



Programme 2

Study of the Radio- ecological Consequences

Programm 2

Untersuchung der
radioökologischen Folgen

Programme 2

Etude des conséquences
radioécologiques

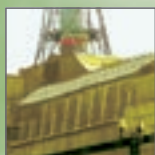
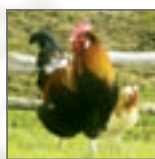
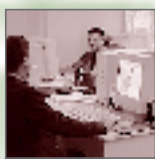
Программа 2

Изучение радиоэкологических
последствий аварии

in co-operation with



CHORNOBYL CENTRE FOR
NUCLEAR SAFETY
RADIOACTIVE WASTE
AND RADIOECOLOGY



Autoren/Auteurs/Authors/Авторы:

H. Biesold (GRS), A. Artmann (GRS), G. Deville-Cavellin (IRSN), V. Chabanyuk (ISGEO, CC),
G. Berberich, Erfstadt

Redaktion/Rédaction/Edited by/Редакция:

H. Biesold (GRS), V. Lhomme (IRSN), G. Berberich, Erfstadt

Endredaktion/Rédaction finale/Copy editor/Окончательная редакция:

H.-P. Butz (GRS), N. Rutschkowsky (IRSN)

Übersetzung/Traduction/Translation by/Перевод:

F. Janowski-Hansen (GRS), J. Kurjo (GRS), V. Lhomme (IRSN), N. Rutschkowsky (IRSN); TransWord (France)

Gestaltung/Réalisation/Layout/Оформление:

G. Berberich, Erfstadt

Titelblatt/Page de garde/Cover/Титульный лист:

Endredaktion Gestaltung/Rédaction finale de la réalisation/Final copy editor of the layout/Окончательная редакция оформления

V. Scheithe (GRS), R. Knoll (GRS)

Bildnachweis/Crédits photographiques/Picture credits/**Источники воспроизведённых изображений:**

GRS-Archiv; H.-P. Butz (GRS); H. Biesold (GRS); IRSN-Archiv; G. Berberich (Erfstadt);
V. Skvortsov (IEG), Ukraine; B. Prister (Agrarian Academy of Sciences), Ukraine

Druck/Impression/Printed by/Печать:

Moeker-Merkur Druck GmbH (Köln)

März/Mars/March/март 2006 г.

© GRS/IRSN

THE FRENCH-GERMAN INITIATIVE
FOR CHERNOBYL



Programme 2

Study of the Radio- ecological Consequences

Programm 2

Untersuchung der
radioökologischen Folgen

Programme 2

Etude des conséquences
radioécologiques

Программа 2

Изучение радиозэкологических
последствий аварии

in co-operation with



CHORNOBYL CENTRE FOR
NUCLEAR SAFETY
RADIOACTIVE WASTE AND
RADIOECOLOGY

March 2006

GRS / IRSN - 4
ISBN 3-931995-84-4

Inhaltsverzeichnis

Table des matières

1	Rückblick	6
2	Internationale Kooperation für Tschernobyl: Ursprung und Rahmen der Deutsch-Französischen Initiative	12
2.1	Internationaler Kontext	14
2.2	Start der Deutsch-Französischen Initiative	16
2.3	Ziele der Deutsch-Französischen Initiative	18
2.4	Organisation und Finanzierung der Deutsch-Französischen Initiative	18
2.4.1	Steuerungskomitee	18
2.4.2	Projekt-Lenkungsausschüsse	20
2.4.3	Finanzierung	20
3	Das Programm „Radioökologie“	22
3.1	Struktur und Partner des Programms	30
3.2	Datenerhebung und -aufbereitung	32
4	Transfer aus Böden in Pflanzen	34
4.1	Teil-Datenbank: Transfer Boden/Pflanze	36
4.2	Datenbank-Ergebnisse	36
5	Transfer von der Pflanze zum Tier	42
5.1	Teil-Datenbank: Transfer Pflanze/Tier	44
5.2	Datenbank-Ergebnisse	44
6	Oberflächen-Abfluss in aquatische Systeme	50
6.1	Teil-Datenbank: Oberflächen-Abfluss	52
6.2	Datenbank-Ergebnisse	52
7	Transfer in aquatische Ökosysteme	56
7.1	Teil-Datenbank: TRANSAQUA	58
7.2	Datenbank-Ergebnisse	60
8	Wohngebiete und Gegenmaßnahmen	62
8.1	Teil-Datenbank: URBDECON	64
8.2	Datenbank-Ergebnisse	66

1	Bref rappel historique	6
2	La coopération internationale sur Tchernobyl : origines et contexte de l'Initiative franco-allemande	12
2.1	Contexte international	14
2.2	Genèse de l'Initiative franco-allemande	16
2.3	Objectifs de l'Initiative franco-allemande	18
2.4	Organisation et financement de l'Initiative franco-allemande	18
2.4.1	Le comité directeur	18
2.4.2	Les groupes de suivi de projet	20
2.4.3	Le financement	20
3	Le programme «Radioécologie»	22
3.1	Structure et partenaires du projet	30
3.2	Acquisition et traitement des données	32
4	Transfert du sol aux plantes	34
4.1	Sous-base de données : transfert sol-plantes	36
4.2	Résultats de la base de données	36
5	Transfert des plantes aux animaux	42
5.1	Sous-base de données : transfert plante-animaux	44
5.2	Résultats de la base de données	44
6	Transfert par ruissellement de surface	50
6.1	Sous-base de données : ruissellement de surface	52
6.2	Résultats de la base de données	52
7	Transferts en milieu aquatique	56
7.1	Sous-base de données : TRANSAQUA	58
7.2	Résultats de la base de données	60
8	Milieu urbain et contre-mesures	62
8.1	Sous-base de données : URBDECON	64
8.2	Résultats de la base de données	66

Table of contents

1	A look back	7
2	International Co-operation for Chernobyl: Origin and Framework of the French-German Initiative	13
2.1	International context.....	15
2.2	Birth of the French-German Initiative.....	17
2.3	Objectives of the French-German Initiative.....	19
2.4	Organisation and financing of the French-German Initiative.....	19
2.4.1	Steering committee.....	19
2.4.2	Project Review Groups.....	21
2.4.3	Financing.....	21
3	The Programme “Radioecology”	23
3.1	Project structure and partners.....	31
3.2	Data acquisition and processing.....	33
4	Transfer from Soil to Plant	35
4.1	Sub-database: Soil-Plant Transfer.....	37
4.2	Database results.....	37
5	Transfer from Plant to Animal	43
5.1	Sub-database: Transfer Plant-Animal.....	45
5.2	Database results.....	45
6	Radionuclide Transfer by Surface Runoff	51
6.1	Sub-Database: Surface Runoff.....	53
6.2	Database results.....	53
7	Radionuclide Transfer in Aquatic Environment	57
7.1	Sub-Database: TRANSAQUA.....	59
7.2	Database results.....	61
8	Urban Environment and Countermeasures	63
8.1	Sub-Database: URBDECON.....	67
8.2	Database results.....	67

Оглавление

1	Напомним	7
2	Международное сотрудничество по вопросу Чернобыля: истоки и рамки Германо-французской инициативы	13
2.1	Международный контекст.....	15
2.2	Истоки Германо-французской инициативы.....	17
2.3	Цели Германо-французской инициативы.....	19
2.4	Организация и финансирование Германо-французской инициативы.....	19
2.4.1	Руководящий комитет.....	19
2.4.2	Комитеты управления проектами.....	21
2.4.3	Финансирование.....	21
3	Программа „Радиоэкология“	23
3.1	Структура и участники программы.....	31
3.2	Сбор и обработка данных.....	33
4	Перенос радионуклидов из почвы к растениям	35
4.1	Тематическая БД: Перенос почва-растения.....	37
4.2	Результаты работы по базе данных.....	37
5	Перенос от растения к животному	43
5.1	Тематическая БД: Перенос растения-животные.....	45
5.2	Результаты работы по базе данных.....	45
6	Поверхностный сток в водные системы	51
6.1	Тематическая БД: Поверхностный сток.....	53
6.2	Результаты работы по базе данных.....	53
7	Перенос радионуклидов в водные экосистемы	57
7.1	Тематическая БД: TRANSAQUA.....	59
7.2	Результаты работы по базе данных.....	61
8	Населённые пункты и контрмероприятия	63
8.1	Тематическая БД: URBDECON.....	67
8.2	Результаты работы по базе данных.....	67

9	Gegenmaßnahmen für natürliche und landwirtschaftliche Flächen	70
9.1	Teil-Datenbank: Gegenmaßnahmen	72
9.2	Datenbank-Ergebnisse	72

10	Ökologisches Gesamtbild der kontaminierten Regionen	78
10.1	Teil-Datenbank: Ökologisches Gesamtbild.....	80
10.2	Datenbank-Ergebnisse	82

11	Kontamination der Umwelt	84
11.1	Teil-Datenbank: Umweltkontamination.....	86
11.2	Datenbank-Ergebnisse	86

12	Abfallagerstätten und Abfallstrategien	90
12.1	Teil-Datenbank: Abfälle	92
12.2	Datenbank-Ergebnisse	94

13	Aufbau und Struktur der Datenbank REDAC	98
-----------	--	-----------

14	Fazit	102
-----------	--------------	------------

15	Abkürzungen	106
-----------	--------------------	------------

9	Contre-mesures dans les milieux agricole et naturel	70
9.1	Sous-base de données : contre-mesures.....	72
9.2	Résultats de la base de données.....	72

10	Portrait écologique des zones contaminées	78
10.1	Sous-base de données : portrait écologique	80
10.2	Résultat de la base de données	82

11	Contamination de l'environnement	84
11.1	Sous-base de données : contamination de l'environnement.....	86
11.2	Résultats de la base de données.....	88

12	Entreposages de déchets et stratégies de gestion des déchets	90
12.1	Sous-base de données : déchets.....	92
12.2	Résultats de la base de données.....	94

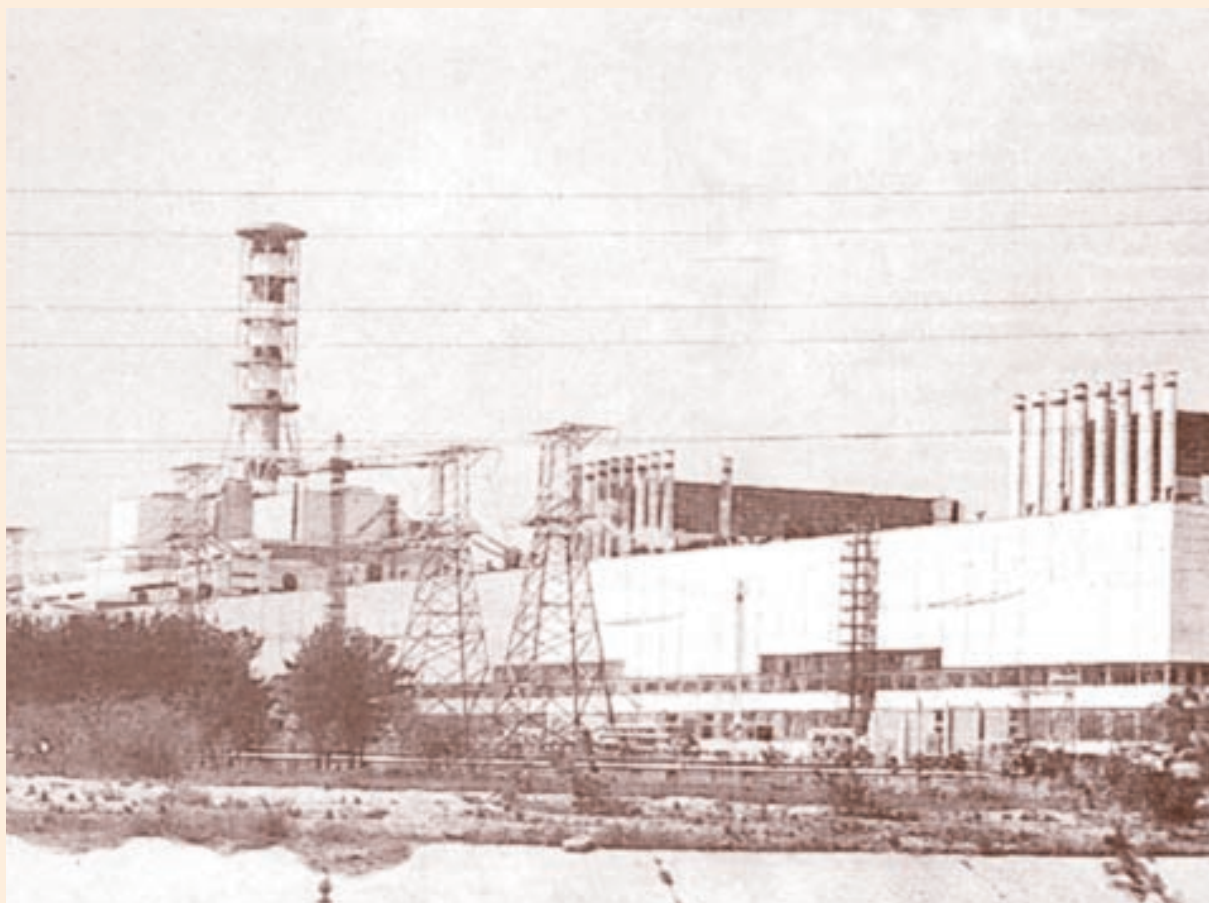
13	Construction et structure de la base de données REDAC	98
-----------	--	-----------

14	Conclusions	102
-----------	--------------------	------------

15	Abréviations	106
-----------	---------------------	------------

9	Countermeasures in Natural and Agricultural Areas	71
9.1	Sub-Database: Countermeasures	73
9.2	Database results	73
10	Ecological Portrait of the Contaminated Regions	79
10.1	Sub-Database: Ecological Portrait	81
10.2	Database results	83
11	Contamination of the Environment	85
11.1	Sub-Database: Contamination of the Environment	87
11.2	Database results	87
12	Waste Dumps and Waste Strategies Management	91
12.1	Sub-Database: Wastes	93
12.2	Database results	95
13	Layout and Structure of the REDAC Database	99
14	Conclusion	103
15	Abbreviations	107

9	Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий	71
9.1	Тематическая БД: Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий ...	73
9.2	Результаты работы по базе данных	73
10	Общая экологическая картина загрязнённых территорий	79
10.1	Тематическая БД: Общая экологическая картина	81
10.2	Результаты работы по базе данных	83
11	Загрязнение окружающей среды	85
11.1	Тематическая БД: Загрязнение окружающей среды	87
11.2	Результаты работы по базе данных	89
12	Пункты временного хранения радиоактивных отходов и стратегии по радиоактивным отходам	91
12.1	Тематическая БД: Отходы	93
12.2	Результаты работы по базе данных	95
13	Создание и структура базы данных REDAC	99
14	Итоги	103
15	Сокращения	107



Rückblick

In der Nacht des 26. April 1986 ereignete sich im Kernkraftwerk Tschernobyl der weltweit schwerste Unfall in der zivilen Nutzung der Kernenergie. Die Explosion des Reaktors Nr. 4 vom Typ RBMK und der anschließende Brand im Reaktorkern führten zu einer erheblichen Freisetzung radioaktiven Materials in die Umwelt und zum Auswurf von brennstoffhaltigen Trümmern des Reaktorkerns in die Umgebung des Kraftwerks.

Bref rappel historique

Dans la nuit du 26 avril 1986, la centrale nucléaire de Tchernobyl fut le théâtre du plus grave accident qu'ait jamais connu une installation civile de production d'électricité nucléaire. L'explosion dans le réacteur numéro quatre (Unité 4), de type RBMK, puis l'incendie que celle-ci provoqua ensuite dans le cœur du réacteur entraînèrent des rejets considérables de matières radioactives dans l'environnement ; en outre, des débris de combustible radioactif présents dans le cœur furent projetés en dehors de la zone située à proximité immédiate de la centrale.



Das Kernkraftwerk Tschernobyl vor dem Unfall 1986 (hinter dem Kamin links befindet sich der später zerstörte Block 4)

La centrale de Tchernobyl avant l'accident de 1986 (à gauche, la tranche 4 qui fut détruite)

The Chernobyl Nuclear Power Plant before the accident in 1986 (Unit 4, which was destroyed then, is behind the stack at the left)

Чернобыльская АЭС до аварии 1986 г. (слева находится позже разрушенный 4-й блок)



Ausmaß der Zerstörung von Block 4 in Tschernobyl

Ampleur des dégâts causés à l'Unité 4 de Tchernobyl

Extent of the damage to Unit 4 at Chernobyl

Масштабы разрушений на 4-ом блоке Чернобыльской АЭС

A look back

In the night of 26 April 1986, the most severe accident worldwide that ever hit civil nuclear power generation occurred at the Chernobyl nuclear power plant. The explosion in the RBMK-type reactor no. 4 and the subsequent fire in the reactor core lead to a considerable release of radioactive materials into the environment and to fuel debris of the reactor core being thrown out into the area surrounding the power plant.

