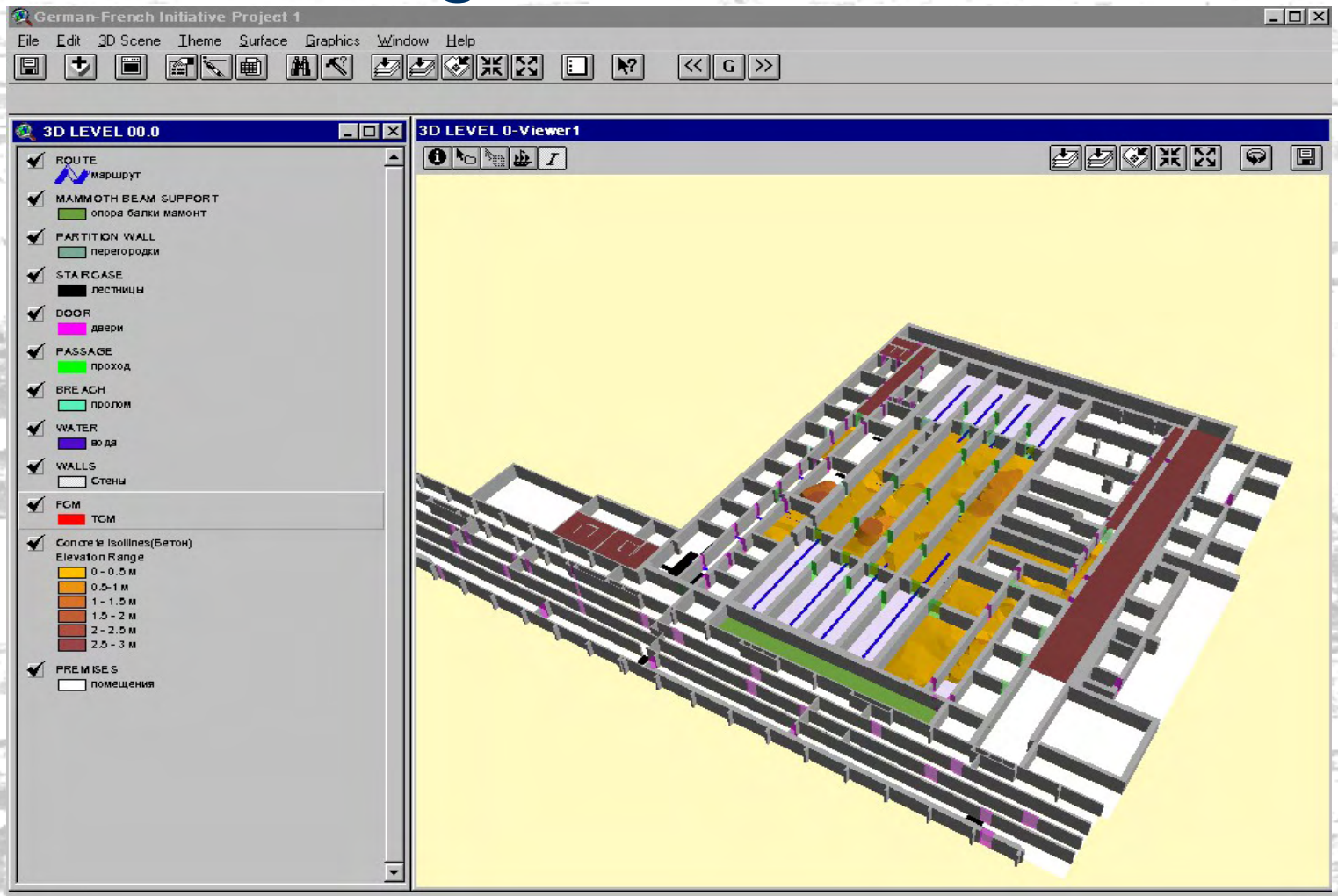
Programm 1: Sicherheitszustand des Sarkophages

