

Stand: April 2010

Tschernobyl und die Folgen

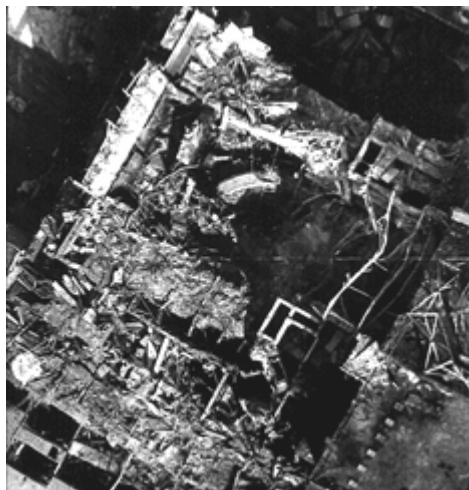
PDF-Fassung

In der Nacht des 26. April 1986 ereignet sich im Kernkraftwerk Tschernobyl der weltweit schwerste Unfall in der zivilen Nutzung der Kernenergie. Die Anlage soll planmäßig für eine Revision heruntergefahren werden. Während dieses Vorgangs ist ein Versuch geplant, mit dem bestimmte Sicherheitseigenschaften der Anlage nachgewiesen werden sollen.

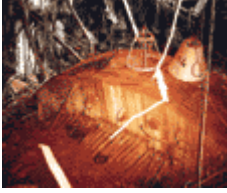
Unzulänglichkeiten des Versuchsprogramms, unerwartete Bedingungen während der Versuchsdurchführung sowie mehrere nicht vorhersehbare Ereignisse und ungeplante Eingriffe des Betriebspersonals führen dazu, dass die Anlage in der Nacht vom 25. zum 26. April 1986 in einen äußerst instabilen Betriebszustand gefahren wird. Nach Versuchsbeginn um 1:23 Uhr führt der instabile Anlagenzustand zunächst zu einem Leistungsanstieg und dann - innerhalb weniger Sekunden - zu einem rapiden Anstieg der Energiefreisetzung in den Brennelementen und zur Zerstörung des Reaktorkerns. Die im Brennstoff gespeicherte Wärme wird dabei sehr schnell in das umgebende Kühlmittel übertragen, welches praktisch spontan verdampft. Der resultierende hohe Druckanstieg führt zur Explosion des Reaktors. Durch die Explosion und den Brand im Reaktor werden bis zum 6. Mai 1986 radioaktive Stoffe freigesetzt und großräumig verteilt.



Ausmaß der Zerstörung von Block 4 in Tschernobyl
(Quelle: GRS, www.grs.de)



Blick durch das zerstörte Dach in die Reaktorhalle. Die obere Kernplatte des Reaktors (Gewicht ca. 3000 t) wird durch die Explosion aufgerichtet und steht nunmehr in einem Winkel von 15 Grad zur Senkrechten
(Quelle: GRS, www.grs.de)



Durch die Explosion
aufgerichtete obere
Kernplatte des Reak-
tors

(Quelle: GRS, www.grs.de)

Dieser Unfall hat gezeigt, welches Gefährdungspotenzial mit der Nutzung der Kernenergie verbunden ist. Auch wenn der Reaktortyp in Tschernobyl Auslegungsdefizite besaß, die bei westlichen Reaktoren nicht vorhanden sind, so hat dieser Unfall doch erhebliche Konsequenzen für den weltweiten Betrieb der Atomkraftwerke. Auch mehr als zwei Jahrzehnte nach dem Reaktorunfall leidet die Bevölkerung in den am stärksten betroffenen Staaten Ukraine, Weißrussland und Russland noch unter den Folgen.

Der Reaktorunfall von Tschernobyl stellt die nationalen Regierungen, aber auch die internationale Staatengemeinschaft, vor eine Vielzahl offener Fragen und Problemen zu

- politisch-ethischen,
- energiepolitischen,
- sicherheitspolitischen,
- sicherheitstechnischen,
- ökologischen und
- medizinischen

Folgen in einem bis dato unbekanntem Ausmaß.

Von Anfang an ist das BMU an vielen bi- und multilateralen Projekten und Vorhaben zur Lösung der vordringlichen Probleme beteiligt.