Напомним

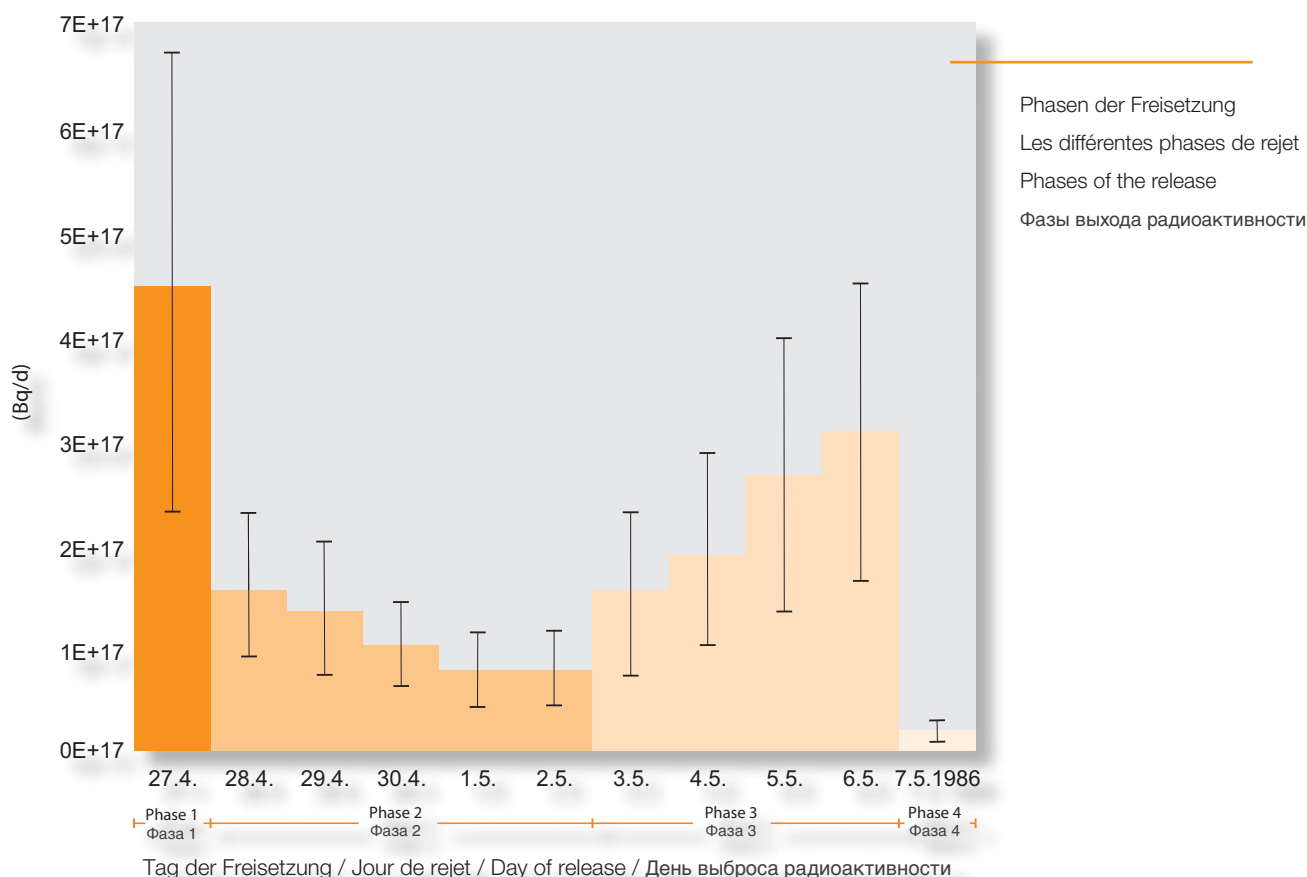
В ночь на 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС произошла самая тяжёлая за всю историю мирного использования атомной энергии авария. Взрыв на реакторе типа РБМК 4-го блока и последующий за ним пожар в активной зоне привели к значительному выбросу радиоактивного материала в окружающую среду и распространению топливосодержащих фрагментов активной зоны (ФАЗ) в окрестностях атомной станции.

Die Freisetzung zog sich über einen Zeitraum von etwa zehn Tagen hin. Nach Meinung internationaler Experten und der GRS gliedern sich ihre Intensität und die Zusammensetzung der freigesetzten Radionuklide in vier Phasen:

- **Phase 1:** Bei der Explosion des Reaktors und während des späteren Brandes am ersten Tag wurde ein Teil des Brennstoffs – teilweise zu Brennstoffstaub oder -körnern fraktioniert – herausgeschleudert oder ausgetragen. Edelgase und leicht flüchtige Nuklide wie Iod, Tellur und Cäsium wurden massiv freigesetzt. Die Zusammensetzung der freigesetzten schwer flüchtigen Nuklide entsprach in etwa ihrem Anteil im zerstörten Reaktorkern. Der heiße Luftstrom des Grafitbrandes transportierte die radioaktiven Stoffe in mehr als 1.200 m Höhe.
- **Phase 2:** In den folgenden fünf Tagen nahm die Freisetzung stetig ab. Gründe hierfür waren Maßnahmen zum Löschen des Grafitbrandes und zur Abdeckung des verbliebenen Reaktorkerns unterhalb des Reaktorschachtes. Heiße Gase und Verbrennungsprodukte des Grafits rissen fein dispergierte Brennstoffteilchen mit. Die Nuklidzusammensetzung der freigesetzten radioaktiven Stoffe entsprach der im Kernbrennstoff. Die Temperatur der ausströmenden heißen Gase war niedriger als in Phase 1. Der Auftrieb verminderte sich und die freigesetzten Stoffe gelangten nur mehr in Höhen von 200 bis 400 m.
- **Phase 3:** Die Freisetzung nahm deutlich zu. Die Abdeckungen des zerstörten Kerns behinderten die Wärmeabfuhr. Dies

D'après les évaluations réalisées par des experts internationaux et la GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH), le relâchement de produits radioactifs dura environ dix jours. Il est possible de distinguer quatre phases de rejets, selon leur intensité et la composition des radionucléides libérés.

- **Phase 1 :** au moment de l'explosion et pendant l'incendie du premier jour, une partie du combustible, partiellement décomposé en poussières ou en particules, fut expulsée. Des gaz rares et des radionucléides très volatils, comme l'iode, le tellure et le césium, furent émis en grandes quantités. La composition des radionucléides moins volatils libérés par la catastrophe correspondait à peu près à leur proportion dans le cœur du réacteur détruit. Le flux d'air chaud lié à l'incendie du graphite emporta les éléments radioactifs à plus de 1,2 km de hauteur.
- **Phase 2 :** au cours des cinq jours qui suivirent l'accident, la quantité d'éléments libérés diminua graduellement, grâce aux mesures prises pour éteindre l'incendie et pour couvrir les ruines du cœur du réacteur. Les gaz chauds et les produits de combustion du graphite transportèrent tout de même de très fines particules de combustible. La composition en radionucléides des matériaux radioactifs rejetés correspondait à celle du combustible nucléaire. La température des gaz chauds émis pendant cette période étant inférieure à celle durant la Phase 1, la force ascensionnelle s'en trouva réduite et les matériaux envoyés dans l'atmosphère à ce moment-là n'atteignirent que des hauteurs comprises entre 200 et 400 mètres.



According to assessments by international experts and GRS, the release lasted over a period of approx. ten days. Its intensity and the composition of the radionuclides released was structured in four phases:

- **Phase 1:** Upon the explosion and during the later fire on the first day, part of the fuel – some of it fractionated as fuel dust or grains – was ejected or otherwise released with less force. There was a massive release of noble gases and highly volatile nuclides such as iodine, tellurium and caesium. The composition of the less volatile nuclides released approximately corresponded to their share in the destroyed reactor core. The hot air stream of the graphite fire transported the radioactive materials more than 1,200 m up into the air.
- **Phase 2:** During the following five days, the release gradually decreased. This was due to the measures taken to extinguish the graphite fire and to cover the remains of the reactor core underneath the reactor cavity. Hot gases and combustion products of the graphite entrained the finely-dispersed fuel particles. The nuclide composition of the radioactive materials released corresponded to that of the nuclear fuel. The temperature of the outflowing hot gases was lower than during Phase 1. Lift was reduced, and the materials released now merely reached heights of between 200 and 400 m.
- **Phase 3:** The release increased considerably. The cover above the destroyed core impaired the removal of heat. This led to the heating of the remaining reactor core up to more than 2,000 °C and to subsequent core melting. Mainly highly volatile nuclides such as iodine and caesium were released from the hot fuel.
- **Phase 4:** On 7 May, the release abruptly subsided. This is surprising and still not fully explained to this day. A major influence is attributed to the countermeasures and to the formation of less volatile radionuclide compounds. Slight measurable releases continued for the rest of the month.

The entire radioactivity released into the atmosphere totalled $12 \cdot 10^{18}$ Becquerel (Bq). The radioactive cloud carried radionuclides such as iodine 131 (half-life: 8 days), caesium 134 (half-life approx. 2 years) and caesium 137 (half-life approx. 30 years) to many European countries. The countries most affected were Belarus, the Ukraine, and Russia. Owing to their short half-lives, iodine 131 and caesium 134 have long disappeared. However, there is still measurable surface radioactivity, which can be mainly put down to caesium 137.

After the accident the priority task was to isolate the destroyed reactor from the environment to prevent any further release of high-active materials. For this purpose, a steel and concrete structure was erected around the destroyed reactor between May and October 1986 in a race against time and under extremely difficult conditions. The urgency of the task allowed no time for any detailed planning. Some of the components of the so-called “Sarcophagus” were designed and built according to standard engineering criteria, but often assembled by remote control due to the radioactive radiation, which meant the in some cases it

Выход радиоактивности продолжался в течение примерно десяти дней. По мнению международных экспертов и экспертов GRS аварию можно условно разделить на четыре фазы по интенсивности и составу вышедших радионуклидов:

- **Фаза 1:** При взрыве реактора и во время последующего пожара в первый день часть топлива – как в форме топливосодержащей пыли, так и более крупных частиц – была выброшена или разнесена в окружение. Произошёл массивный выход инертных газов и таких лёгких летучих нуклидов как йод, теллур и цезий. Состав вышедших тяжёлых летучих нуклидов отвечал их примерной доле в разрушенной активной зоне. Поток горячего воздуха от горящего графита выносил радиоактивные вещества на высоту более 1.200 м.
- **Фаза 2:** В последующие пять дней интенсивность выхода радиоактивности постоянно уменьшалась. Причиной этого были мероприятия по тушению горящего графита и покрытию оставшейся в реакторе активной зоны внутри реакторной шахты. Горячие газы и продукты горения графита выносили мелкодисперсные частицы топлива. Нуклидный состав выходивших радиоактивных веществ соответствовал их составу в ядерном топливе. Температура выходивших горячих газов была ниже температуры в Фазе 1, а их подъёмная сила уменьшилась, и выходящие вещества достигали лишь высоты от 200 до 400 м.
- **Фаза 3:** Выход радиоактивности значительно уменьшился. Покрытие разрушенной активной зоны препятствовало теплоотводу. Это привело к разогреванию оставшейся части активной зоны до 2.000 °C и последующему расплаву топлива. Из горячего топлива вышли преимущественно такие лёгкие летучие нуклиды, как йод и цезий.
- **Фаза 4:** 7 мая выход радиоактивности резко прекратился. Это было неожиданно и до сих пор полностью не объяснимо. Значительное влияние в данном направлении приписывается проведённым контрмерам и образованию тяжёлых летучих соединений радионуклидов. Измеримые незначительные выходы веществ продолжались ещё в течение всего оставшегося месяца.

Вся вышедшая в атмосферу радиоактивность достигала порядка $12 \cdot 10^{18}$ Бк. С радиоактивным облаком такие радионуклиды, как йод 131 (с периодом полураспада в восемь дней), цезий 134 (с периодом полураспада около двух лет) и цезий 137 (с периодом полураспада около 30 лет) распространялись по территории многих стран Европы. Больше всего пострадали Белоруссия, Украина и Россия. Из-за коротких периодов полураспада йод 131 и цезий 134 давно исчезли, в то время как всё ещё измеримое радиоактивное загрязнение поверхности почвы в основном сводится к влиянию цезия 137.

После аварии было срочно необходимо изолировать аварийный реактор от окружающей среды для предотвращения дальнейшего распространения высокорadioактивных веществ. Для этого в период с мая по октябрь 1986 года в жёсткие сроки и в тяжёлых общих условиях над аварийным реактором сооружалась железобетонная защитная конструкция. Из-за срочности работ

führte zu einer Aufheizung des verbliebenen Reaktorkerns auf über 2.000 °C und nachfolgendem Kernschmelzen. Aus dem heißen Brennstoff wurden überwiegend leicht flüchtige Nuklide wie Iod und Caesium freigesetzt.

- **Phase 4:** Am 7. Mai nahm die Freisetzung abrupt ab. Dies ist überraschend und bis heute nicht vollständig erklärbar. Wesentliche Einflüsse werden den Gegenmaßnahmen und der Bildung von schwer flüchtigen Verbindungen der Radionuklide zugeschrieben. Messbare geringere Freisetzungen dauerten auch noch während des restlichen Monats an.

Die gesamte in die Atmosphäre abgegebene Aktivität lag in der Größe von $12 \cdot 10^{18}$ Bq. Mit der radioaktiven Wolke verteilten sich die Radionuklide, z. B. Iod 131 (Halbwertszeit: acht Tage), Caesium 134 (Halbwertszeit ca. zwei Jahre) und Caesium 137 (Halbwertszeit ca. 30 Jahre), über viele Länder Europas. Hauptsächlich waren Weißrussland, die Ukraine und Russland betroffen. Aufgrund der kurzen Halbwertszeiten sind Iod 131 und Caesium 134 seit Langem verschwunden, hingegen kann die immer noch messbare radioaktive Kontamination der Erdoberfläche im Wesentlichen auf Caesium 137 zurückgeführt werden.

Nach dem Unfall war es vordringlich, den zerstörten Reaktor von der Umwelt zu isolieren, um eine weitere Freisetzung hochradioaktiver Stoffe zu verhindern. Dazu wurde in der Zeit von Mai bis Oktober 1986 unter großem zeitlichem Druck und sehr schwierigen Randbedingungen eine Konstruktion aus Stahl und Beton um den zerstörten Reaktor errichtet. Wegen der Dringlichkeit blieb keine Zeit für eine detaillierte Planung. Ein Teil der Bauteile des so genannten „Sarkophags“ wurde nach üblichen ingenieurtechnischen Kriterien konzipiert und hergestellt, allerdings jedoch auf Grund der radioaktiven Strahlung vielfach fernbedient montiert, wobei die Bauteile nicht immer präzise in den vorgesehenen Positionen abgesetzt werden konnten. Auch konnten einige wesentliche Tragteile nicht wie üblich verschraubt oder verschweißt, sondern lediglich aufeinander gesetzt werden. Weiterhin wurden Bauteile des zerstörten Reaktorgebäudes, soweit diese nach dem Unfall noch brauchbar schienen, als Stützen für den oberen Teil des Sarkophags genutzt. Ein Teil der neu errichteten Baustrukturen stützt sich auf Trümmer des zerstörten Blocks ab, die zuvor planiert, eingeschalt und mit Beton verfüllt wurden. Darauf aufgesetzte Stahlkonstruktionen bildeten die Stützen für neu errichtete Bauteile. Deshalb ist heute die Standsicherheit des Bauwerks nur schwer abzuschätzen. ■

- **Phase 3 :** pendant trois à quatre jours, les rejets s'accroissent considérablement. En effet, la «couverture» placée au-dessus du cœur du réacteur détruit gênant la diffusion thermique, la température dans ce qui restait de ce cœur dépassa 2 000 °C, déclenchant une nouvelle fusion du combustible. Des radionucléides, surtout les plus volatils comme l'iode et le césium, s'échappèrent avec le combustible chaud.

- **Phase 4 :** le 7 mai, les rejets diminuèrent brutalement. Ce phénomène surprenant demeure en partie inexpiqué à ce jour. Il semble que cela soit essentiellement dû aux mesures mises en place et à la formation de composés radionucléides moins volatils. Des faibles rejets ont continué pendant tout le mois de mai.

La radioactivité totale rejetée dans l'atmosphère a été établie à $12 \cdot 10^{18}$ Becquerels (Bq). Le nuage radioactif a transporté des radionucléides tels que l'iode 131 (période : 8 jours), le césium 134 (période : environ deux ans) ou le césium 137 (période : environ trente ans) au-dessus de nombreux pays européens. Les pays les plus touchés ont été la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie. En raison de leurs courtes périodes radioactives, l'iode 131 et le césium 134 ont disparu depuis longtemps. Cependant, on mesure toujours une radioactivité de surface, essentiellement attribuable au césium 137.