- **Baukonstruktionen:** Staatliches Wissenschaftliches Institut für Bautkonstruktionen (NIISK), Kiew,
- **Systeme und Ausrüstungen:** NIISK, gemeinsam mit KKW Tschernobyl, Objekt Einschluss (CNPPOS), Tschernobyl,
- **Strahlungssituation im Sarkophag:** Russisches Wissenschaftliches Zentrum „Kurtschatow-Institut“ (RRCKI) gemeinsam mit CNPPOS,
- **brennstoffhaltige Materialien und radioaktive Abfälle:** RRCKI,
- **Strahlungssituation und Kontaminationen am Standort:** Interdisziplinäres Wissenschaftliches und Technisches Zentrum „Einschluss“ (ISTC), Tschernobyl,
- **Datenbank, GIS Navigation System und Datenintegration:** JV Ecological Communication Corporation (ECOMM), Kiew.

Visual Navigator - GIS



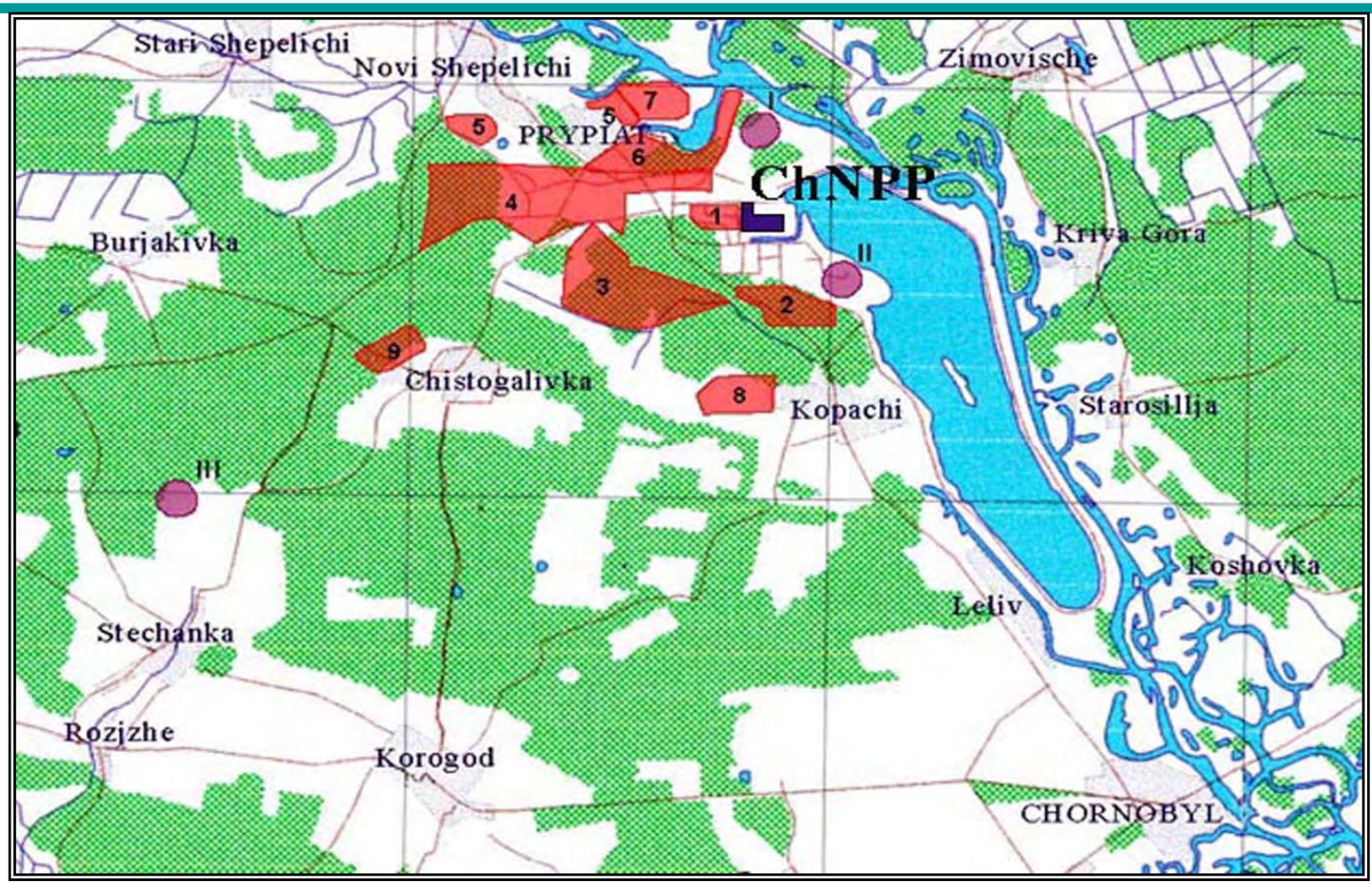
Visual Navigator - GIS



Gegenwärtige radiologische Situation (2)

- Mehr als 150 (ältere) Rückkehrer leben in Sperrzone (Toleranz, Versorgung mit Strom, Lebensmittel usw.)
- Am KKW-Standort: 500.000 m^3 rad. Abfall (davon 48.000 m^3 kernbrennstoffhaltig), 740 PBq
- Ortsdosisleistung auf dem Gelände des KKW: 0,7 μSv/h, am Block 4: ca. 300 μSv/h (Berlin: 0,08 μSv/h, Saarland: 0,1 μSv/h)
- Ortsdosisleistung im Inneren des Sarkophages: bis zu 34 Sv/h an einigen Stellen (1986: ca. 80 Sv/h)