1. Nukleare Sicherheits- und Energiepolitik

1998 beschließt die Bundesregierung in ihrer Koalitionsvereinbarung, die Nutzung der Atomenergie auf Grund ihrer großen Sicherheitsrisiken zu beenden und die Energieversorgung in Deutschland umzustrukturieren. In Zukunft soll die Energieversorgung verstärkt durch erneuerbare Energien und durch Energieeinsparungen gesichert werden.

Trotzdem arbeitet die Bundesregierung weiterhin intensiv mit anderen Staaten und internationalen Organisationen zusammen, um nukleare Sicherheit und Strahlenschutz weltweit auf höchstmöglichem Niveau zu gewährleisten, so lange noch Atomkraftwerke betrieben werden.

Auf dem G7-Gipfel in Neapel 1994 wird der Ukraine ein umfassendes Zusammenarbeitsprogramm zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit und zur Erneuerung des Energiesektors vorgeschlagen. Damit sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, das Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahre 2000 endgültig abzuschalten. Das Zusammenarbeitsprogramm umfasst vier Bereiche:

- Strukturreform des Energiesektors
- Investitionen in die Energieversorgung
- Nukleare Sicherheit: Kurzfristige Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Block 3 des Kernkraftwerks Tschernobyl für den Auslaufbetrieb sowie Maßnahmen zur Behandlung und Entsorgung radioaktiver Abfälle zur Vorbereitung der Stilllegung.
- Erstellung eines Plans zur Bewältigung der sozialen Folgen der Stilllegung von Tschernobyl.

Die Ukraine hat zwischenzeitlich diverse Maßnahmen zur Energiesektorreform und der Schaffung marktwirtschaftliche Strukturen umgesetzt. Erste Schritte zur Privatisierung von Energieerzeugern wurden eingeleitet. Neben der Entwicklung des Elektrizitätsmarktes werden mit westlicher Hilfe verschiedene Projekte zur Modernisierung des Kohle- und des Gassektors sowie die Ertüchtigung konventioneller Wärme- und Wasserkraftwerke durchgeführt bzw. geplant.

2. Stilllegung und Überführung des Standortes Tschernobyl in einen ökologisch sicheren Zustand

Die Bundesregierung und eine Reihe weiterer westlicher Staaten bieten der Ukraine bei verschiedenen Gipfeltreffen ihre Zusammenarbeit und finanzielle Unterstützung an, um eine möglichst schnelle Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl zu erreichen:

- Im Jahr 1994 schlagen die EU und die G7-Staaten der Ukraine in Korfu und in Neapel ein Zusammenarbeitsprogramm vor, um der Ukraine mit einer Vielzahl von Unterstützungsmaßnahmen die Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl zu ermöglichen. Präsident Kutschma nimmt dieses Angebot an und setzt es 1995 in einem "Memorandum of Understanding" um.
- Zwischen der Ukraine und den G7 Staaten/EU wird 1997 die Umsetzung des von westlichen und ukrainischen Experten erarbeiteten „Shelter Implementation Plan“ (SIP) vereinbart. Ziel des SIP ist nach Stabilisierung des bestehenden Sarkophags die Errichtung einer neuen sicheren Schutzhülle (New Safe Confinement – NSC), die den Rückbau des Sarkophags und der alten Gebäudereste des Blocks 4 sowie das Bergen des radioaktiven Inventars zu einem späteren Zeitpunkt ermöglicht.
- Auf dem G7-Gipfel in Köln 1999 sowie allen nachfolgenden Gipfeln erneuern die G7- bzw. später die G8-Staaten und die Europäische Kommission ihre Verpflichtung zur erfolgreichen Umsetzung des "Memorandum of Understanding" (MoU) mit der Ukraine.



Das Kernkraftwerk Tschernobyl mit dem Sarkophag um Block 4 (Quelle: GRS, www.grs.de)

Das Kernkraftwerk Tschernobyl wird in Erfüllung des MoU am 15. Dezember 2000 endgültig abgeschaltet. Mit der Abschaltung des Kernkraftwerks sind die Probleme jedoch nicht beseitigt. Die Bundesregierung unterstützt daher die Ukraine bei der Bewältigung der Folgen des Reaktorunfalls. So müssen der Sarkophag um den zerstörten Block 4 dringend stabilisiert und die Blöcke 1 bis 3 geordnet stillgelegt und entsorgt werden.