Après cet accident, la tâche la plus urgente a été d'isoler le réacteur détruit de son environnement pour empêcher tout nouveau rejet de matériaux très actifs. À cette fin, une structure d'acier et de béton a été érigée autour du réacteur entre mai et octobre 1986 ; ce fut une course contre la montre dans des conditions très difficiles. L'urgence de la tâche ne permettait aucune planification détaillée. Certains éléments de ce que l'on a appelé le «Sarcophage», bien que conçus et construits selon les critères d'ingénierie habituels, furent souvent assemblés à distance en raison des radiations, ce qui empêcha parfois de les disposer exactement dans la position prévue. Des structures de soutènement essentielles ne purent pas être vissées ou soudées ensemble, comme cela aurait dû être le cas ; elles furent simplement posées les unes sur les autres. En outre, des parties du bâtiment du réacteur détruit, dans la mesure où elles semblaient utiles après l'accident, furent utilisées comme supports pour la partie supérieure du «Sarcophage». Certaines structures du bâtiment nouvellement construit s'appuyaient sur les débris de la tranche détruite et avaient été prévues de manière à pouvoir être remplies par du béton. Les structures d'acier qui furent ensuite placées au sommet de cet ensemble formaient des supports pour les nouvelles parties du bâtiment construites. Ceci explique pourquoi il est aujourd'hui très difficile d'évaluer la stabilité d'ensemble de la structure du «Sarcophage». ■

was not always possible to place the parts precisely in their intended position. Also, some essential supporting structures could not be bolted or welded together as would have normally been the case; instead, they simply had to be placed on top of each other. Furthermore, parts of the destroyed reactor building – as long as they appeared to be useful after the accident – were used as supports for the upper part of the Sarcophagus. Some of the newly erected building structures rested on debris of the destroyed unit that had previously been planed, then made into hollow forms and filled with concrete. Steel structures that were subsequently placed on top of them formed the supports for newly erected building parts. This is why today the stability of the structure is very difficult to judge. ■

не оставалось времени для детального планирования. Часть сооружения так называемого „саркофага“ была спроектирована и изготовлена на основе традиционных технических критериев, хотя и смонтирована с помощью дистанционного управления по причине сильного радиоактивного излучения. При этом части сооружения не всегда достаточно точно могли быть установлены на предусмотренные позиции. К тому же некоторые важные несущие конструкции не смогли быть прикреплены или сварены, а только лишь поставлены друг на друга. Кроме того, части аварийного реакторного отделения, насколько они представлялись пригодными после аварии, послужили опорами для верхней части саркофага. Часть заново сооружённых строительных конструкций опирается на обломки разрушенного блока, которые предварительно были выравнены, заключены в опалубку и залиты бетоном. Опирающиеся на них стальные конструкции послужили опорами заново сооружённых конструкций. Поэтому стабильность данного сооружения в целом на сегодняшний день трудно поддаётся определённой оценке. ■



Bauarbeiten zur Errichtung des Sarkophags nach dem Unfall am 26. April 1986

Les travaux d'édification du Sarkophage après l'accident du 26 avril 1986

Building work to erect the Sarcophagus after the accident on 26 April 1986

Строительные работы по сооружению саркофага после аварии 26 апреля 1986 года



Internationale Kooperation für Tschernobyl: Ursprung und Rahmen der Deutsch-Französischen Initiative

Der Reaktorunfall von Tschernobyl stellte die nationalen Regierungen Russlands, Weißrusslands und der Ukraine, aber auch die internationale Staatengemeinschaft vor eine Vielzahl von Fragen und Problemen:

La coopération internationale sur Tchernobyl : origines et contexte de l'Initiative franco-allemande

Après l'accident du réacteur de Tchernobyl, les gouvernements russe, biélorusse et ukrainien, ainsi que la communauté internationale, ont été confrontés à de nombreuses questions et difficultés inédites relatives aux conséquences de cet accident, notamment d'un point de vue :



Die verlassene Stadt Pripjat; im Hintergrund das Kernkraftwerk Tschernobyl

La ville abandonnée de Pripjat; au fond la centrale de Tchernobyl

The abandoned town of Pripjat, with the Chernobyl nuclear power plant in the background

Опустевший город Припять; на заднем плане – ЧАЭС



Verlassenes Bauernhaus in der 30-km-Sperrzone um das Kernkraftwerk Tschernobyl

Ferme abandonnée, située dans la zone d'exclusion établie dans un rayon de 30 km autour de la centrale nucléaire de Tchernobyl

Abandoned farmhouse in the 30-km exclusion zone around the Chernobyl nuclear power plant

Брошенный сельский дом в 30-километровой зоне отчуждения в окрестностях Чернобыльской АЭС

International Co-operation for Chernobyl: Origin and Framework of the French-German Initiative

The reactor accident of Chernobyl confronted the respective national governments of Russia, Belarus and the Ukraine as well as the international community with a large number of unresolved issues and problems with regard to:

Международное сотрудничество по вопросам Чернобыля: истоки и рамки Германо-французской инициативы

Ядерная авария на Чернобыльской АЭС потребовала от правительств России, Белоруссии и Украины, а также международного сообщества решения целого ряда вопросов и проблем в областях:

- politisch-ethische,
- energiepolitische,
- sicherheitspolitische,
- sicherheitstechnische,
- ökologische und
- medizinische

in einem bis dato unbekannten Ausmaß. Die Regierungen Deutschland und Frankreichs und eine Reihe anderer westlicher Staaten boten der Ukraine bei verschiedenen Gipfeltreffen ihre Zusammenarbeit und finanzielle Unterstützung an, um eine möglichst schnelle Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl zu erreichen.

2.1 Internationaler Kontext

Im Jahr 1995 verpflichtete sich die Ukraine, mit Unterstützung der G7-Staaten (Gruppe der sieben größten Industrienationen) und der Europäischen Union (EU), die Reaktoren des Kernkraftwerks Tschernobyl bis zum Jahre 2000 abzuschalten. Im Anschluss an diese Verpflichtung unterzeichneten die G7-Staaten, die Europäische Kommission und die Ukraine im Dezember 1995 ein „Memorandum of Understanding“, um die Außerbetriebnahme und Stilllegung des Kraftwerks zu begleiten. Die technische und finanzielle Hilfe des Westens orientierte sich an vier Prioritäten:

- wirtschaftliche Reformen und Restrukturierung des Energiesektors,
- Investitionen in den Energiesektor,
- kerntechnische Sicherheit (Sicherheit des Sarkophags um den zerstörten Block 4 und Vorbereitung der endgültigen Stilllegung der Blöcke 1, 2 und 3 des Kernkraftwerks Tschernobyl),
- soziale Begleitung der Stilllegung des Kernkraftwerks.

Zusätzlich boten die G7-Staaten beim Wirtschaftsgipfel 1997 in Denver ein Aktionsprogramm an und verpflichteten sich, die Ukraine mit erheblichen Mitteln bei der Sanierung des Sarkophags in Tschernobyl zu unterstützen. Über die Schließung des Kernkraftwerks Tschernobyl hinaus wurde der „Shelter Implementation Plan“ (SIP) zur Sanierung des Sarkophags um den zerstörten Reaktor für die G7-Staaten ein weiteres wichtiges Projekt.

Das Kernkraftwerk Tschernobyl wurde am 15. Dezember 2000 mit der Abschaltung des letzten in Betrieb befindlichen Blocks 3 endgültig stillgelegt. Aber die Folgeprobleme waren noch zu bewältigen. So mussten der Sarkophag um den zerstörten Block 4 dringend stabilisiert und die Blöcke 1 bis 3 geordnet stillgelegt werden.

- politique et éthique,
- énergétique et politique,
- politique liée à la sûreté,
- sûreté,
- écologique et
- médical.

Les problèmes rencontrés avaient une ampleur inconnue jusqu'alors. Les gouvernements allemand et français, ainsi qu'un certain nombre de pays occidentaux, ont offert leur coopération et leur soutien financier à l'Ukraine à l'occasion de plusieurs sommets internationaux, dans le but de fermer le plus rapidement possible la centrale nucléaire de Tchernobyl.

2.1 Contexte international

En 1995, l'Ukraine, avec le soutien des États du G7 (groupe réunissant les sept pays du monde les plus industrialisés) et de l'Union européenne (UE), s'est engagée à arrêter les réacteurs de la centrale nucléaire de Tchernobyl au plus tard en l'an 2000. Après cet engagement, les États du G7, la Commission européenne et l'Ukraine ont signé, en décembre 1995, un «Protocole d'accord» s'engageant à fournir une assistance pour la fermeture et la mise hors service définitive de la centrale. L'aide technique et financière de l'Occident à l'Ukraine s'est centrée sur les quatre priorités suivantes :

- les réformes économiques et la restructuration du secteur énergétique ,
- les investissements dans le secteur de l'énergie ,
- la sûreté nucléaire (la sûreté du «Sarcophage» autour de l'Unité 4 endommagée et la préparation de la fermeture définitive des tranches 1, 2 et 3 de la centrale nucléaire de Tchernobyl) ,
- la prise en compte des aspects sociaux liés à l'arrêt définitif de la centrale nucléaire.

Au Forum économique mondial de Denver, en 1997, les États du G7 ont proposé un programme d'actions et se sont engagés à soutenir l'Ukraine pour la restauration du «Sarcophage» en proposant des sommes considérables à cette fin. En plus de la fermeture de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le lancement du projet SIP (Shelter Implementation Plan) pour la restauration du «Sarcophage» autour du réacteur détruit a été une autre initiative considérée comme très importante par les États du G7.

Le 15 décembre 2000, la dernière tranche de la centrale en activité (l'Unité 3) a été arrêtée et la centrale dans son ensemble a été fermée définitivement. Cependant, des problèmes consécutifs à la catastrophe sont demeurés. En particulier, le «Sarcophage» autour de l'Unité 4 devait être stabilisé de toute urgence et la mise hors service des Unités 1 et 3 devait être entreprise avec méthode.

- political and ethical,
- energy-political,
- safety-political,
- safety-related,
- ecological and
- medical

consequences to an extent unknown so far. The German and French governments as well as a number of western countries offered the Ukraine their co-operation and financial support at various summit meetings to achieve the fastest possible closure of the Chernobyl nuclear power plant.

2.1 International context

In 1995, the Ukraine – with the support of the G7 states (group of the seven largest industrialised nations) and the European Union (EU) – committed itself to close down the reactors of the Chernobyl nuclear power plant by the year 2000. Following this commitment, the G7 states, the European Commission and the Ukraine signed a “Memorandum of Understanding” in December 1995, pledging their assistance in the closure and decommissioning of the power plant. The West’s technical and financial aid was guided by four priorities:

- economic reforms and restructuring of the energy sector,
- energy sector investments,
- nuclear safety (safety of the Sarcophagus around the damaged Unit 4 and preparation of the final closure of Units 1, 2 and 3 of the Chernobyl nuclear power plant),
- consideration of the social aspects of the decommissioning of the nuclear power plant.

At the World Economic Summit in Denver in 1997, the G7 states additionally proposed an action programme and committed themselves to supporting the Ukraine in the restoration of the Sarcophagus in Chernobyl by providing considerable funds for this purpose. Apart from the closure of the Chernobyl nuclear power plant, the “Shelter Implementation Plan” (SIP) for the restoration of the Sarcophagus around the destroyed reactor is a further project considered highly important by the G7 states.

On 15 December 2000, the last operating unit (Unit 3) of the Chernobyl nuclear power plant was shut down and the whole plant was closed down for good. However, the consequential problems still had to be dealt with. For example, the Sarcophagus around the destroyed Unit 4 urgently had to be stabilised, and Units 1 and 3 had to be decommissioned in an orderly manner.

- политической этики,
- энергетической политики,
- политики безопасности,
- технической безопасности,
- экологии и
- медицины

в небывалом до тех пор масштабе. Правительства Германии и Франции, а также целого ряда других западных стран на различных встречах на высшем уровне предложили Украине своё сотрудничество и свою финансовую поддержку для возможно скорого закрытия Чернобыльской АЭС.

2.1 Международный контекст

В 1995 году Украина обязалась с поддержки стран „Большой семёрки“ (группы семи крупнейши индустриальных держав) и Европейского Союза (Евросоюза) до 2000 года снять с эксплуатации реакторы Чернобыльской АЭС. В продолжение этого в декабре 1995 года страны „Большой семёрки“, Европейской комиссии и Украины подписали „Меморандум о намерениях“ для сопровождения снятия с эксплуатации и закрытия АЭС. Техническая и финансовая поддержка западноевропейских стран ориентируется на четыре приоритетных направления:

- экономические реформы и изменение структуры энергетического сектора,
- инвестиции в энергетический сектор,
- ядерная безопасность (безопасность саркофага аварийного 4-ого блока и подготовка снятия с эксплуатации 1, 2 и 3 блоков Чернобыльской АЭС),
- регулирование социальных проблем в связи со выводом атомной станции из эксплуатации.

Кроме того, во время встречи на высшем уровне по вопросам экономики в 1997 году в Денвере страны „Большой семёрки“ предложили программу действий и обязались поддержать Украину значительными средствами для улучшения состояния саркофага в Чернобыле. Помимо закрытия Чернобыльской АЭС, ещё одним важным проектом для стран „Большой семёрки“ явился проект „Shelter Implementation Plan“ (SIP) по улучшению состояния „Укрытия“ над разрушенным реактором.

15 декабря 2000 года с отключением последнего (3-го блока) ЧАЭС была окончательно выведена из эксплуатации. Но ещё нерешёнными оставались связанные с этим проблемы. Так, например, необходимо было срочно стабилизировать саркофаг над разрушенным реактором 4-го блока и соответствующим образом вывести из эксплуатации 1-ый и 3-ий блоки.



Dieses Aktionsprogramm für Tschernobyl wurde durch weitere bilaterale und multilaterale Leistungen der G7-Staaten und der EU flankiert.

2.2 Start der Deutsch-Französischen Initiative

Im September 1995, einige Monate vor Unterzeichnung des Memorandums mit den G7-Staaten, rief der ukrainische Minister für Umweltschutz und Reaktorsicherheit, Juri Kostenko, alle Regierungen auf, die ukrainische Regierung wissenschaftlich, technisch und finanziell beim Aufbau eines internationalen Forschungszentrums für Nukleare Sicherheit, Radioaktive Abfälle und Radioökologie zu unterstützen. Das Hauptziel war es, Lösungen für die Folgen des Unfalls von Tschernobyl zu finden.

Als Reaktion auf den ukrainischen Aufruf erklärten die Umweltminister Frankreichs und Deutschlands am 12. April 1996 in Wien ihre Bereitschaft, die internationale Kooperation zwischen der Ukraine, Russland und Weißrussland zur Aufarbeitung der noch ungelösten Folgeaufgaben des Unfalls durch eine **Deutsch-Französische Initiative (DFI)** zu unterstützen.

Im Juli 1997 brachten Frankreich, Deutschland und die Ukraine die DFI durch die Unterzeichnung einer Vereinbarung zwischen der GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit) und ihrer französischen Partnerorganisation IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, seit 2002: IRSN, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) und dem ukrainischen Chornobyl Centre (CC) for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology (im Jahre 1996 per Dekret der ukrainischen Regierung geschaffen) in eine verbindliche Form.

Die USA, Großbritannien und Japan schlossen ebenfalls Vereinbarungen mit der Ukraine mit der Perspektive ab, auf der Basis des von der ukrainischen Regierung geschaffenen nationalen Tschernobyl Zentrums (CC) ein Internationales Tschernobyl Zentrum (ICC) zu schaffen. Andere Länder, insbesondere Kanada und Italien, waren oder sind in bilaterale Projekte mit gleichem Ziel eingebunden.

Das ICC nahm im Februar 1997 seine Arbeit auf. Die Ziele des Zentrums sind Forschungsarbeiten auf den Gebieten Reaktorsicherheit, Strahlen- und Umweltschutz, Arbeiten zum Sarkophag, Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl, die Untersuchung der Radioökologie in der Sperrzone und Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen für das Kraftwerkspersonal und die umliegende Bevölkerung. Das Zentrum besteht aus dem Laboratory of Engineering and Technology, dem Safety Assessment Laboratory, dem International Radioecology Laboratory und dem Project Monitoring Center mit dem Hauptstandort Slawutitsch.

Am 15. Dezember 2000 unterzeichneten Deutschland und Frankreich schließlich eine Erklärung über die aktive Mitwirkung am ICC.

En plus de ce programme d'action, une aide bilatérale et multilatérale supplémentaire a été consentie par les États du G7 et de l'UE.

2.2 Genèse de l'Initiative franco-allemande

En septembre 1995, quelques mois avant la signature du Protocole avec les États du G7, le ministre ukrainien de la Protection de l'environnement et de la Sûreté nucléaire, Youri Kostenko, a lancé un appel à tous les gouvernements pour qu'ils apportent leur soutien scientifique, technique et financier aux autorités ukrainiennes, pour l'établissement d'un Centre international de recherche pour la sûreté nucléaire, les déchets radioactifs et la radioécologie. Ce projet devait permettre d'élaborer des solutions aux problèmes apparus après l'accident de Tchernobyl.

Réagissant à l'appel de l'Ukraine, les ministres de l'Environnement français et allemand ont annoncé à Vienne, le 12 avril 1996, leur volonté de soutenir la coopération internationale entre l'Ukraine, la Russie et la Biélorussie, afin de travailler sur les problèmes consécutifs à l'accident et encore non résolus, en mettant en place ce qui a été appelé **l'Initiative franco-allemande (IFA)**.

En juillet 1997, la France, l'Allemagne et l'Ukraine ont donné un caractère contractuel à l'IFA par la signature d'un accord entre l'IPSN (Institut de protection et de sûreté nucléaire, devenu IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, en 2002), son homologue allemand, la GRS, et le Centre de Tchernobyl (créé par décret du gouvernement ukrainien en 1996).

Les États-Unis, le Royaume-Uni et le Japon ont également conclu leurs propres accords avec l'Ukraine afin de créer l'International Chornobyl Centre (ICC), sur le modèle du Centre de Tchernobyl (Chernobyl Centre for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology), mis en place par le gouvernement ukrainien en 1996. D'autres pays, en particulier le Canada et l'Italie, ont participé, ou participent toujours, à des projets bilatéraux dans le même but.

L'ICC, inauguré en février 1997, se consacre à des recherches sur la sûreté nucléaire, la protection contre les radiations et la protection de l'environnement, à des travaux liés au «Sarcophage», à la mise hors service définitive de la centrale nucléaire de Tchernobyl, à la radioécologie dans la zone d'exclusion et aux effets sur la santé du personnel de la centrale et sur celle des habitants de la zone accessible autour de celle-ci. Sur son site principal, à Slawutich, le Centre comprend le Laboratory of Engineering and Technology (laboratoire d'ingénierie et de technologie), le Safety Assessment Laboratory (laboratoire d'évaluation de la sûreté), l'International Radioecology Laboratory (laboratoire international de radioécologie) et le Project Monitoring Centre (centre de suivi de projet).

Le 15 décembre 2000, la France et l'Allemagne ont signé une déclaration confirmant leur participation active à l'ICC.

Apart from this action programme, there has been additional bilateral and multilateral aid by the G7 states and the EU.

2.2 Birth of the French-German Initiative

In September 1995, a few months prior to the signing of the Memorandum with the G7 states, the Ukrainian Minister for Environmental Protection and Nuclear Safety, Juri Kostenko, appealed to all governments to support the Ukrainian government scientifically, technically as well as financially in the establishment of an International Research Centre for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology. The main objective was to find solutions to the problems in the wake of the Chernobyl accident.

In reaction to the Ukrainian appeal, the Environment Ministers of France and Germany declared their willingness in Vienna on 12 April 1996 to support international co-operation between the Ukraine, Russia and Belarus in coping with the as yet unresolved consequential tasks following the accident by setting up a **French-German Initiative (FGI)**.

In July 1997, France, Germany and the Ukraine gave the FGI binding character by the signing of an agreement between GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit), its French counterpart IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, since 2002: IRSN, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) and the Ukrainian Chornobyl Centre (CC) for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology (established by Ukrainian government decree in 1996).

The USA, Britain and Japan also concluded their own agreements with the Ukraine with the intention to establish an International Chornobyl Centre (ICC) on the basis of the national Chornobyl Centre (CC) set up by the Ukrainian government. Other countries, especially Canada and Italy, were or still are involved in bilateral projects with the same objective.