Lagerflächen Exclusion-Zone (1)



Endlagerorte: I – “Podlesnyi”; II – “3rd stage of ChNPP”; III – “Buriakovka”.

Zwischenlager im Freien: 1 – “Staraia Stroibaza”; 2 – “Novaia Stroibaza”; 3 – “Ryzhyi Les”; 4 – “Stantsyia Yanov”; 5 – “Town of Prypiat’”; 6 – “Neftebaza”; 7 – “Peschanoie Plato”; 8 – “Kopachi”; 9 – Chistogalovka”.

Lager-3

Gegenwärtige Maßnahmen

- Stabilisierung des Sarkophages (Abarbeitung des Maßnahmepaketes „SIP“)
- Sicherer Nachbetrieb der Blöcke 1 bis 3
- Behandlung/Konditionierung der radioaktiven Abfälle aus dem Betrieb/Nachbetrieb der Blöcke 1 bis 3 auf dem Kraftwerksgelände und Zwischenlagerung der Brennelemente
- Endlagerung von Teilen der konditionierten radioaktiven Abfälle
- Projektierungs- und Vorbereitungsarbeiten für die neue Umschließung (NSC)
- Überwachung (Strahlungspegel, Personaldosis, Gebäudeüberwachung, Kontrollen in der Sperrzone . . .)

Projekte (1)

- Staatliches Spezialunternehmen (SSE ChNPP)
- Slavutich (27.000 Einwohner): ICC, Ecocenter, PMUs
- Wärmeversorgungsanlage (IHP) für das KKW
  (USA: 30 Mio. USD, Ukraine: 7,5 Mio. USD)
- Zwischenlager für Brennelemente (ISF-2)
- Flüssigabfallbearbeitungsanlage (LRTP)

Projekte (2)

- Industriekomplex ICSRM mit:

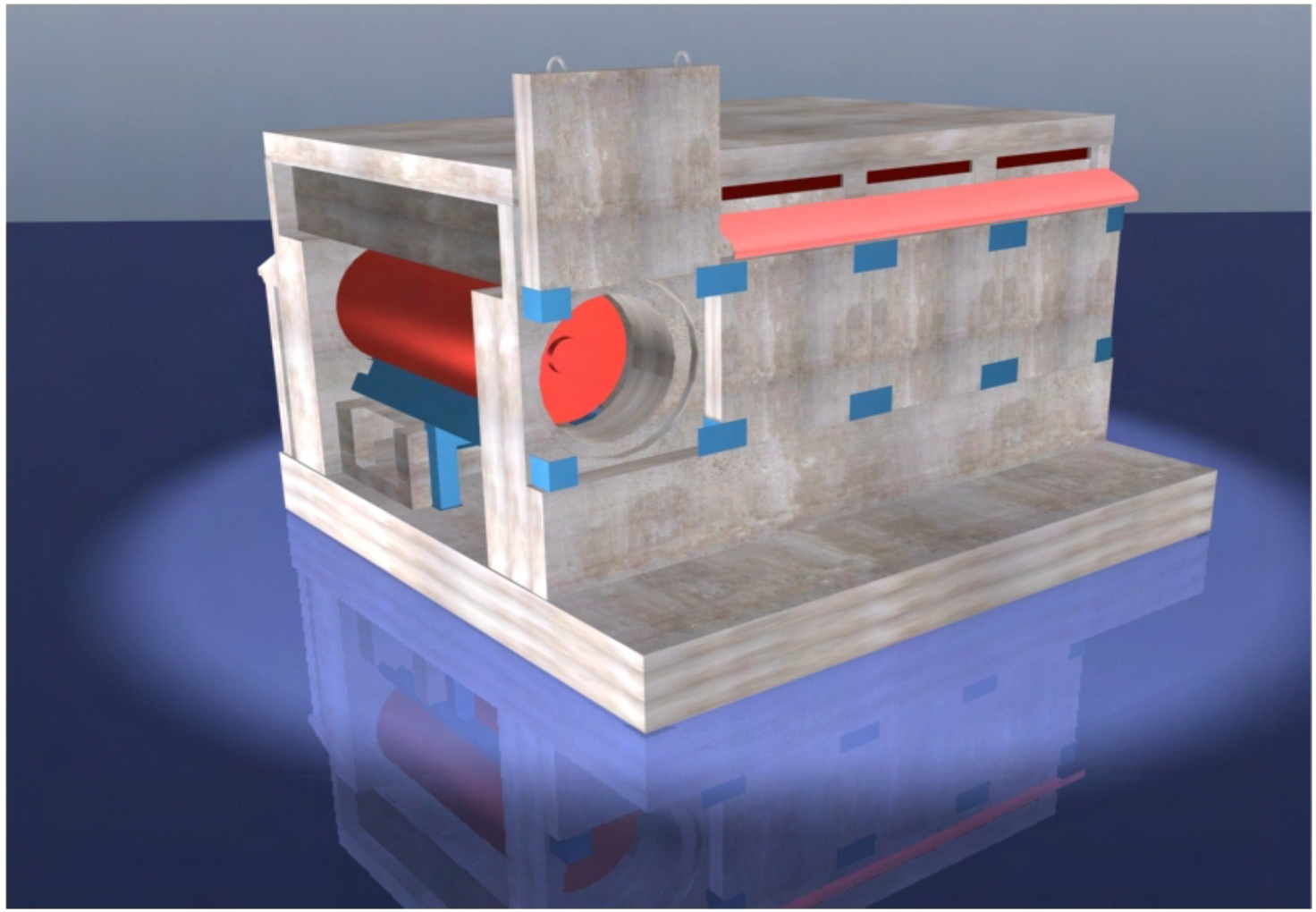
  - LOT 1 –Rückholung fester rad. Abfälle (RFSW)
  - LOT 2 –Konditionierung fester Abfälle (SWPF)
  - LOT 3 –oberflächennahes Endlager (ENSDF)

- Neue Umschließung für Block 4 (NSC)

ISF-2 (Interim Storage Facility for Spent Fuel)

- 25.000 Brennelemente und 3.000 Absorberstäbe
- Zerlegung der RBMK-Brennelemente in drei Teile: Kopf (Aufhängeteil), oberes und unteres Teil-Brennelement
- BE-Teile in 196 Edelstahlbehälter je Beton-Lagercontainer
- 2 Reihen zu je 128 Beton-Lagermodulen
- Baubeginn: Juli 2000,
  Inbetriebnahme: 2012 ?
- Kosten: geplant waren 110 Mio. €, finanziert durch Geberstaaten des Nuclear Safety Account (über EBRD),
  AN: Französisches Unternehmen

BE-Lagermodul (Modell)



ISF-2 (3)

ISF-2 (4)

LRTP (Liquid Radwaste Treatment Facility)