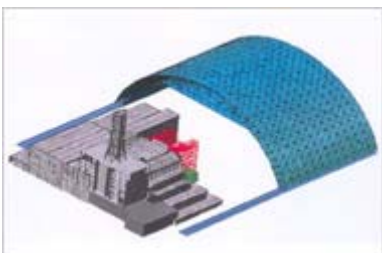
Zur Finanzierung des SIP wird der „Chernobyl Shelter Fund“ (CSF) bei der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) verwaltet. Der Fonds wird durch Mittelbereitstellungen der Geberländer gespeist, wobei die G8-Staaten und die EU die Hauptlast tragen. Die Ukraine selbst leistet ebenfalls einen beachtlichen Beitrag.



Der stabilisierte Sarkophag am 27. April 2007. Im Hintergrund der gemeinsame Abluftkamin Block 3 und 4

Im Jahr 2008 werden die Stabilisierungsmaßnahmen am Sarkophag erfolgreich abgeschlossen.

Am 17. September 2007 schließen das Kernkraftwerk Tschernobyl (ChNPP) und das europäische Konsortium Novarka den Vertrag zur Erstellung der Ausführungsplanung (1. Phase), die nach Genehmigung zum Bau des NSC (2. Phase) führen soll.



Schema für das NSC während der Errichtung (Sicht aus NO).

Daraufhin wird zunächst die Konstruktion des Bogens ausgearbeitet. Auch die Randbedingungen für die gewählte Gründungsart und -tiefe sind schon weitgehend festgelegt. Aktuell werden noch wichtige Details diskutiert. So ist beispielsweise die Art des Stahls festzulegen, aus dem die Schutzhülle errichtet werden soll. Diese Wahl wirkt sich nicht nur auf die Korrosionsbeständigkeit des auf 100 Jahre ausgelegten Bauwerks aus, sondern auch wesentlich auf dessen Preis und die späteren Betriebskosten. Wie die Anbindung der neuen Schutzhülle an den Gebäudebestand auszuführen sein wird, damit der Gesamtkomplex den alten Sarkophag dicht abschirmt, ist eine der Herausforderungen, mit denen sich die Experten derzeit noch befassen. Auch die Konstruktion des im Bogen zu installierenden Kransystems steht noch nicht endgültig fest. Mit ihm sollen bereits kurz nach Inbetriebnahme der neuen Schutzhülle große Elemente des alten Sarkophags demontiert werden. Der Abbau des restlichen Sarkophags sowie des havarierten Reaktorblocks ist dann innerhalb der nächsten Jahrzehnte vorgesehen. Der Abschluss der umfangreichen Ausführungsplanung wird in der zweiten Jahreshälfte 2010 erwartet.

Sobald bekannt ist, welche Mittel zur Errichtung der neuen Schutzhülle benötigt werden, wird die internationale Staatengemeinschaft darüber beraten, wie die Finanzierung gemeinsam möglich gemacht werden kann.

Bisher wurden vorbereitende Arbeiten genehmigt und parallel zur Entwicklung der Ausführungsplanung durchgeführt. Neben Boden- Baugrunduntersuchungen auf der Errichtungsfläche sowie auf dem Gebiet der endgültigen Position der Schutzhülle wurden oberflächennah abgelagerte radioaktive Abfälle entnommen und entsorgt. Das NSC wird auf einer kombinierten Pfahl-Platten-Gründung stehen. Die notwendigen Bohrungen wurden bereits ausgeführt und die Pfähle betoniert. Die zugehörigen Fundamentplatten werden voraussichtlich Ende Mai 2010 fertig gestellt sein.

Aus Strahlenschutzgründen wird die gesamte Konstruktion der Schutzhülle vormontiert und anschließend auf Schienen über den stabilisierten Sarkophag geschoben werden. Zuvor wird der gemeinsame Abluftkamin von Block 3 und 4 entfernt werden. Die Fertigstellung des weltweit einmaligen Bauwerks (Länge ca. 150 m, Breite ca. 250 m, Höhe ca. 100 m) ist im Jahr 2013 vorgesehen.