The ICC was inaugurated in February 1997. The Centre is dedicated to performing research into nuclear safety, radiation protection and environmental protection, work relating to the Sarcophagus, the decommissioning of the Chernobyl nuclear power plant, radioecology studies in the Exclusion Zone, and studies investigating the health effects on the power plant personnel and the inhabitants of the accessible zone around the plant. The Centre consists of the Laboratory of Engineering and Technology, the Safety Assessment Laboratory, the International Radioecology Laboratory and the Project Monitoring Centre with its main base at Slavutich.

Eventually, on 15 December 2000, Germany and France signed a declaration committing their active participation in the ICC.

Эта программа действий сопровождалась дальнейшей двусторонней и многосторонней поддержкой государств „Большой семёрки“ и Евросоюза.

2.2 Истоки Германо-французской инициативы

В сентябре 1995 года, за несколько месяцев до подписания Меморандума со странами „Большой семёрки“, министр охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности Украины Юрий Костенко призвал все правительства оказать правительству Украины научную, техническую и финансовую поддержку для создания Международного центра по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии. Главной целью был поиск решений проблем для преодоления последствий чернобыльской аварии.

В ответ на обращение украинского правительства министры окружающей среды Франции и Германии заявили в Вене 12 апреля 1996 года о своей готовности поддержать международное сотрудничество между Украиной, Россией и Белоруссией по решению проблем преодоления последствий чернобыльской аварии с помощью **Германо-французской инициативы (ГФИ)**.

В июле 1997 года Франция, Германия и Украина придали Германо-французской инициативе форму обязательства, подписав Соглашение между немецкой организацией GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit - Обществом технической и ядерной безопасности), её французской партнёрской организацией IPSN (IRSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire – Институтом по защите и ядерной безопасности, с 2002 г. IRSN: Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – Институтом по радиационной защите и ядерной безопасности) и Чернобыльским Центром по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиоэкологии (созданным в 1996 году постановлением украинского правительства).

США, Великобритания и Япония также заключили договорённости с Украиной с целью создания Международного Чернобыльского центра (МЧЦ) на основе созданного украинским правительством национального Чернобыльского центра (ЧЦ). С той же целью в работу в рамках двусторонних проектов вовлекались или вовлекаются и другие страны, в особенности Канада и Италия.

В феврале 1997 г. МЧЦ начал свою работу. Целями центра являются исследования в области ядерной безопасности, радиационной и экологической защиты, работы по саркофагу, закрытию Чернобыльской АЭС, исследования по радиоэкологии в зоне отчуждения и исследования последствий катастрофы для здоровья персонала АЭС и окружающего населения. В состав Центра входят Лаборатория инженерных разработок и технологий, Лаборатория анализа безопасности, Международная радиоэкологическая лаборатория и Центр мониторинга проектов с штабквартирой в Славутиче.

15 декабря 2000 года Германия и Франция подписали заявление об активном участии в работе Международного Чернобыльского центра.



2.3 Ziele der Deutsch-Französischen Initiative

Seit dem Unfall wurden zahlreiche Studien in den betroffenen Republiken der ehemaligen UdSSR durchgeführt. Sie wurden oft unkoordiniert zwischen den betroffenen Ländern teils mit, teils ohne Beteiligung internationaler Institutionen oder Organisationen und westlicher Wissenschaftler durchgeführt. Einige wurden niemals veröffentlicht, andere haben nur zusammenhanglose und z. T. sogar widersprüchliche Ergebnisse in Bezug auf die ökologischen und gesundheitlichen Folgen der Katastrophe vom 26. April 1986 hervorgebracht.

Daher war es ein unabdingbares Anliegen der Deutsch-Französischen Initiative, alle Kenntnisse zusammenzufassen, zu bewerten und zu verifizieren, um eine Kohärenz der Maßnahmen kurz-, mittel- und langfristig herzustellen und zu garantieren. Nur so kann die aus dem Unfall resultierende Gesamtsituation beherrscht und verbessert werden.

Das wesentliche Ziel der DFI war es daher, die erhobenen Daten und Ergebnisse zu sammeln, zu bewerten und zu verifizieren sowie in elektronischer Form (Datenbank) bereitzustellen. Damit ist eine sichere und objektive Datenbasis für die Planung und Durchführung von zukünftigen Schutz- und Sanierungsmaßnahmen, zur Information der Öffentlichkeit und für spätere wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

Dazu finanzierten Frankreich und Deutschland im Rahmen der DFI drei Programme:

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

Im Auftrag der Regierungen und der Stromversorger Deutschlands und Frankreichs organisierten GRS und IRSN die Unterstützung für ukrainische, russische und weißrussische Organisationen zur Durchführung wissenschaftlicher Projekte in den drei Programmen.

2.4 Organisation und Finanzierung der Deutsch-Französischen Initiative

Die allgemeine Organisation der Deutsch-Französischen Initiative beruhte auf dem Prinzip: ein separates Management für jedes Programm.

2.4.1 Steuerungskomitee

Ein Steuerungskomitee (Steering Committee) kontrollierte die Einhaltung der generellen Zielrichtung der Initiative. Im Rahmen der drei Programme war es für die Kohärenz aller Projekte verantwortlich, für die es das Programm, die Planung und das Budget beschloss. Es verfolgte deren Umsetzung und die Gesamtkoordination.

2.3 Objectifs de l'Initiative franco-allemande

Depuis la catastrophe de Tchernobyl de nombreuses études ont été menées sur les conséquences de l'accident dans les anciennes républiques de l'ex-URSS. Elles ont été souvent réalisées sans coordination entre les pays touchés, avec ou sans la participation d'instances internationales et d'experts scientifiques de pays occidentaux. Certaines de ces études n'ont jamais été diffusées, d'autres ont présenté des résultats épars, hétérogènes, voire contradictoires quant à la portée écologique et sanitaire de la catastrophe du 26 avril 1986.

De ce fait, pour établir et garantir la cohérence des actions à court, moyen et long termes, l'un des buts urgents de l'Initiative franco-allemande était, de rassembler, d'évaluer et de valider l'ensemble des connaissances sur la question. Cela constituait le seul moyen de contrôler et d'améliorer la maîtrise d'ensemble de la situation résultant de l'accident de Tchernobyl.

L'objet principal de l'IFA a donc été de rassembler, d'évaluer et de valider les données et résultats existants et de les rendre disponibles sous forme numérique (base de données). Ainsi a été constituée une base d'informations sûre et objective, utile non seulement à la planification et à la mise en place de mesures de protection et de contre-mesures, mais aussi à l'information du public et aux travaux scientifiques ultérieurs.

À cette fin, la France et l'Allemagne ont financé trois programmes spécifiques :

- **Programme 1 :** État et sûreté du «Sarcophage»,
- **Programme 2 :** Étude des conséquences radioécologiques,
- **Programme 3 :** Étude des effets sanitaires.

Suivant les instructions des gouvernements français et allemands ainsi que des fournisseurs d'électricité, GRS et IRSN ont mis en œuvre un soutien aux organisations ukrainiennes, russes et biélorusses pour la réalisation de projets scientifiques dans le cadre de ces trois programmes.

2.4 Organisation et financement de l'Initiative franco-allemande

L'organisation générale de l'IFA a été fondée sur le principe d'une gestion séparée pour chacun des trois programmes.

2.4.1 Le comité directeur

Un comité directeur a été mis en place pour contrôler l'orientation générale de l'Initiative. Dans le cadre des trois programmes, il a été chargé de la cohérence entre tous les projets, en prenant des décisions quant à leurs actions, leurs calendriers et leurs budgets. À ce titre, il a surveillé l'état d'avancement de ces projets et assuré la coordination générale.

2.3 Objectives of the French-German Initiative

Since the accident occurred, numerous studies have been performed dealing with the consequences of the accident in the former USSR republics affected. They were often carried out without any co-ordination between the countries affected, sometimes with and sometimes without any involvement of international bodies or organisations and Western scientists. Some studies were never published, others produced only incoherent, heterogeneous and sometimes even contradictory results with regard to the ecological and health consequences of the catastrophe on 26 April 1986.

It was therefore an urgent concern of the French-German Initiative to gather, assess and verify all the knowledge available to establish and ensure coherence of the actions in the short, medium and long run. This was the only way to control and improve the overall situation ensuing from the accident.

The major objective of the FGI was therefore to collect the acquired data and results, to assess and verify them and to provide them in electronic form (database). Thereby a reliable and objective information basis for the planning and implementation of future protection and restoration measures, for the information of the general public, and for later scientific work has been created.

Towards this end, France and Germany financed three programmes:

- **Programme 1:** Safety status of the Sarcophagus,
- **Programme 2:** Study of the radioecological consequences,
- **Programme 3:** Study of the health effects.

By order of the French and German national governments and power utilities, GRS and IRSN organised the support of Ukrainian, Russian and Belarusian organisations in the execution of scientific projects carried out as parts of the three programmes.

2.4 Organisation and financing of the French-German Initiative

The general organisation of the French-German Initiative was based on the principle: separate management for each separate programme.

2.4.1 Steering committee

A Steering Committee kept watch over the general orientation of the Initiative. Within the framework of the three programmes, it was responsible for ensuring coherence among all projects, deciding on their programmes, schedules, and budgets. It monitored their realisation and provided general co-ordination.

The Steering Committee consisted of representatives of GRS and the German Electricity Association (VDEW) for Germany, of IRSN and EDF (Electricité de France) for France, and of the

2.3 Цели Германо-французской инициативы

После аварии в пострадавших республиках бывшего СССР проводились многочисленные исследования. Зачастую они проводились без координации между пострадавшими странами и как с участием, так и без участия международных организаций и западных учёных. Результаты некоторых исследований так и не были опубликованы, другие же исследования предлагали разрозненные и даже частично противоречивые сведения о воздействии аварии 26 апреля 1986 года на экологию и здоровье людей.

Поэтому Германо-французской инициатива поставила перед собой непереносимую цель свести воедино, оценить и проверить все полученные сведения, чтобы достичь и гарантировать согласованность дальнейших действий на короткий, средний и длительный сроки. Только так можно преодолеть и улучшить сложившуюся после аварии общую ситуацию.

Поэтому дальнейшей целью ГФИ стали сбор, оценка и проверка существующих данных и результатов, а также представление их в электронной форме (базы данных). Таким образом обеспечивается достоверная и объективная база данных для планирования и проведения дальнейших защитных и восстановительных мероприятий, для информации общественности и будущих научных работ.

Для этой цели Франция и Германия в рамках ГФИ финансируют три программы:

- **Программа 1:** Безопасность Саркофага,
- **Программа 2:** Изучение радиоэкологических последствий аварии,
- **Программа 3:** Воздействие на здоровье людей.

По поручению правительств и энергопроизводящих компаний Германии и Франции GRS и IRSN организовали поддержку для украинских, российских и белорусских организаций при реализации научных проектов в рамках трёх программ сотрудничества.

2.4 Организация и финансирование Германо-французской инициативы

Общая организация Германо-французской инициативы основывается на принципе отдельного менеджмента для каждой программы.

2.4.1 Руководящий комитет

Руководящий комитет (Steering Committee) контролирует соблюдение общей цели инициативы. В рамках трёх программ он отвечал за согласованность всех проектов, для которых он утверждал программы, планирование и бюджет, и прослеживал их выполнение и общую координацию.



Das Steuerungskomitee bestand aus Vertretern der GRS und des Verbandes der Elektrizitätswirtschaft – VDEW e.V. für Deutschland, des IRSN und der EDF (Electricité de France) für Frankreich sowie des Tschernobyl-Zentrums für die Ukraine. Je ein Platz war für Vertreter weißrussischer und russischer Institutionen vorgesehen. Das Steuerungskomitee trat mindestens zweimal im Jahr zusammen.

2.4.2 Projekt-Lenkungsausschüsse

In jedem der drei Programme der Initiative war ein Projekt-Lenkungsausschuss (Project Review Group) für die Lenkung und Aufsicht über alle Projekte verantwortlich, d. h., für die Festlegung des Inhalts des Arbeitsprogramms, die Planung, das Budget, die Durchführung, die Qualitätssicherung, den Abschluss und die Bewertung aller Arbeiten.

Jeder Projekt-Lenkungsausschuss bestand aus einem Projektleiter und seinem Stellvertreter (von GRS oder von IRSN) und einem vom Tschernobyl-Zentrum bestimmten ukrainischen Koordinator.

Jedes Projekt im Rahmen der o. g. Programme wurde durch einen gesonderten Vertrag geregelt, der zwischen IRSN, GRS, dem Tschernobyl-Zentrum und einem ukrainischen, weißrussischen oder russischen Institut (Unterauftragnehmer) abgeschlossen wurde. Die lokalen wissenschaftlichen Institute waren für die technischen Aspekte der Projekte, die sie durchführten, verantwortlich und erhielten Unterstützung von den deutschen und französischen Institutionen.

2.4.3 Finanzierung

Die Deutsch-Französische Initiative wurde von den Regierungen sowie von der französischen EDF und des deutschen VDEW finanziert. Die drei Programme waren mit einem Budget von insgesamt sechs Millionen Euro, d. h., zwei Millionen Euro je Programm, ausgestattet:

- 70 % des Budgets waren für die Arbeit der östlichen Institute bestimmt,
- 10 % des Budgets gingen an das Tschernobyl-Zentrum:
 - zur Hälfte für Betriebskosten (Koordinierungsausgaben, administrative Unterstützung, Übersetzungen, Kommunikation, Transport, Bereitstellung von Räumen etc.),
 - die andere Hälfte für Ausrüstung und Material.
- 20 % des Budgets dienten zur Finanzierung der wissenschaftlich-technischen Leitung und des Projekt-Managements, das von GRS und IRSN gestellt wurde. ■

Au moins deux fois par an, le comité directeur a réuni les représentants de la GRS et de la VDEW (Association allemande du service public de l'énergie) pour l'Allemagne, de l'IRSN et de l'EDF (Électricité de France) pour la France, ainsi que du Centre de Tchernobyl, pour l'Ukraine. Lors de ces réunions, un siège était réservé à chacun des représentants des institutions russes et biélorusses concernées.

2.4.2 Les groupes de suivi de projet

Pour chacun des trois programmes, un groupe de suivi de projet a été chargé du contrôle et de la supervision de toutes les actions associées à chaque programme, en particulier la définition du contenu du programme, sa planification, son budget, son exécution, son état d'avancement, mais aussi l'évaluation des résultats, notamment dans le cadre de l'assurance de la qualité.

Chaque groupe de suivi de projet était composé d'un chef de projet et de son adjoint (membres de la GRS ou de l'IRSN) ainsi que d'un coordinateur ukrainien nommé par le Centre de Tchernobyl.

Chaque projet mis en place pour les trois programmes précités a donné lieu à des accords spécifiques entre l'IRSN, la GRS, le Centre de Tchernobyl et les instituts ukrainiens, biélorusses et russes concernés (en qualité de sous-traitants). Les instituts scientifiques locaux ont été chargés de la partie technique de leurs projets et ont reçu le soutien des organismes français et allemands.

2.4.3 Le financement

L'IFA a été financée par les gouvernements des deux pays, ainsi que par EDF pour la France et la VDEW pour l'Allemagne. Les trois programmes étaient dotés de six millions d'euros au total, soit deux millions pour chaque programme :

- 70 % du budget était réservé au financement du travail des instituts d'Europe de l'Est,
- 10 % du budget était destiné au Centre de Tchernobyl :
 - la moitié a été utilisée pour payer les frais généraux (coordination, soutien administratif, traduction, communication, transport, logement, etc.),
 - l'autre moitié a servi pour acheter de l'équipement et des fournitures.
- 20 % du budget était alloué au financement des équipes de suivi de projet de la GRS et de l'IRSN. ■

Chornobyl Centre for the Ukraine. One seat each was kept for the representatives from the respective Belarusian and Russian institutions. At least twice a year, the Steering Committee came together.

2.4.2 Project Review Groups

For each of the three Programmes, a Project Review Group was responsible for the controlling and supervision of all projects, i. e. for the definition of the content of the work programme, planning, budgeting, execution, quality assurance, completion and assessment of all activities.

Each Project Review Group consisted of a project manager, his/her deputy (either from GRS or IRSN) and a Ukrainian co-ordinator appointed by the Chornobyl Centre.

For each project within the framework of the above-mentioned programmes, specific agreements were concluded between IRSN, GRS, the Chornobyl Centre and the respective Ukrainian, Belarusian or Russian institute (sub-contractor). The local scientific institutes were responsible for the technical part of their projects and received support from the German and French institutions.

2.4.3 Financing

The French-German Initiative was financed by the two governments and by the French EDF and the German VDEW. The three programmes had a total budget of 6 million euros, i. e. two million euros for each programme:

- 70 % of the budget was earmarked for financing the work of East-European institutes.
- 10 % of the budget went directly to the Chornobyl Centre:
 - half was for overheads (co-ordination, administrative support, translation, communication, transport, provision of accommodation, etc.),
 - the other half was for equipment and materials.
- 20 % of the budget was allocated to the financing of scientific-technical management and for project management, provided by GRS and IRSN. ■

Руководящий комитет состоял из представителей GRS и VDEW (Объединение немецких электростанций) от Германии и IRSN и EDF (Electricité de France) от Франции, а также Чернобыльского центра от Украины. Предусмотрено было также участие представителей от белорусских и российских организаций. Руководящий комитет собирался не менее двух раз в год.

2.4.2 Комитеты управления проектами

Для каждой из трёх программ инициативы свой комитет управления (Project Review Group) отвечает за управление и надзор за всеми проектами, то есть за определение содержания рабочей программы, планирование, бюджет, реализацию, обеспечение качества, завершение и оценку всех работ.

Каждый комитет управления проектом состоял из руководителя проекта и его заместителя (по одному от GRS или от IRSN) и одного, назначенного Чернобыльским центром, украинского координатора.