- Rückholung von 20 – 25.000 m^3 flüssiger radioaktiver Abfall (einschl. Schlämme, Harze), Gesamtaktivität 240 TBq
- Verarbeitung zu festen Abfallgebinden (Verdampfen, Zementieren)
- Durchsatz 2.500 m^3 / a (tägl. 40 Abfallgebinde)
- Baubeginn Februar 2000, Inbetriebnahme 2006
- Kosten: 30 Mio. €, finanziert durch NSA-Geberstaaten, AN: Belgisch-französich-italienisches Konsortium

LRTP Bau-1

LRTP (3)

ICSRM (Industrial Complex on Solid Radwaste Management)

- Drei Lose (LOTs): RFSW, SWPF, ENSDF
- Projektwert 44 Mio. €, davon Ukraine: 2,7 Mio. €, finanziert durch EU/TACIS-Vorhaben,
  AN: RWE NUKEM GmbH, Deutschland
- Baubeginn der ersten beiden LOTs: November 2003, Inbetriebnahme 2006 / 2007
- Baubeginn von LOT 3: 2002 (Infrastruktur), Inbetriebnahme ?

RFSW (Retrieval Facility for Solid Radioactive Waste) und SWPF (Solid Radioactive Waste Processing Facility)

- Zwei miteinander durch einen Transportkorridor verbundene Gebäude:

  - Anbau an und Überbau über das bestehende **Schacht-/ Bunkerlager** zur Rückholung der dort gelagerten festen radioaktiven Abfälle

  - Gebäude zur Sortierung und Bearbeitung fester radioaktiver Abfälle (Kompaktierung, Verbrennung, Zementierung) sowie Lagergebäude für langlebige Abfälle

- Durchsatz: 20 m^3 Rohabfall / d
  (≙ 10 m^3 Abfallgebinde / d) bzw. 3.000 m^3 / a