Auf der Internetseite <http://www.youtube.com/watch?v=jvEDVuGOJ6Y> wird die Errichtung des geplanten New Safe Confinements gezeigt.

Am 17. September 2007 wird darüber hinaus ein zweiter wichtiger Vertrag zwischen dem Kraftwerk Tschernobyl (ChNPP) und der amerikanischen Firma Holtec International geschlossen. Der Auftrag beinhaltet die Fertigstellung des zu errichtenden neuen Langzeitzwischenlagers für abgebrannte Brennelemente (Interim Spent Fuel Storage Facility – ISF-2), welches das alte Nasslager ISF-1 ersetzen wird. Hier sind ebenfalls 2 Phasen (Planung und Genehmigung, anschließend Bauphase) vorgesehen.

Dieses Bauvorhaben wird aus dem Nuclear Safety Account (NSA) finanziert, einem zweiten Fonds bei der EBRD, der u. a. Finanzmittel für wichtige Infrastrukturmaßnahmen zur Stilllegung der Tschernobyl Reaktoren verwaltet. Ein

Teil der Brennelemente befindet sich noch in den Abklingbecken der abgeschalteten Blöcke 1 und 2. Der überwiegende Anteil steht noch im Nasslager ISF-1, dessen aktuelle Genehmigung im Jahr 2016 ausläuft.



Das ISF-2 im März 2002.

Mit den vereinbarten Baumaßnahmen kommen die Gebergemeinschaft und die Ukraine dem Ziel entscheidend näher, den Standort Tschernobyl in einen ökologisch sicheren Zustand zu überführen. An die erfolgreiche Fertigstellung der beiden Großprojekte NSC und ISF-2 schließen sich als nächste Herausforderung das Zerlegen des Sarkophags unter der neuen Schutzhülle und die sichere Endlagerung der radioaktiven Materialien des Unfallreaktors an. Um diese Aufgaben zu meistern, wird die neue Schutzhülle für einen Zeitraum von 100 Jahren ausgelegt.

3. Ökologische und medizinische Folgen

Das Aktionsprogramm für Tschernobyl wird durch weitere bilaterale und multilaterale Leistungen der G7-Länder und der EU flankiert.

Im April 1996 erklären die Umweltminister Frankreichs und Deutschlands anlässlich der Wiener IAEO-Konferenz zum 10. Jahrestag der Katastrophe von Tschernobyl ihre Bereitschaft, die internationale Kooperation zwischen Ukraine, Russland und Weißrussland zur Aufarbeitung der noch ungelösten Folgeaufgaben des Unfalls durch eine **Deutsch-Französische Initiative (DFI)** ([Info-Papier zur DFI, PDF-Dokument, 5,2 MB](#)) zu unterstützen. Dieses trilaterale, auf die Erfüllung der deutschen Zusage von Neapel anrechnungsfähige Programm wird mit dem "Tschernobyl-Zentrum für nukleare Sicherheit, radioaktive Abfälle und Radioökologie" in Kiew durchgeführt.

Im Rahmen der DFI werden gemeinsam mit dem ukrainischen "Tschernobyl Zentrum" als östlichem Koordinator und späterem Verwerter der Ergebnisse wissenschaftlich-technische Arbeiten

- zum "Sicherheitszustand des Sarkophags",
- zur "Radioökologie" und
- zu den "Gesundheitlichen Folgen"

durchgeführt. Ziel ist es, die verfügbaren Informationen zu sammeln, aufzuarbeiten, zu überprüfen und zu bewerten sowie elektronisch für die Planung und Durchführung von Schutz- und Gegenmaßnahmen bereitzustellen.