Каждый проект в рамках вышеуказанных программ регулировался особым соглашением, заключённым между IRSN, GRS, Чернобыльским центром и украинским, белорусским и российским институтом (подрядчиком). Местные научные институты отвечали за технические аспекты проектов, которые они выполняли, пользуясь поддержкой от немецких и французских организаций.

2.4.3 Финансирование

Германо-французская инициатива финансировалась правительствами, а также французской (EDF) и немецкой (VDEW) энергопроизводящими компаниями. Три вышеуказанные программы были обеспечены бюджетом на общую сумму в шесть миллионов евро, то есть по два миллиона на каждую программу:

- 70 % бюджета предназначались для работы восточных организаций,
- 10 % бюджета направлялись Чернобыльскому центру:
 - половина – на производственные издержки (координирование, административную поддержку, переводы, коммуникацию, транспортные расходы, предоставление помещений и т. п.),
 - другая половина – на оборудование и материалы.
- 20 % бюджета служили финансированию научно-технического руководства и менеджмента проекта, которое обеспечивалось GRS и IRSN. ■





Das Programm „Radioökologie“

Der Unfall von Tschernobyl führte zu gravierenden Folgen für die Umwelt, insbesondere in der Nähe des Kernkraftwerks. Hauptsächlich betroffen ist das Ökosystem in der 30-km-Sperrzone rund um den zerstörten Reaktor. Pflanzen und Tiere waren während der Dauer der radioaktiven Freisetzungen einer hohen Strahlung ausgesetzt. Aquatische und terrestrische Systeme wurden in der Folge stark kontaminiert. Aber auch Regionen wie Gomel in Weißrussland oder Briansk in Russland, die weiter als 200 km vom Standort entfernt sind, wurden beeinträchtigt.

Le programme «Radioécologie»

L'accident de Tschernobyl s'est traduit par de graves dommages pour l'environnement, notamment à l'intérieur de la zone proche de la centrale nucléaire. C'est surtout dans le rayon de 30 km de la Zone d'Exclusion entourant le réacteur détruit que l'écosystème est essentiellement touché. La faune et la flore ont été exposées à un niveau de rayonnement élevé pendant la période de rejets radioactifs. De plus, les écosystèmes aquatiques et les sols ont été fortement contaminés. Mais des régions comme Gomel en Biélorussie et Briansk en Russie, situées à plus de 200 km du site, ont également été atteintes.



Ziel des Programms „Radioökologie“ war es, Messdaten sowie Informationen über die Flora und Fauna in der Datenbank REDAC zusammenzutragen und zu bewerten.

L'objectif du projet «Radioécologie» était de rassembler, valider et sauvegarder les données radiologiques et les informations existantes sur la flore et la faune afin de construire la base de données REDAC.

The objective of the programme “Radioecology” was to collect and validate data and information about flora and fauna in order to generate the database REDAC.

Целью программы „Радиоэкология“ были сбор и оценка данных измерения, а также информации о флоре и фауне в базе данных REDAC.

The Programme “Radioecology”

The Chernobyl accident has led to severe damage of the environment, especially within the nearby area of the nuclear power plant. Above all, it is within the 30-km Exclusion Zone surrounding the destroyed reactor, that the ecosystem is immediately affected. Plants and animals were exposed to a high degree of radiation during the period of radioactive release. As a consequence, water systems and soils were heavily contaminated. But also regions like Gomel in Belarus and Briansk in Russia, which are more than 200 km away from the site, have been affected.

Программа „Радиоэкология“

Чернобыльская катастрофа привела к тяжёлым последствиям для окружающей среды, в особенности вблизи атомной станции. Главным образом пострадала экосистема в 30-километровой зоне отчуждения вокруг разрушенного реактора: во время радиоактивного выброса растения и животные подвергались интенсивному облучению, водные системы и почва были впоследствии сильно радиационно загрязнены. Но пострадали даже и такие, удалённые более чем на 200 км от места аварии области, как Гомельская в Белоруссии и Брянская в России.

Ziel des Programms „Radioökologie“ war es,

- die bestehenden radioökologischen Daten sowie Informationen über die Umweltauswirkungen des Unfalls zwecks Einrichtung der Datenbank REDAC (**R**adio**E**cological **D**atabase **A**fter **C**hernobyl) zu sammeln, zu sichern und zu validieren,
- radioökologische Modelle auf Basis dieser Daten zu validieren, anzupassen und zu entwickeln sowie
- die Labors und Institute in der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS) zu unterstützen.

Das Programm „Radioökologie“ der DFI konzentrierte sich auf die Untersuchung der radioökologischen Folgen vor allem in der 30-km-Zone und in dem Gebiet um Gomel in Weißrussland sowie Briansk in Russland. Die Programmstruktur spiegelte die radioökologischen Schwerpunkte wider, die für die Ukraine, Russland und Weißrussland sowie für GRS und IRSN von höchstem Interesse und besonderer Bedeutung waren. Gemeinsam wurden drei Arbeitsfelder definiert:

- **Transfer von Radionukliden in die Umwelt:** Dieses Themengebiet fasste mehrere Projekte zusammen, die den Transfer der Radionuklide in die verschiedenen Ökosysteme verfolgen und modellhaft beschreiben. Dazu gehörten:
 - Transfer in die Nahrungskette über aquatische und terrestrische Ökosysteme,
 - Oberflächen-Abfluss in aquatische Systeme,
 - Untersuchung des Transfers in Wohngebieten.

Unter Verwendung der gesammelten und abgesicherten Daten aus den drei Ländern wurden nationale und internationale Ausbreitungsmodelle verglichen, validiert, verbessert oder weiterentwickelt. Weiterhin wurden Maßnahmen aus den vorhandenen Untersuchungsergebnissen abgeleitet. Diese Daten, zusammengefasst in einer Datenbank, können dazu verwendet werden, die Bewältigung von Nach-Unfall-situationen zu optimieren.

- **Gegenmaßnahmen:**
 - Gegenmaßnahmen für Wohngebiete: Ziel war es, ein Bewertungsmodell für den Transfer von Radionukliden in Wohngebiete zu entwickeln und zu validieren. In einer Datenbank wurde die Kontamination von dörflicher und städtischer Bebauung dokumentiert und durchgeführte Dekontaminationsmaßnahmen erfasst, klassifiziert und hinsichtlich ihrer Effektivität und Kosten bewertet. Weiterhin wurden auf Basis der vor Ort gemachten Erfahrungen Strategien zu effektiven und nachhaltigen Maßnahmen bei der Dekontamination bewohnte Gebiete entwickelt.
 - Gegenmaßnahmen auf landwirtschaftlichen, semi-natürlichen und natürlichen Flächen sowie Verfahren zur Dekontamination landwirtschaftlicher Produkte: Die durchgeführten Gegenmaßnahmen zur Sanierung na-

L'objectif du projet «Radioécologie» était :

- de rassembler, valider et sauvegarder les données radioécologiques et les informations existantes sur les effets de l'accident sur l'environnement afin d'en constituer une base de données REDAC (**R**adio**E**cological **D**atabase **A**fter **C**hernobyl),
- de valider, d'adapter et de développer des modèles radioécologiques fondés sur ces données ainsi que
- d'apporter un soutien aux laboratoires et instituts de la Communauté des États Indépendants (CEI).

Le programme «Radioécologie» de l'Initiative Franco-Allemande (IFA) a donc focalisé son étude sur les effets de l'accident, en particulier à l'intérieur de cette zone de 30 km et dans les régions de Gomel en Biélorussie et de Briansk en Russie. La structure du programme reflète les sujets majeurs de la radioécologie et présentant le plus grand intérêt pour l'Ukraine, la Russie et la Biélorussie, ainsi que pour la GRS et l'IRSN. Ensemble, ils ont défini les trois sujets suivants :

- **Transfert des radionucléides dans l'environnement :** Ce sujet regroupe plusieurs projets qui étudient et décrivent le transfert des radionucléides dans les différents écosystèmes. Ceci inclut :
 - Transferts dans la chaîne alimentaire via les écosystèmes aquatiques et terrestres,
 - Transfert par ruissellement de surface dans les systèmes aquatiques,
 - Étude du transfert des radionucléides dans les zones urbaines.

À l'aide des données des trois pays, rassemblées et vérifiées, des modèles nationaux et internationaux ont été comparés, validés, améliorés ou développés. En outre, les résultats existants de l'étude ont été utilisés pour développer des mesures. Ces données, synthétisées dans une base de données, peuvent être utilisées pour une gestion optimisée des situations post-accidentelles.

- **Contre-mesures :**
 - Contre-mesures pour les zones habitées : l'objectif est de développer et de valider un modèle d'évaluation pour le transfert des radionucléides dans les zones habitées. La contamination des habitats rural et urbain fait l'objet d'une base de données et les mesures prises pour la décontamination sont réunies, classées et évaluées en termes d'efficacité et de coûts. En outre, des enseignements obtenus sur site, permettent de développer des stratégies concernant des mesures efficaces et durables pour la décontamination des zones habitées.
 - Contre-mesures pour les zones agricoles, semi naturelles et naturelles et méthodes de décontamination des produits agricoles : les contre-mesures mises en œuvre

The objective of the programme "Radioecology" was:

- to collect, save and validate the existing radioecological data and information on the effects of the accident on the environment in order to generate the database REDAC (RadioEcological Database After Chernobyl),
- to validate, adapt and develop radioecological models founded on these data as well as
- to support the laboratories and institutes of the Commonwealth of Independent States (CIS).

The "Radioecology" programme of the FGI focused on examining the radioecological effects of the accident mainly within this 30-km zone and the areas around Gomel in Belarus and Briansk in Russia. The structure of the programme reflected the focal subjects of radioecology that were of utmost interest and special importance. Three fields of work were defined together:

- **Transfer of radionuclides into the environment:** This subject matter comprised several projects which investigate and describe in an exemplary manner the transfer of radionuclides into the different ecological system. These included:
 - Transfer into the food chain via aquatic and terrestrial ecosystems,
 - Surface runoff into aquatic systems,
 - Investigation of the transfer of radionuclides in urban areas.

Using the accumulated and verified data from these three countries, national and international transfer models were compared, validated, improved or further developed. Furthermore, measures were derived from existing investigation results. These data, summarised in a database, can be used for optimising the way in which to deal with post-accidental situations.

- **Countermeasures:**
 - Countermeasures for residential areas: the objective was to develop and validate an evaluation model for the transfer of radionuclides into residential areas. The contamination of rural and urban housing is documented in a database and measures taken for decontamination were gathered, classified and evaluated in terms of efficiency and expenditure. Furthermore, based on the experiences gained on-site, strategies for effective and lasting measures for the decontamination of inhabited areas were developed.
 - Countermeasures for agricultural, semi-natural and natural areas and procedures for the decontamination of agricultural products: countermeasures taken for decontamination of natural and agricultural areas were gathered and measures to decontaminate contaminated foodstuff were developed and tested on practical examples.

Целями программы „Радиоэкология“ были:

- сбор, архивирование и валидация данных по радиоэкологии, а также информация по экологическим последствиям аварии для создания базы данных REDAC (RadioEcological Database After Chernobyl),
- валидация, адаптация и разработка радиоэкологических моделей на базе этих данных, а также,
- поддержка лабораторий и институтов Содружества независимых государств (СНГ).

Программа „Радиоэкология“ ГФИ была сосредоточена на исследовании радиологических последствий аварий, прежде всего, в закрытой 30-километровой зоне, в Гомельской области в Белоруссии, а также в Брянской области в России. Структура программы отражала направления радиоэкологических исследований, представляющих особый интерес и являющихся наиболее важными для Украины, России и Белоруссии, а также для GRS и IPSN, совместно определивших три темы работы:

- **Перенос радионуклидов в экосистему:** Эта тема объединяла несколько проектов, исследующих миграцию нуклидов в различных экосистемах и описывающих её с помощью моделей. Сюда относились:
 - перенос нуклидов в цепочку питания через водные и наземные экосистемы,
 - поверхностные стоки в водные системы,
 - исследования переноса радионуклидов в населённых пунктах.

Применяя собранные и подтверждённые данные из этих трёх стран, сравнивались, валидировались, улучшались и далее разрабатывались модели миграции, применяющиеся в отечественной и международной практике. Кроме того, на основе имеющихся результатов исследований разрабатывались соответствующие мероприятия. Эти данные, собранные в единой БД, могут применяться для оптимального управления послеаварийной ситуацией.

- **Контрмеры:**
 - Контрмеры для населённых пунктов были призваны разработать и валидировать модель оценки миграции радионуклидов в населённых пунктах. В базе данных документировалось загрязнение городской и сельской застройки и учитывались и классифицировались мероприятия по дезактивации, а также оценивалась их эффективность и стоимость. Кроме того, на базе полученного на месте опыта разрабатывались стратегии по эффективным и продолжительным по действию мерам по дезактивации населённых пунктов.
 - Контрмеры на сельскохозяйственных территориях, полустепных и естественных угодьях, а также методы дезактивации сельскохозяйственной

türlicher und landwirtschaftlicher Flächen wurden erfasst und Maßnahmen zur Dekontamination kontaminierter Lebensmittel entwickelt und praktisch erprobt.

- **Radioaktive Abfälle:** Kontaminierte Gegenstände, Werkzeuge, Maschinen und sonstige Materialien, Bodenaushub und Vegetation wurden in vorhandene Lager für radioaktiven Abfall, aber auch in spontan ausgehobene Gräben deponiert. Diese Lagerstellen wurden lokalisiert. Ihr Inventar wurde messtechnisch erfasst, in einer Datenbank aufgenommen, und um Informationen zu durchgeführten Maßnahmen zum Schutz der Geo- und Biosphäre ergänzt. Ziel des Projekts war es, die Auswirkungen und Gegenmaßnahmen zu bewerten sowie effektive und kostengünstige Strategien zur Verhinderung von gravierenden Auswirkungen auf die Umwelt durch die Lagerstellen zu entwickeln.

Diese drei Themengebiete wurden in zehn Teilprojekte gegliedert:

- Transfer aus Böden in Pflanzen,
- Transfer aus der Pflanze zum Tier,
- Oberflächen-Abfluss in aquatische Systeme,
- Transfer in aquatische Ökosysteme,
- Wohngebiete und Gegenmaßnahmen,
- Gegenmaßnahmen für natürliche und landwirtschaftliche Flächen,
- Ökologisches Gesamtbild der kontaminierten Regionen,
- Kontamination der Umwelt,
- Abfalllagerstellen und Abfallstrategien,
- Teilintegration der selbstständigen Teil-Datenbanken des Programms „Radioökologie“.

Das Programm startete Ende 1998 mit der Unterzeichnung von Verträgen zwischen GRS, IRSN und dem Tschernobyl-Zentrum sowie den beteiligten nationalen Organisationen aus der Ukraine, Weißrussland und Russland.

pour la décontamination des zones naturelles et agricoles sont réunies et évaluées en termes d'efficacité. En ce qui concerne la décontamination des produits alimentaires contaminés, des mesures concernant la production et le traitement pour les exploitations privées et l'industrie sont développées et testées en pratique.

- **Déchets radioactifs :** Les objets, outils et machines contaminés ainsi que d'autres matériaux, sols, végétaux, ne furent pas seulement déposés dans des stockages existants prévus à cet effet mais aussi dans des tranchées creusées spontanément. Les emplacements de ces tranchées ont fait l'objet d'une localisation. Leur contenu en est consigné et rassemblé dans une base de données auxquelles ont été ajoutées des informations sur les actions mises en œuvre pour la protection de la géosphère et de la biosphère. L'objectif de ce sous-projet est d'évaluer les conséquences et les stratégies d'actions ainsi que de développer et mettre au point des stratégies concrètes et économiques permettant d'éviter un impact radiologique important de ces entreposages sur l'environnement.

Ces trois groupes de sujets se divisent en dix sous-projets :

- Transfert sol-plante,
- Transfert plante-animal,
- Ruissellement vers les systèmes aquatiques,
- Transfert dans les écosystèmes aquatiques,
- Zones urbaines et contre-mesures,
- Contre-mesures pour les zones naturelles et agricoles,
- Représentation globale de la situation écologique dans les régions contaminées,
- Contamination de l'environnement,
- Sites de stockage des déchets et stratégies de gestion des déchets,
- Intégration partielle des sous-bases de données indépendantes du programme «Radioécologie».

Le programme a été lancé à la fin de 1998 par la signature d'accords particuliers entre la GRS, l'IRSN et le Centre Tchernobyl ainsi que les organismes nationaux concernés d'Ukraine, de Biélorussie et de Russie.

- **Radioactive waste:** contaminated objects, tools, machines and other material, soil and vegetation were not only deposited in existing repositories designed for radioactive waste but also in spontaneously dug up trenches. The respective locations were localised. The contents thereof were then recorded by measurements and gathered in a database, and information about actions taken for protecting the geosphere and biosphere was added. The objective of the project was to assess the consequences and countermeasures as well as to develop effective and economical strategies for preventing any serious impacts of these repositories on the environment.

These three subject matters were divided into ten sub-projects:

- Transfer soil-plant,
- Transfer plant-animal,
- Runoff into aquatic systems,
- Transfer in aquatic ecosystems,
- Urban areas and countermeasures,
- Countermeasures for natural and agricultural areas,
- Overall picture of the ecological situation in the contaminated regions,
- Contamination of the environment,
- Waste disposal sites and waste management strategies,
- Partial integration of the independent sub-databases of the programme "Radioecology".

The programme started at the end of 1998 with the signing of contracts between GRS, IRSN and the Chernobyl Centre as well as the involved Ukrainian, Belarusian and Russian national organisations involved.

продукции: Проводился учёт предпринятых контрмер по реабилитации естественных и сельскохозяйственных территорий и разрабатывались и проверялись на практике мероприятия по дезактивации загрязнённых продуктов питания.

- **Радиоактивные отходы:** Загрязнённые предметы, инструменты, техника и прочие материалы, выбранная почва и растительность после аварии были захоронены как в уже существующих хранилищах РАО, так и в срочно выкопанных траншеях. Для этих пунктов хранения определялось их точное местонахождение, а их радиоактивный инвентарь измерялся и учитывался в базе данных и дополнялся информацией по проведённым мероприятиям по защите гео- и биосферы. Целью проекта являлись оценка последствий и контрмероприятий и выработка эффективных и экономичных стратегий для предотвращения серьёзных последствий для окружающей среды от захороненных отходов.