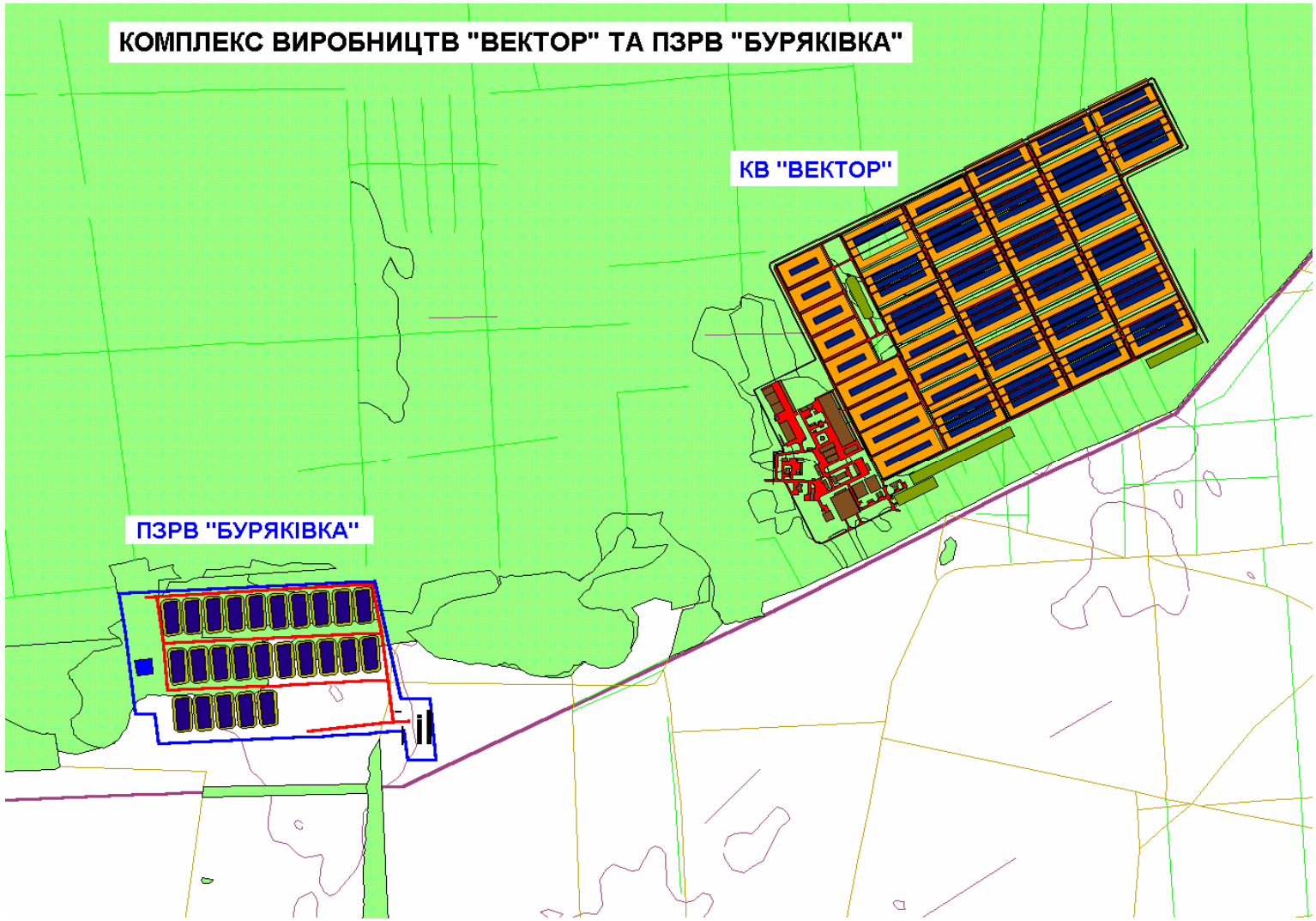
Lagergebäude für feste rad. Abfälle

RFSW im Bau

ENSDF (Engineered Near Surface Disposal Facility)

- Standort „Vektor“ in der Nähe des bestehenden Lagers „Buriakovka“, Lagerkapazität 55.000 m^3 (erweiterungsfähig)
- Design: wie Anlage in El Cabril (Spanien), d.h. Betongräben mit Drainage, nach Füllung mit Abfallgebinden Überdeckung mit wasserundurchlässigem Material und Erde
- Behördliche Überwachung während der ersten 300 Jahre nach Verschluss vorgesehen

ENSDF-Lageplan



ENSDF im Bau

NSC (New Safe Confinement)

- Einschluss des zerstörten Blockes 4 (einschließlich des bestehenden Sarkophages) und Schaffung von Möglichkeiten der Sanierung und des (teilweisen) Rückbaues von Sarkophag und Block 4

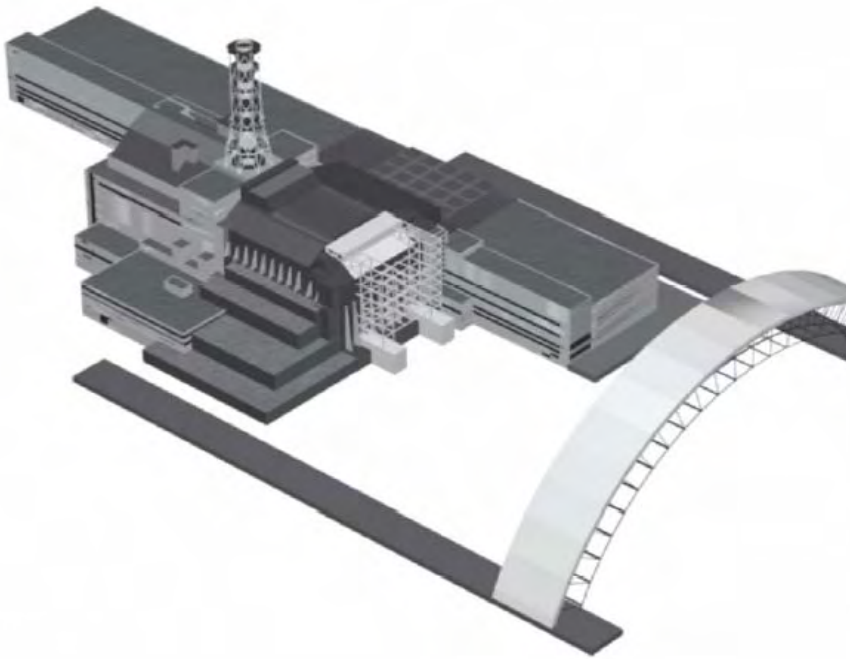
- Überwachung von Strahlungssituation, Stabilität der vorhandenen Strukturen und seismischer Aktivitäten