Der Sarkophag wird 1986 unter sehr schwierigen Randbedingungen auf bestehenden Resten des alten Reaktorblocks errichtet, so dass die Standsicherheit des Bauwerks mit der Zeit Unsicherheiten aufweist. Ukrainische und andere östliche Organisationen untersuchen daher die Baukonstruktionen, technische

Einrichtungen, die radiologische Situation innerhalb und außerhalb des Sarkophags, die brennstoffhaltigen Materialien und radioaktiven Abfälle sowie den Einfluss des Sarkophags auf die Umgebung. Darüber hinaus wird eine Datenbank eingerichtet, die als Schnittstelle und für die stufenweise Integration der Daten genutzt wird. Die im Rahmen der Deutsch-Französischen Initiative gesammelten und aufbereiteten [Daten](#) stehen auch für die Sanierung des Sarkophags im Rahmen des "Shelter Implementation Plan (SIP)" zur Verfügung. Wesentliche Ziele des SIP sind die Stabilisierung des bestehenden Sarkophags und die Errichtung einer neuen Schutzhülle um den Sarkophag (Shelter). Dieser Shelter soll es ermöglichen, die radioaktiven Stoffe mindestens 100 Jahre sicher einzuschließen, bei Bedarf aus dem Innern zu entfernen und das alte Gebäude abzubauen.



Hauptziel des Projekts Radioökologie ist es, die radioökologischen Folgen des Unfalls zu untersuchen. Schwerpunktgebiete sind die 30-km-Zone, das Gebiet um Gomel/Weißrussland sowie um Briansk/Russland. Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH und das Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) bearbeiten gemeinsam mit ukrainischen, russischen und weißrussischen Einrichtungen sechs Aufgaben: Ökologisches Gesamtbild der kontaminierten Gebiete, Kontamination der Umwelt, Abfalllager und Abfallstrategien, Transfer von Radionukliden, Radionuklide in urbaner Umgebung und Gegenmaßnahmen sowie Sanierung natürlicher und landwirtschaftlicher Flächen.



Seit der Katastrophe gibt es eine Fülle von widersprüchlichen Informationen über die gesundheitlichen Folgen. Ein besonderes Anliegen der Deutsch-Französischen Initiative ist es, die vorhandenen Daten über den Gesundheitsstand und die Dosimetrie, d.h. die Ermittlung der Strahlenbelastung der Betroffenen, zu überprüfen, die angewandten Methoden zu bewerten und soweit sinnvoll anzugleichen und die Ergebnisse Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH und das Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) führten auf westlicher Seite die Projekte durch.

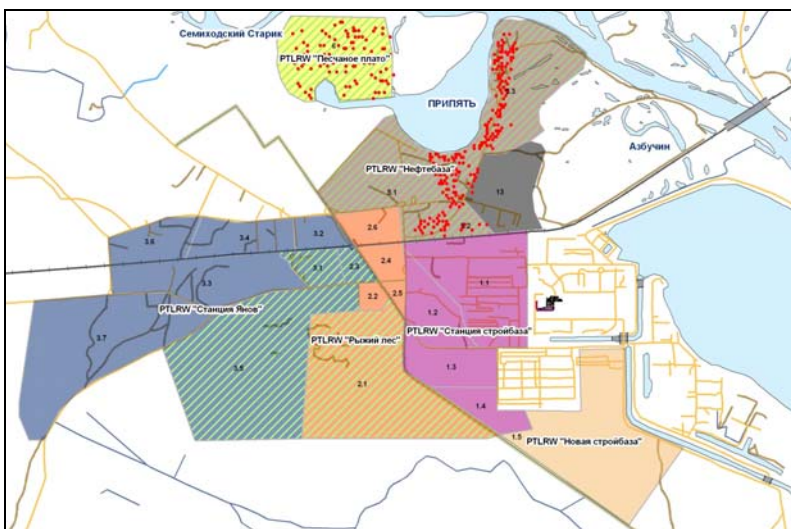
Auch mehr als zwanzig Jahre nach dem Unfall sind viele Frage der Auswirkungen auf die Gesundheit, die Umwelt und die sozio-ökonomischen Folgen noch immer nicht vollständig beantwortet. Auf Initiative der IAEA etablieren mehrere

internationale Organisationen (u.a. IAEA, WHO, UNDP, FAO, UNEP, UN-OCHA, UNSCEAR) gemeinsam mit den Regierungen der Ukraine, von Weißrussland und Russland im Jahr 2003 ein „[Tschernobyl Forum](#)“. In Studien sollen weitere Antworten gefunden werden. Im September 2005 werden die Ergebnisse auf einer [Konferenz](#) offiziell der interessierten Öffentlichkeit präsentiert ([proceedings of the conference](#)).