Эти три темы были разделены на десять подпроектов:

- Перенос из почвы в растения,
- Перенос от растений к животным,
- Поверхностные стоки в водные системы,
- Перенос в водные экосистемы,
- Населённые пункты и контрмеры,
- Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий,
- Экологическая картина загрязнённых районов,
- Загрязнение окружающей среды,
- Временные хранилища и стратегии обращения с РАО,
- Частичная интеграция отдельных баз данных программы „Радиоэкология“.

Программа была начата в конце 1998 года подписанием особых договоров между GRS, IRSN и Чернобыльским центром, а также национальными организациями Украины, Белоруссии и России.

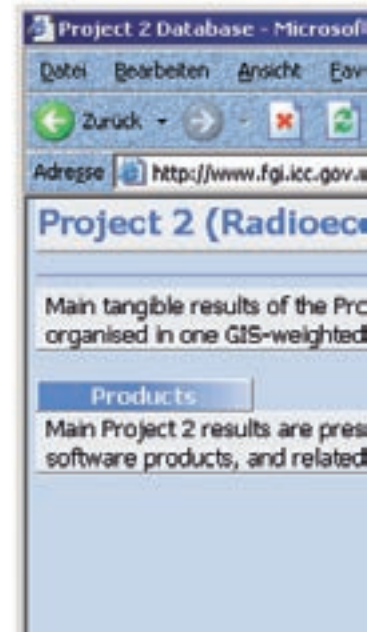


Struktur der Datenbank REDAC. Über einen GIS-Zugriff der Teildatenbanken werden alle Informationen miteinander verknüpft.

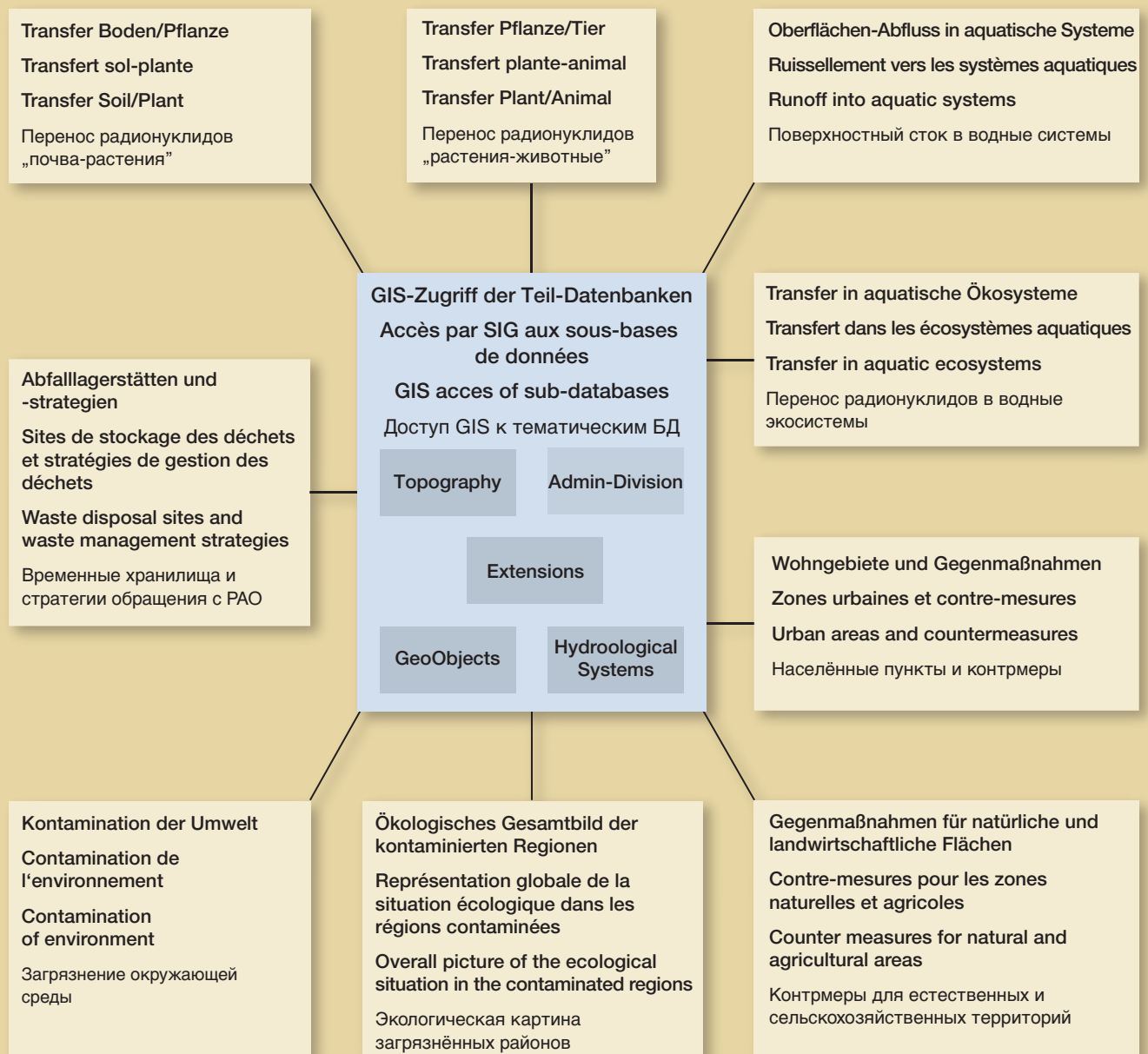
Structure de la base de données REDAC. Les différentes parties de l'information sont reliées à un accès par SIG aux sous-bases de données.

Structure of the REDAC database. The different pieces of information are linked via GIS access of the sub-databases.

Структура базы данных REDAC. С помощью доступа GIS к тематическим БД связываются различные типы информации.



REDAC – RadioEcological Database After Chernobyl



Internet Explorer von CompuServe

Suchen Favoriten Medien

ja/eng/2Products/P2Products/p2products.htm

Wechseln zu Links Norton Internet Security Norton Antivirus

ology) - Study of radioecological consequences of the accident

Project such as databases and maps as well as other meaningful materials (including reports, minutes, guides, and publications) are Internet/intranet information system, **REDAC3W** (RadioEcological Database After Chernobyl in Wider sense, Version 3.0):

ent electronically such as databases, maps, documentation.

Publications

This section deals with materials prepared to provide information to all those interested in Project 2 results and implementation processes, including a web-site, articles, and computer slide shows.

REDAC3W

RadioEcological Database After Chernobyl in Wide sense, Version 3.0

Built with Project Solutions Framework ProSF

Services

This section provides materials supporting work with the system

Processes

This section contains materials regulating and reflecting the administrative implementation

3.1 Struktur und Partner des Programms

Folgende Einrichtungen und Institutionen waren an den verschiedenen Teilprojekten beteiligt:

Aus der Ukraine:

- IEG – Institute for Environmental Geochemistry,
- IHB – Institute of Hydrobiology,
- ISGEO – Intelligence Systems GEO Ltd,
- MECA – Ministry on Emergencies und Affairs of Population Protection from the Consequences of Chornobyl Catastrophe,
- UHMI – Ukrainian HydroMeteorological Institute,
- UIAR – Ukrainian Institute of Agricultural Radiology.

Aus Russland:

- CSRVL – Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory,
- IBRAE – Nuclear Safety Institute,
- RIARAE – Russian Institute of Agricultural Radiology and AgroEcology,
- SPA TYPHOON – Scientific and Production Association „Typhoon“.

Aus Weißrussland:

- BRISSA – Belarus Research Institute for Soil Science and Agrochemistry,
- BSU – Belarus State University,
- Com Chern – Chernobyl Committee,
- IRB – Institute of Radiobiology,
- IREP – Institute of Radioecological Problems,
- RCRCM – Republican Centre of Radiation Control and Environment Monitoring,
- RIR – Research Institute of Radiology.

An jedem Teilprojekt nahmen mindestens ein ukrainisches, weißrussisches und russisches Institut oder Labor teil. Nach Abstimmung der Aufgabenstellung lag die Verantwortung für die inhaltliche Bearbeitung und die Qualitätssicherung bei den beteiligten Partnern. Ein gemeinsam bestimmter Wissenschaftler koordinierte die Teilprojekte und war für die Berichterstattung gegenüber dem Projektleiter von IRSN und GRS verantwortlich.

3.1 Structure et partenaires du projet

Les organismes et institutions suivants ont participé aux différents sous-projets :

Pour l'Ukraine:

- IEG – Institute for Environmental Geochemistry (Institut de géochimie environnementale),
- IHB – Institute of Hydrobiology (Institut d'hydrobiologie),
- ISGEO – Intelligence Systems GEO Ltd,
- MECA – Ministry on Emergencies and Affairs of population protection from the consequences of Chernobyl catastrophe (Ministère des situations d'urgences et des questions de protection de la population après les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl),
- UHMI – Ukrainian HydroMeteorological Institute (Institut hydrométéorologique ukrainien),
- UIAR – Ukrainian Institute of Agricultural Radiology (Institut de radiologie agricole ukrainien).

Pour la Russie:

- CSRVL – Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory (Laboratoire vétérinaire et scientifique central),
- IBRAE – Nuclear Safety Institute (Institut de sécurité nucléaire),
- RIARAE – Russian Institute of Agricultural Radiology and AgroEcology (Institut russe de radiologie agricole et d'agro-écologie),
- SPA TYPHOON – Scientific and Production Association «Typhoon» (Association scientifique et de production «Typhoon»).

Pour la Biélorussie:

- BRISSA – Belarus Research Institute for Soil Science and Agrochemistry (Institut de recherche biélorusse pour la science des sols et l'agrochimie),
- BSU – Belarus State University (Université d'état de Biélorussie),
- Com Chern – Chernobyl Committee (Comité Tchernobyl),
- IRB – Institute of Radiobiology (Institut de radiobiologie),
- IREP – Institute of Radioecological Problems (Institut des problèmes radioécologiques),
- RCRCM – Republican Centre of Radiation Control and Environment Monitoring (Centre républicain de contrôle des radiations et de surveillance de l'environnement),

3.1 Project structure and partners

The following organisations and institutions took part in the different sub-projects:

From Ukraine:

- IEG – Institute for Environmental Geochemistry,
- IHB – Institute of Hydrobiology,
- ISGEO – Intelligence Systems GEO Ltd,
- MECA – Ministry on Emergencies und Affairs of Population Protection from the Consequences of Chornobyl Catastrophe,
- UHMI – Ukrainian HydroMeteorological Institute,
- UIAR – Ukrainian Institute of Agricultural Radiology.

From Russia:

- CSRVL – Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory,
- IBRAE – Nuclear Safety Institute,
- RIARAE – Russian Institute of Agricultural Radiology and AgroEcology,
- SPA TYPHOON – Scientific and Production Association “Typhoon”.

From Belarus:

- BRISSA – Belarus Research Institute for Soil Science and Agrochemistry,
- BSU – Belarus State University,
- Com Chern – Chernobyl Committee,
- IRB – Institute of Radiobiology,
- IREP – Institute of Radioecological Problems,
- RCRCM – Republican Centre of Radiation Control and Environment Monitoring,
- RIR – Research Institute of Radiology.

At least one institute or laboratory from Ukraine, Belarus and Russia each participated in every sub-project. After having agreed upon the problem definition, the responsibility as regards the practical works required by the tasks and the quality assurance were up to the involved partners. A mutually nominated scientist coordinated the sub-projects and was responsible for reporting to the project leaders of IRSN and GRS. By submitting the reports to the leader of the programme, all partner confirmed agreement with the results.

3.1 Структура и участники программы

Следующие учреждения и организации участвовали в различных проектах:

Из Украины:

- ИЭГ – Институт экогеохимии,
- ИГБ – Институт гидробиологии,
- ISGEO – Intelligence Systems GEO Ltd,
- МЧС – Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий чернобыльской катастрофы,
- УНМИ – Институт гидрометеорологии НАНУ,
- УкрНИИСХР – Украинский институт сельскохозяйственной радиологии.

Из России:

- CSRVL – Центральная научно-производственная ветеринарная радиологическая лаборатория,
- ИБРАЭ – Институт безопасного развития атомной энергетики,
- RIARAE – Всероссийский НИИ сельхозрадиологии и агроэкологии,
- НПО „Тайфун“ – Научно-производственное объединение „Тайфун“.

Белоруссии:

- BRISSA – Институт почвоведения и агрохимии НАН РБ,
- БГУ – Белорусский государственный университет,
- Комчернобыль – Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС,
- ИРБ – Институт радиобиологии,
- ИРЭП – Институт радиэкологических проблем,
- РЦРКМ – Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды,
- RIR – РНИУП Институт радиологии.

В каждом проекте участвовали как минимум по одному институту или одной лаборатории из Украины, Белоруссии и России. После согласования постановки задачи ответственность за содержание работы и обеспечение её качества находились полностью в руках участников. Совместно назначенный научный сотрудник координировал части проекта и отвечал за отчётность перед руководителем проекта со стороны IRSN и



Mit der Übergabe der Berichte an den Leiter des Programms stimmten alle Partner den Ergebnissen zu.

Die Zuständigkeit für das Projektmanagement sowie für die Überwachung des Programms der Qualitätssicherung lag bei IRSN (Projektleitung) und GRS (stellvertretende Projektleitung). Sie koordinierten und kontrollierten die Zuarbeit sowie die Implementierung der gelieferten verifizierten Informationen in die Datenbank.

Das Tschernobyl-Zentrum war für die unmittelbare lokale Projektkoordination zuständig und ist Hauptnutzer aller Resultate.

3.2 Datenerhebung und -aufbereitung

Seit 1986 wurden in den drei Ländern zahlreiche wissenschaftlich-technische Daten über den Radionuklidgehalt in Böden, Pflanzen und Agrarprodukten erhoben. Diese Arbeiten wurden in den drei Ländern im Rahmen staatlicher Programme zur Umweltüberwachung sowie wissenschaftlicher Forschungsvorhaben durchgeführt. Uneinheitliche Probenahmen und -aufbereitung, Unterschiede im methodischen Ansatz der Aktivitätsbestimmung, unterschiedliche Nachweisgrenzen zur Aktivitätsbestimmung sowie heterogene Standards erschwerten jedoch einen direkten Vergleich des Datenbestands. Ohne eine zentrale Sammlung, Bewertung, Aufbereitung und Evaluierung sind diese Daten für Prognosen ungeeignet.

Die DFI ermöglichte es, diesen Datenbestand zu systematisieren und zu verifizieren, um sie der Wissenschaft zugänglich zu machen.

In einem ersten Schritt wurden alle Daten gesichtet, klassifiziert und elektronisch aufbereitet. Entsprechend den zehn Teilprojekten wurden die Ergebnisse in verschiedenen Datenbanken zusammengestellt, die weitere Module enthalten. Bereits während der Eingabe wurden die Informationen auf ihre Plausibilität geprüft: Neben dem Messwert einschließlich Messfehler und Maßeinheit wurden alle Sekundärinformationen, wie Messmethode und ausführende Institution in die Datenbank übernommen.

Diese Datenbanken bildeten Systemkomponenten der übergeordneten Datenbank REDAC, die die Basis für die Entwicklung und Verifizierung von Modellen zum Verhalten der Radionuklide in der Biosphäre der betroffenen Regionen ist. ■

- RIR – Research Institute of Radiology (Institut de recherche en radiologie).

Au moins un institut ou laboratoire ukrainien biélorusse et russe ont participé à chaque sous-projet. Après s'être accordé sur la définition du problème, la responsabilité en termes de travail pratique nécessaire pour les tâches et l'assurance qualité incombait aux partenaires impliqués. Un chercheur désigné conjointement par les participants a coordonné chacun des sous-projets et assumé la responsabilité d'informer les chefs de projet de l'IRSN et de la GRS. En présentant les rapports d'information au chef du programme, tous les partenaires confirmaient être d'accord avec les résultats.

La responsabilité de la gestion du projet et la supervision du projet d'assurance qualité sont revenues à IRSN (chef de projet) et à la GRS (adjoint au chef de projet). Ils ont coordonné et contrôlé le flux de données recueillies ainsi que la mise en oeuvre des données vérifiées rassemblées dans la base de données.

Le Centre Tchernobyl qui est également le principal utilisateur des résultats était responsable de la coordination directe du projet sur site.

3.2 Acquisition et traitement des données

Depuis 1986, une quantité importante de données scientifiques et techniques a été collectée sans coordination centrale en termes de quantités de radionucléides dans les sols, les plantes et les produits agricoles dans ces trois pays. Elles ont été obtenues dans le cadre de programmes gouvernementaux pour des projets de surveillance de l'environnement et de recherche scientifique. Le manque de cohérence dans l'échantillonnage et le traitement de ces données, les différences entre les approches méthodologiques et les limites différentes de sensibilité pour la détermination des activités ainsi que des normes hétérogènes ont compliqué la comparaison directe des données collectées. Sans recueil, traitement et évaluation centralisés, ces données ne pouvaient vraiment convenir pour faire des prévisions.

Grâce aux travaux de l'IFA, ces données ont pu être systématisées et vérifiées, ce qui a permis de les mettre à disposition de la communauté scientifique.

Dans un premier temps, toutes les données ont été examinées, classées et traitées électroniquement. Dans les dix sous-projets, les résultats ont été compilés dans les sous-bases de données correspondantes consistant le plus souvent en modules juxtaposés. Déjà, lors de la saisie des données, la vraisemblance de toutes les informations a été contrôlée ; outre les valeurs réelles de mesure incluant les incertitudes et les unités de mesure, toutes les informations complémentaires telles que la méthode de mesure, l'institut l'ayant réalisée et d'autres paramètres ont été incluses

Ces bases de données sont les composants du système de la base de données principale REDAC qui constitue le fondement pour le développement et la vérification de modèles du comportement des radionucléides dans la biosphère des zones contaminées. ■

The responsibility for the project management and the supervision of the quality assurance project was in the hands of IRSN (project leader) and GRS (deputy project leader). They coordinated and controlled the incoming data flow as well as the implementation of the verified data received into the database.