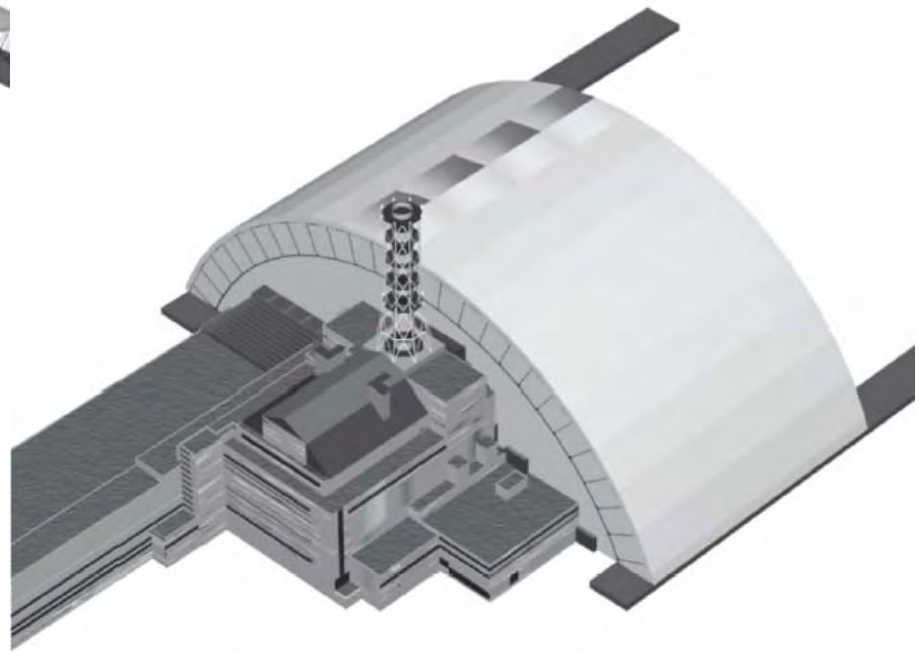
- Überbauung mit Bogenkonstruktion (Spannweite 250 m, Höhe 100 m)

- Abgeschätzte Kosten (2005): 1,1 Mrd. USD, finanziert durch Geberstaaten des Chernobyl Shelter Fonds bei der EBRD

- Ausschreibung März 2004, Baubeginn 2006, Dauer der Errichtung 4 – 5 Jahre

NSC-Modell





Neues Sanitärgebäude

- Für die Errichter des NSC und zur Entlastung bestehender Kauen- und Schleusenräumlichkeiten für das KKW-Personal ist ein neues Sanitär- und Kleiderwechselgebäude errichtet worden.
- Kapazität: 1430 Personen

Zusammenfassung (1)

Gegenwärtig:

- Arbeiten zur Stabilisierung des Blockes 4 und zum Nachbetrieb / zur Stilllegung der Blöcke 1 – 3;

- Errichtung neuer Anlagen zur
  - Zwischenlagerung der Brennelemente,
  - Rückholung / Bearbeitung flüssiger und fester radioaktiver Abfälle,
  - Endlagerung niedrig- und mittelaktiver, kurzlebiger Abfälle;

- Vorbereitungen für die Errichtung einer neuen Umschließung für Block 4;

- Kontrollmaßnahmen, Infrastruktur, usw.

Zusammenfassung (2)

Zukünftig (nächste Jahrzehnte):

- Schaffung weiterer Zwischenlagermöglichkeiten für radioaktive Abfälle, die in ein geologisches Endlager verbracht werden müssen;
- Sanierung des KKW-Geländes und der bestehenden Lagerplätze in der 30-km-Zone;
- Langzeitüberwachung des Blockes 4, evtl. Teilrückbau.

Der Standort wird noch viele Jahrzehnte ein „Besonderes Territorium“ sein und damit die Gesellschaft belasten.