Deutschland, vertreten durch das BMU, führt eine Vielzahl an Projekten zum havarierten Block 4 des Kraftwerks Tschernobyl durch, um den Sicherheitszustand zu analysieren und die Ukraine bei der Bewältigung der Folgen des Reaktorunfalls zu unterstützen, z.B. die bilateralen Vorhaben Deutsch-Französische Initiative (DFI) und der Tschernobyl Aktion Plan (TAP). Seit vielen Jahren zahlt Deutschland auch in den Chernobyl Shelter Fund (CSF) und den Nuclear Safety Account (NSA) ein.

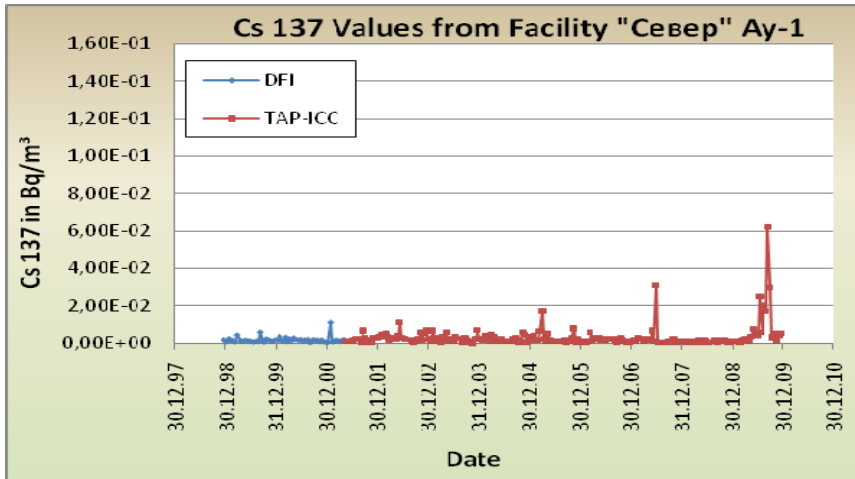
Die Ergebnisse zum baulichen und technischen Zustand des Sarkophags aus mehreren in der DFI bearbeiteten Projekten werden bei der Umsetzung des „Shelter Implementation Plan (SIP)“ genutzt.

Wichtige Aufgaben zur radiologischen Situation am Standort und zur radiologischen Situation des Brennstoffinventars im Sarkophag finden im SIP weniger Beachtung. Diese Fragen haben aber in den nächsten Jahren wesentliche Bedeutung bei der Errichtung des „New Safe Confinements (NSC)“. Darüber hinaus sind bei der Überführung des Standorts Tschernobyl in ein ökologisches sicheres System Kenntnisse zur radiologischen Situation in der näheren Umgebung des Sarkophags und innerhalb der 30 km Zone von Bedeutung. In diesem Gebiet befinden sich weiterhin bedeutende großflächige Kontaminationen.



Flächen mit provisorischen Abfallagerstellen (Waste Dumps) in der Nähe des Sarkophags. In den beiden nördlichen Flächen ist die genaue Lage eingezeichnet.

Die Überführung des gesamten Standortes des KKW Tschernobyl in ein ökologisch sicheres System kann nur mit umfangreichen und exakten Informationen über die direkt nach dem Unfall eingerichteten provisorischen Abfallagerstellen (Waste Dumps) erfolgen. Schätzungsweise 1 Mio. m³ radioaktiver Abfall wurde provisorisch deponiert. Rund 10% dieser Abfälle ist kontaminiertes Metall. Die



Verlauf der Cs-137

Aktivitäten in Aerosolen (Aersolomonitor Ay-1) von 1998-2009

Seit 2007 werden kontinuierlich Daten und Informationen zur radiologischen Belastung von Boden / Grundwasser / Luft gesammelt, aufbereitet und in der Datenbank „Shelter Safety Status Database (SSSDB)“ dargestellt und integriert. Diese Datenbank ist mehreren wissenschaftlich-technischen Institutionen und dem Kernkraftwerk Tschernobyl (ChNPP) zugänglich.