Responsible for the direct coordination of the project on-site was the Chernobyl Centre who is also the principal user of all results.

3.2 Data acquisition and processing

Since 1986 large amounts of scientific-technical data have been collected without central coordination concerning the amount of radionuclides in soils, plants and agricultural products in the three countries. They were acquired in the context of the state programmes for environment supervision and scientific research projects. The lack of consistency in sampling and processing the data thereof, differences in the methodical approach of defining activities, different limits of provability for defining activity as well as heterogeneous standards made a direct comparison of the collected data difficult. Without central collection, processing and evaluation, those data do not prove suitable for prognoses.

The work of the FGI has allowed these data to be systematised and verified, thus making them accessible to the scientific community.

As a first step all data was looked through, classified and electronically processed. According to the ten sub-projects, the results were compiled in different databases containing further modules. Already during data input, all information was checked for plausibility: apart from the actual measured values including measuring errors and the measuring units, all secondary information like the measuring method and the institution performing the measurements was also included.

These databases made up system components of the primary database REDAC which constitutes the basis for developing and verifying models of the behaviour of radionuclides in the biosphere of the affected areas. ■

GRS. Передачей отчётов руководителям программы результаты работы считались принятыми всеми партнёрами.

Ответственность за менеджмент проекта и мониторинг программы обеспечения качества взяли на себя IRSN (руководство проектом) и GRS (заместительство руководства проектом). Они координировали и контролировали вклады участников в работу, а также ввод проверенной информации в базу данных.

Чернобыльский центр отвечал за непосредственную координацию проекта на месте и является основным пользователем всех результатов.

3.2 Сбор и обработка данных

С 1986 года в трёх странах были собраны многочисленные научно-технические данные о содержании радионуклидов в почве, растениях и продукции сельского хозяйства. Эти работы проводились в трёх странах в рамках государственных программ экомониторинга. Однако, неодинаковые способы взятия и обработки проб, различия в методическом подходе определения активности, различные пределы значений для доказательства наличия радионуклидов, а также неодинаковые нормы усложняли прямое сравнения имеющихся данных. Без центрального сбора, анализа, обработки и оценки эти данные непригодны для прогнозов.

С помощью ГФИ стало возможным систематизировать и проверить имеющиеся данные для предоставления их научному сообществу.

На первом этапе все имеющиеся данные были просмотрены, классифицированы и прошли компьютерную обработку. В соответствии с тематикой десяти подпроектов результаты были структурированы в различных тематических частях базы данных, содержащих дополнительные модули. Уже при вводе данных проверялась их достоверность: наряду с измеренным значением, включая погрешности измерений и единицу значения, в БД вводилась также и вся вторичная информация, например, методы измерений и проводившие измерения организации.

Эти базы данных составили компоненты системы более крупной базы данных REDAC, являющейся основой разработки и верификации моделей поведения радионуклидов в биосфере пострадавших регионов. ■



Transfer aus Böden in Pflanzen

Im Jahr 1986, unmittelbar nach dem Unfall im KKW Tschernobyl, kontaminierten die kurzlebigen Radioisotope Iod 131 und Iod 133 Böden und Vegetation. Seit 1987 ist der Radionuklidtransfer aus dem Boden über die Wurzel in die Pflanze der wesentliche Kontaminationspfad. Beeinflusst wird die spezifische Aktivität von Böden und Vegetation durch den natürlichen Zerfallsprozess der radioaktiven Isotope, ihr Migrationsverhalten im Boden und die Bodenart.

Transfert du sol aux plantes

En 1986, immédiatement après l'accident du réacteur de Tchernobyl, les radio-isotopes à vie courte, iode-131 et iode-133, ont contaminé les sols et la végétation. Depuis 1987 le transfert des radionucléides du sol aux plantes via les racines est la voie principale de contamination. L'activité spécifique découle de la décroissance naturelle des radio-isotopes, de leur comportement migratoire dans le sol ainsi que de la nature des sols.



Um das Verhalten und die Ausbreitung von Radionukliden in Ökosystemen und in Nahrungsketten nachzuvollziehen und auch zu prognostizieren, sind genaue Kenntnisse über den Transfer von Radionukliden aus dem Boden in die Pflanze und in Agro-Ökosysteme notwendig

Des connaissances détaillées sur le transfert des radionucléides du sol vers les plantes et les écosystèmes agricoles sont nécessaires pour déterminer le comportement et la dispersion des radionucléides dans les écosystèmes et les chaînes alimentaires

Detailed knowledge about the transfer of radionuclides from soil into plant and into agroecosystems is necessary to reconstruct and also predict the behaviour and the spreading of radionuclides in ecosystems and food chains

Для понимания и прогнозирования поведения и распространения радионуклидов в экосистемах и в цепочке питания необходимы точные знания о переносе радионуклидов из почвы в растения и в агроэкосистемы

Transfer from Soil to Plant

In 1986, immediately after the accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant, the short-lived radioisotopes iodine-131 and iodine-133 contaminated soils and vegetation. Since 1987 the transfer of radionuclides from soil via the roots into the plant is the principal path of contamination. The specific activity of soils and vegetation is influenced by the natural decay of the radioactive isotopes, their behaviour with regard to migration in the soil as well as the soil species.

Перенос радионуклидов из почвы к растениям

В 1986 году, непосредственно после аварии на Чернобыльской АЭС, короткоживущие радиоизотопы йода-131 и йода-133 загрязнили почвы и растительность. С 1987 г. перенос радионуклидов из почвы через корни в растения представляет собой значительный путь миграции. Удельная активность почв и растительности подвержена влиянию естественного процесса распада радиоактивных изотопов, их поведению миграции в почве и свойствам самой почвы.



Darüber hinaus sind genaue Kenntnisse über den Transfer von Radionukliden aus dem Boden in die Pflanze und in Agro-Ökosysteme notwendig, um das Verhalten und die Ausbreitung von Radionukliden in Ökosystemen und in Nahrungsketten nachzuvollziehen und auch zu prognostizieren.

Ziel dieses Teilprojekts war es, eine zuverlässige Grundlage für die Interpretation der Ergebnisse und Voraussage des Langzeitverhaltens der relevanten Radionuklide in einem Boden/Pflanze-System unter verschiedenen ökologischen Bedingungen zu schaffen.

4.1 Teil-Datenbank: Transfer Boden/Pflanze

Unterschiedliche technische Standards während der Datenerfassung erforderten zunächst eine zentrale Sammlung, Evaluierung und einheitliche Aufbereitung des heterogenen Datenbestands. Anhand verschiedener Kriterien wurden den Messwerten so genannte Glaubwürdigkeitsgrade zugeordnet. Werte mit hohen Unsicherheiten in Bezug auf Herkunft oder Erhebung wurden zwar nicht aus der Datenbank entfernt, aber von der statistischen Analyse ausgeschlossen. Zusätzlich wurde das Kriterium „Expertenbeurteilung“ eingeführt: Das Transferverhalten der Radionuklide liegt für die Pflanzenart und den dazugehörigen Boden mit seinen spezifischen bodenphysikalischen Eigenschaften innerhalb der Bandbreite der Erfahrungswerte.

Die Teil-Datenbank „Transfer Boden/Pflanze“ wurde so konzipiert, dass sie mit den Ergebnissen der Teilprojekte „Transfer Pflanze/Tier“, „Oberflächenablauf“ und „Gegenmaßnahmen für natürliche und landwirtschaftliche Flächen“ gekoppelt und anschließend in die Datenbank REDAC integriert werden konnte.

4.2 Datenbank-Ergebnisse

Die in der „Boden/Pflanze-Transfer“-Datenbank zusammengefassten Ergebnisse liefern einen guten Überblick über die Kontamination von Böden und Pflanzen in den am stärksten kontaminierten Regionen der Ukraine, Weißrusslands und Russlands.

Die Datenbank enthält detaillierte Informationen zu Boden- und Klimabedingungen sowie zu landwirtschaftlichen Techniken. Das Kartenmaterial der Datenbank wird durch mehr als 15.000 Datensätze zu agrochemischen Eigenschaften und über 1.500 Daten zur Korngrößen-Zusammensetzung der Böden ergänzt. Weiterhin sind 18 verschiedene für Europa repräsentative Bodenarten, darunter Tschernosem, grauer Waldboden, Gley-podsol, Moorböden sowie anthropogen geprägte Weideböden erfasst. Diese Böden unterscheiden sich in Humusgehalt und Kationenaustauschkapazität, ihrem Säuregehalt (pH-Wert), der Korngrößenverteilung und weiteren bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften.

Die Datenbank ist ebenso hinsichtlich der Zusammensetzung der Pflanzenarten repräsentativ für den Untersuchungsraum. Sie umfasst 20 verschiedene Nahrungs- und Futterpflanzen sowie etwa 20 krautige Pflanzen der Wald-Ökosysteme. Des Weiteren werden zehn Pilzarten aufgeführt.

De plus il la connaissance détaillée du transfert des radionucléides du sol aux plantes et dans les écosystèmes agricoles est nécessaire pour reconstituer et également prévoir le comportement et la dispersion des radionucléides dans les écosystèmes et la chaîne alimentaire.

L'objectif de ce sous-projet était de créer un outil élémentaire fiable permettant d'interpréter et de prédire pour les radionucléides en cause, leur comportement à long terme dans un système sol-plante dans différentes conditions écologiques.

4.1 Sous-base de données : transfert sol-plantes

Dans un premier temps, les différences en termes de normes techniques pendant le rassemblement des données ont nécessité le recueil, l'évaluation et l'uniformisation centralisés pour le traitement des nombreuses données hétérogènes. Grâce à plusieurs critères, les valeurs de mesure ont été caractérisées selon des «degrés de confiance». Les valeurs présentant des incertitudes quant à leur origine ou méthodes opérationnelles n'ont pas été supprimées de la base de données; mais ont été exclues de l'analyse statistique. En outre, le critère «avis d'expert» a été introduit : le comportement de transfert des radionucléides est inclus ou non dans la plage de valeur attendue pour les espèces de plantes et les types de sols respectifs en termes de propriétés physiques spécifiques.

La sous-base de données «Transfert sol-plantes» a été établie de façon à être associée aux résultats des sous-projets «Transfert plante-animaux», «Ruissellement de surface» et «Contre-mesures pour les zones naturelles et agricoles», puis intégrée dans la base de données REDAC.

4.2 Résultats de la base de données

Les résultats compilés dans la base de données «Transfert sol-plantes» permettent une bonne vue d'ensemble de la contamination des sols et des plantes dans les régions les plus touchées d'Ukraine, de Biélorussie et de Russie. La base de données contient des informations détaillées sur le sol et les conditions climatiques ainsi que sur les techniques agricoles. Le matériel cartographique de la base de données est complété par plus de 15 000 enregistrements de données concernant les propriétés agrochimiques et plus de 1 500 données se rapportant à la composition des sols en termes de granulométrie. En outre, 18 types de sols différents, représentatifs de l'Europe dans son ensemble, sont enregistrés. Ils incluent les tchernozioms, les sols gris forestiers, les sols podzoliques à gley, les sols tourbeux ainsi que les pâturages agricoles. Ces types de sols diffèrent en termes de teneur en humus et en cations échangeables, d'acidité (valeur du pH), de composition granulométrique et d'autres propriétés physico-chimiques.

La base de données est également représentative de la zone étudiée du fait de la composition des espèces de plantes. Elle comprend 20 plantes alimentaires et fourragères différentes ainsi qu'environ 20 espèces de plantes herbacées forestières et 10 espèces de champignons. De nombreux enregistrements de

Furthermore, detailed knowledge about the transfer of radionuclides from soil into plant and into agroecosystems is necessary to reconstruct and also predict the behaviour and the spreading of radionuclides in ecosystems and food chains.

The objective of this sub-project was to create a reliable basis for the interpretation of the results and for predictions with regard to the long-term behaviour of the relevant radionuclides in a soil-plant system under different ecological conditions.

4.1 Sub-database: Soil-Plant Transfer

As a first step, the differences in technical standards during the data gathering required central collection, evaluation and uniform processing of the heterogeneous data stock. With the help of several criteria, the measure values were characterised with so-called “degrees of belief”. Values with uncertainty as to their origin or operational methods were not erased from the database, they were, however, excluded from statistical analysis. Additionally, the criterion “expert mark” was introduced: the transfer behaviour of the radionuclides is within the expected value range for the plant species and the respective kind of soil in terms of its specific physical properties.

The sub-database “Soil-Plant Transfer” was drawn up in such a way that it could be coupled with the results of the sub-projects “Plant-Animal Transfer”, “Surface Runoff” and “Countermeasures for Natural and Agricultural Areas” and then be integrated into the REDAC database.

4.2 Database results

The results compiled in the “Soil-Plant Transfer” database allow a good overview as to the contamination of soils and plants within the most highly affected regions of Ukraine, Belarus and Russia.

The database comprises detailed information about soil and climatic conditions and agricultural techniques. The map material of the database is complemented by more than 15,000 data records of agrochemical properties and more than 1,500 data referring to the composition of the soils in terms of grain sizes. Furthermore, 18 different types of soil, which are representative for Europe on the whole, are recorded. They include chernozem, grey forest, gley podsol, peat as well as agricultural pastures. These types of soil differ in humus and exchangeable cations contents, acidity (pH-value), granulometric composition and other physical and chemical properties.

Also by the composition of plant species, the database is representative for the area investigated. It includes 20 different food and fodder plants as well as about 20 species of herbaceous forest plants and ten species of mushrooms.

Numerous data records of “soil-plant” couples taken from the same region over the same time of period were gathered. Among them 3,214 for agrocoenoses on arable lands, 1,254 for semi-natural coenoses (pastures and meadows) and 1,917 for forest ecosystems.

Кроме того, необходимо иметь точные сведения о миграции радионуклидов из почвы в растения и сельскохозяйственные экосистемы для того, чтобы понять и прогнозировать поведение и распространение радионуклидов в экосистеме и в цепочках питания.

Целью этой темы проекта было создание надёжной основы для интерпретации результатов и прогнозов долгосрочного поведения наиболее значимых радионуклидов в системе „почва-растения“ в различных экологических условиях.

4.1 Тематическая БД: Перенос почва-растения

Различные технические нормы, использованные во время сбора данных, обусловили необходимость собрать воедино, оценить и привести к единообразию эту неоднородную информацию. На основе различных критериев измеренным значениям придавалась т. н. степень достоверности. Значения с большой неопределённостью в отношении их происхождения или метода сбора хотя и не убирались из базы данных, но исключались из статистического анализа. Дополнительно был введён критерий „экспертной оценки“, когда поведение миграции радионуклидов находится в пределах проверенных на опыте диапазонов значений для данных видов растений и почв со своими специфическими почвенно-физическими характеристиками.

Тематическая БД „Перенос почва-растения“ была задумана таким образом, чтобы она могла быть состыкована с результатами темами проектов „Перенос растения-животные“, „Перенос поверхностными стоками“ и „Контрмеры на естественных и сельскохозяйственных угодьях“ и затем введена в базу данных REDAC.

4.2 Результаты работы по базе данных

Собранные в БД „Перенос почва-растения“ результаты дают хорошее представление о загрязнении почвы и растений в наиболее загрязнённых регионах Украины, Белоруссии и России.

БД содержит подробные сведения по почвенным и климатическим условиям, а также по методам сельского хозяйства. Картографический материал БД дополнен более чем 15.000 наборов данных по агрохимическим свойствам и более 1.500 данных по характеристикам величин частиц почвы. Кроме того, зарегистрированы 18 представительных для Европы видов почв, среди которых чернозёмные, серые лесные, глейподзолистые, торфяно-болотные, а также антропогенно образованные пастбищные почвы. Эти почвы различаются по содержанию перегноя и мощности катионного обмена, кислотности (значениям pH), распределению величин частиц и другим почвенно-физическим и почвенно-химическим характеристикам.

БД представительна также и для видового состава растений исследованных территорий. Она охватывает 20 различных пищевых и кормовых культур, а также около 20 видов



Es wurden zahlreiche Datensätze ort- und zeitgleich entnommener „Boden-Pflanze“-Paare, darunter 3.214 Datensätze für Agrozönosen auf Ackerland, 1.254 für halb natürliche Zönosen (Weiden und Wiesen) und 1.917 für Ökosysteme in Wäldern erfasst.

In der Datenbank sind ebenso Informationen enthalten, die das Verhalten der Radionuklide im Boden und ihre Akkumulation in der Vegetation der 30-km-Sperrzone näher charakterisieren. Die Gesamtzahl dieser spezifischen Datensätze zum Cäsium 137-Transfer aus Böden in landwirtschaftliche Nutzpflanzen (Feldversuche) und natürliche Weiden beträgt 385, die Zahl der Datensätze zum Transfer von Strontium 90 beträgt 164.

Brennstoffpartikel unterschiedlicher Größe machen den größten Teil der Strontium 90- und Cäsium 137-Radionuklide in der 30-km-Sperrzone aus. Dies führt im Boden zu einer komplexen Dynamik mit biologisch verfügbaren und weniger verfügbaren Formen der Radionuklide. Zum besseren Verständnis der Dynamik des Radionuklidtransfers aus dem Boden in die Pflanze wurden zusätzlich experimentell gewonnene Informationen über austauschbare und mobile Cäsium 137-Komponenten in den Böden der 30-km-Sperrzone in die Datenbank aufgenommen.

Cäsium 137-Transferfaktoren von verschiedenen Bodenarten in Pflanzen der gleichen Art sind durch eine große Variabilität

gegeben. Datenpaare «sol-pflanze» ont été réalisés dans la même région et sur la même période. Parmi eux, 3 214 concernaient les cœnososes agricoles sur les terres arables, 1 254 les cœnososes semi-naturelles (pâtures et prés) et 1 917 les écosystèmes forestiers.

En outre, des informations caractérisant le comportement des radionucléides dans le sol et leur accumulation dans la végétation de la zone de 30 km autour de Tchernobyl sont intégrées dans la base de données. Le nombre total d'enregistrements sur le transfert du césium 137 du sol vers les récoltes agricoles (expériences sur site) et les pâturages naturels est de 385, et le nombre d'enregistrements sur le transfert de strontium 90 atteint 164.

La plus grande partie du strontium 90 et du césium 137 dans la zone de 30 km est sous forme de particules de combustible de différentes tailles. Cela génère des dynamiques complexes dans les sols selon la biodisponibilité plus ou moins grande des radionucléides. Afin de mieux comprendre la dynamique de transfert des radionucléides des sols vers les plantes, les informations obtenues expérimentalement pour les composés échangeables et mobiles de césium 137 dans les sols de la zone de 30 km ont également été incluses dans la base de données. Les facteurs de transfert du césium 137 depuis différents types de sols vers des plantes de même type présentent une forte



Die Datenbank umfasst 20 verschiedene Nahrungs- und Futterpflanzen sowie etwa 20 krautige Pflanzen der Wald-Ökosysteme. Des Weiteren werden zehn Pilzarten aufgeführt.

La base de données comprend 20 plantes alimentaires et fourragères différentes ainsi qu'environ 20 espèces de plantes herbacées forestières et 10 espèces de champignons.

The database includes 20 different food and fodder plants as well as about 20 species of herbaceous forest plants and ten species of mushrooms.

БД охватывает 20 различных пищевых и кормовых культур, а также около 20 видов дикорастущих трав лесной экосистемы. Дополнительно было указано десять видов грибов.

Additional information is included in the database characterising the behaviour of the radionuclides in soil and their accumulation in the vegetation of the 30-km Chernobyl zone. The total number of records on caesium 137 transfer from soil to agricultural crops (field experiments) and natural pastures amount to 385, the number of records on strontium 90 transfer to 164.

The main part of strontium 90 and caesium 137 radionuclides within the 30-km zone are fuel particles with different sizes. This causes complex dynamics in the soil with biological available and less available forms of radionuclides. For a better understanding of the dynamics as for the transfer of radionuclides from soil to plant, experimentally gained information about exchangeable and mobile caesium 137 components in the soils of the 30-km zone was also included in the database.

Factors for caesium 137 transfer from various types of soil in plants of the same type are characterised by a large variability. This property is apparent especially for natural forest ecosystems and agricultural pastures. The results of the investigation show that the observed differences are determined by the vertical distribution of caesium 137 in the soil profile and by the exchangeable amount of radionuclide in the different layers of the soils.

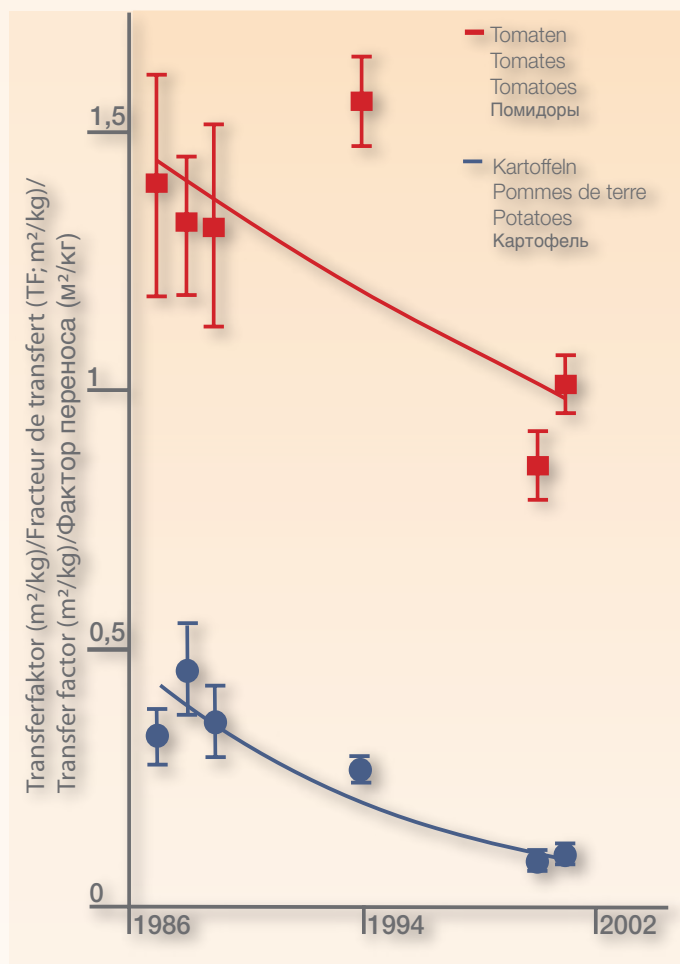
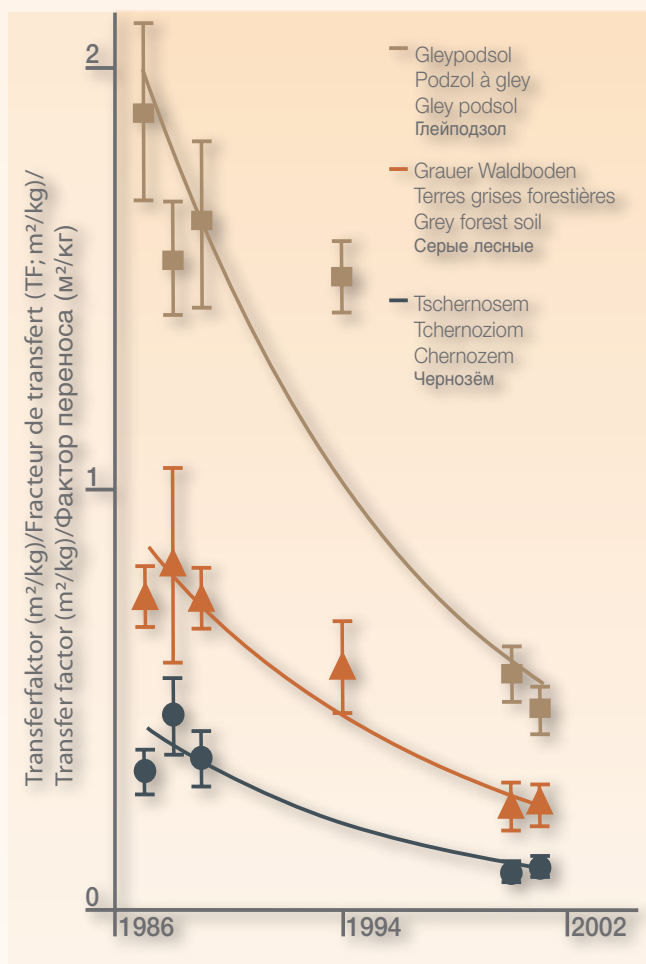
The database covers a period of 15 years (1986 – 2000) for the most important agricultural data. Therefore it is possible to study

дикорастущих трав лесной экосистемы. Дополнительно было добавлено десять видов грибов.

Были составлены многочисленные наборы данных по пробам пар „почва-растение“, взятых в одной и той же местности и одновременно, среди которых 3.214 наборов данных для агроценозов пашни, 1.254 – для полустественных ценозов (пастбищ и лугов) и 1.917 – для экосистем лесов.

БД содержит также информацию, описывающую поведение радионуклидов в почве и их накопление в растительности 30-километровой зоны отчуждения. Общее количество специфических наборов данных по переносу цезия-137 из почвы в растения сельскохозяйственных культур (из полевых экспериментов) и естественные пастбища достигает 385, а количество наборов данных по переносу стронция-90 достигает 164.

В 30-километровой зоне отчуждения загрязнение радионуклидами стронция-90 и цезия-137 представлено в основном частицами топлива различной величины. В почве это приводит к комплексной динамике с биологически значимыми или менее значимыми формами радионуклидов. Для лучшего понимания динамики переноса радионуклидов из почвы к растениям в базу данных вводились дополнительные экспериментально полученные данные о заменимых и



gekennzeichnet. Dies trifft insbesondere für natürliche Wald-Ökosysteme und landwirtschaftliche Weideflächen zu. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die beobachteten Unterschiede von der vertikalen Verteilung des Cäsium 137 im Bodenprofil und vom austauschbaren Radionuklidanteil in den verschiedenen Bodenschichten bestimmt werden.

Die Datenbank deckt einen 15-Jahres-Zeitraum (1986 bis 2000) für die wichtigsten landwirtschaftlichen Daten ab. Demzufolge ist es möglich, die Radionuklidendynamik in natürlicher Umgebung in Abhängigkeit von der Zeit zu untersuchen. Weiterhin kann die Migration der Radionuklide im Boden/Pflanze-System unter Berücksichtigung bodenphysikalischer und bodenchemischer Standortmerkmale beschrieben werden. Da die Daten unter realistischen Bedingungen erfasst wurden, können die Ergebnisse unmittelbar in Modellrechnungen für Notfallsituationen eingesetzt werden.

Indem praxisnahe Parameter und Bedingungen verwendet werden, kann die so entstandene Teil-Datenbank als Grundlage für die Entwicklung realitätsnaher Radioökologie-Modelle herangezogen werden. ■

variabilité. Cette propriété est particulièrement visible pour les écosystèmes forestiers naturels et les pâturages. Les résultats de l'étude montrent que les différences observées sont déterminées par la distribution verticale du césium 137 dans le profil de sol et par la fraction échangeable de radionucléides dans les différentes couches des sols.

La base de données couvre une période de 15 ans (1986 – 2000) en ce qui concerne les principales données agricoles. Par conséquent, il est possible d'étudier la dynamique des radionucléides dans l'environnement naturel en fonction du temps. Cela permet également de décrire la migration des radionucléides dans le système sol-plante en tenant compte des propriétés physiques et chimiques des sols caractéristiques du site. Du fait que les données ont été obtenues dans des conditions réalistes, les résultats peuvent être utilisés directement par les modèles de calcul destinés aux situations d'urgence.

La sous-base de données obtenue à partir de paramètres et conditions réalistes peut servir de base au développement de modèles radioécologiques réalistes. ■

Beispiel für Ergebnisse des Transferfaktors für Strontium 90: Zur Modellierung der Abhängigkeit des Transferfaktors von den Bodenparametern wurde die sog. „Methode der vollständigen Abschätzung der Bodeneigenschaften (Complete Estimate of Soil Properties – CESP)“ entwickelt. Sie modelliert den Boden als Dreiphasensystem, das sich aus einer flüssigen (Bodenlösung), festen (Mineralstruktur) und quasi flüssigen oder quasi kristallinen (organische Materie) Phase zusammensetzt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Abhängigkeit des Transferfaktors mit CESP für eine Reihe von Bodeneigenschaften sehr gut beschrieben werden kann, die in der „Boden/Pflanze-Transfer“-Datenbank enthalten sind. Transferfaktoren können daher mit einem hohen Grad an Zuverlässigkeit aus den Bodenparametern errechnet werden. Diese Methode lässt sich nun mit großer Präzision für die Beschreibung und Vorhersage des Radionuklidtransfers von Boden zur Pflanze in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften nutzen. Die Vorhersagesicherheit des Radionuklidtransfers im terrestrischen Ökosystem wird damit erheblich gesteigert.

Un exemple de résultats concernant le transfert du strontium 90 : pour modéliser la dépendance du facteur de transfert vis-à-vis des paramètres du sol la méthode «Complete Estimate of Soil Properties» (CESP) a été développée. Elle modélise le sol en un système à trois phases qui sont l'une fluide (solution du sol), l'autre solide (structure minérale) et la dernière quasi fluide ou quasi minérale (la matière organique). Les études montrent qu'en appliquant le CESP, la variation du facteur de transfert peut être très bien décrite au moyen de plusieurs des propriétés du sol incluses dans la base de données «transferts sol-plante». Ainsi le facteur de transfert peut être calculé avec un haut degré de confiance au moyen des paramètres du sol. Cette méthode permet maintenant de décrire et de prévoir avec précision le transfert des radionucléides du sol aux plantes en relation avec les propriétés du sol. De ce fait, la validité de la prévision du transfert des radionucléides en est considérablement accrue.

An example of results regarding the transfer factor for strontium 90: For modelling the dependency of the transfer factor in regard to the soil parameters the method "Complete Estimate of Soil Properties" (CESP) was developed. The system is based on the division of the soil into three different phases, consisting of a fluid (solution of soil), a solid (mineral structure) and a quasi-fluid or quasi-crystalline (organic matter) phase. The investigations showed that by applying CESP the dependency of the transfer factor can be described very well for several soil properties that are included in the "soil-plant transfer" database. Thus, transfer factors can be calculated with a high degree of reliability from the soil parameters. With a high degree of precision, this method now allows the description and prediction of the radionuclides transfer from soil to plant in dependency of the soil properties. Hence, the validity of predictions of the radionuclide transfer in the terrestrial ecosystem is considerably increased.

Примеры результатов фактора переноса стронция-90: для моделирования зависимости фактора переноса от параметров почвы был разработан т. н. "метод полной оценки свойств почвы" (Complete Estimate of Soil Properties – CESP). Он моделирует почву как трёхфазную систему, состоящую из жидкой (почвенный раствор), твёрдой (минеральной структуры) и почти жидкой или почти кристаллической (органической материи) фаз. Исследования показали, что зависимость фактора переноса с помощью CESP можно хорошо описать для целого ряда свойств почвы, содержащихся в БД "Перенос почва-растения". Поэтому факторы переноса могут быть рассчитаны с высокой степенью надёжности на основе параметров почвы. Эта методика может использоваться с большой точностью описания и прогнозов переноса радионуклидов от почвы к растениям в зависимости от свойств почвы. Таким образом значительно повышается надёжность прогнозов переноса радионуклидов в земной экосистеме.



the dynamics of radionuclides within the natural environment in relation to time. Also it allows to describe the migration of radionuclides in the soil-plant system in consideration of physical and chemical soil properties typical for the site. Since the data was obtained under realistic conditions, the results can be directly used for model calculations intended for emergency situations.

By using practical parameters and conditions, the sub-database derived thereof can be used as a basis for the development of realistic radioecology models. ■

мобильных компонентах цезия-137 в почве 30-километровой зоны отчуждения. Факторы переноса цезия-137 от различных видов почв в те же самые виды растений отличаются большим разнообразием. Это особенно касается естественных лесных экосистем и сельскохозяйственных пастбищ. Результаты исследований показывают, что наблюдаемые различия определяются вертикальным распределением цезия-137 в профиле почвы и долей заменимых радионуклидов в различных слоях почвы.

БД охватывает период времени в 15 лет (с 1986 г. до 2000 г.) для наиболее важных сельскохозяйственных данных. Таким образом, стало возможным исследовать динамику радионуклидов в естественном окружении и зависимости во времени. Кроме того, возможно описание миграции радионуклидов в системе „почва-растение“ с учётом физических и химических характеристик почвы местности. Так как данные собирались для реальных условий, то результаты учёта могут непосредственно использоваться для расчётов моделей в аварийных ситуациях.

Применяя близкие к практике параметры и условия, созданная тематическая база данных может послужить основой разработки реалистичных моделей для радиоэкологии. ■





Transfer von der Pflanze zum Tier

Einer der wichtigsten Expositionspfade für die Bevölkerung nach dem Unfall von Tschernobyl war die Kontamination von Nahrungsmitteln. Daher war es von großer Bedeutung, die verfügbaren Informationen über den Radionuklidtransfer in das Tierfutter, vom Futter zum (Wild)Tier und zu tierischen Produkten zu sammeln und aufzubereiten.

Transfert des plantes aux animaux

Après l'accident de Tchernobyl, l'une des voies principales de transfert de l'exposition de la population aux rayonnements était la contamination des denrées alimentaires. De ce fait il était essentiel de rassembler et de traiter les informations disponibles sur le transfert des radionucléides à l'alimentation animale, de l'alimentation à l'animal (y compris sauvage) et finalement aux produits animaux.



Die Teil-Datenbank „Pflanze/Tier“-Transfer kann damit als zuverlässige Informationsgrundlage dienen, um die Umweltauswirkungen freigesetzter Radioaktivität über die terrestrische Nahrungskette bis hin zum Tierprodukt zu bewerten

La sous-base de données «Transfert plante-animaux» constitue une information initiale fiable pour l'évaluation de l'impact environnemental de l'activité transférée depuis les produits d'alimentation d'origine terrestre vers les produits animaux

The sub-database "Plant/Animal Transfer" can therefore serve as a reliable information basis for the assessment of the environmental impact of released radioactivity from the terrestrial food chain up to animal products

Таким образом, тематическая БД „Перенос растения-животные“ может служить надёжной основой информации для оценки экологического влияния вышедшей радиоактивности на земные цепочки питания вплоть до животных продуктов

Transfer from Plant to Animal

One of the most important pathways of radiation exposure to the population after the accident in Chernobyl was the contamination of foodstuff. It was therefore a great concern to collect and process the available information about the radionuclide transfer to animal fodder, from fodder to (wild) animal and animal products.

Перенос от растения к животному

Одним из важнейших путей влияния радиационного излучения на население после аварии в Чернобыле было загрязнение продуктов питания. Поэтому особое значение придавалось сбору и обработке имеющейся информации о переносе радионуклидов в корма, от кормов к домашним и диким животным и к продукции животноводства.

Ziel war es, ein zuverlässiges Werkzeug zur Interpretation und Vorhersage des langfristigen Verhaltens relevanter Radionuklide für den Pfad „Tierfutter/Tier/tierisches Produkt“ unter verschiedenen landwirtschaftlichen und zeitlichen Bedingungen zu entwickeln.

5.1 Teil-Datenbank: Transfer Pflanze/Tier

Die Teil-Datenbank „Pflanze/Tier“-Transfer enthält Messergebnisse von Umweltproben aus den Regionen (russ.: Oblast) Weißrusslands (Gomel, Mogilev), Russlands (Kaluga, Briansk) sowie der Ukraine (Kiew, Zhitomir).

Neben dem Radionuklidgehalt von Tierfutter, Milch und Fleisch sind die entsprechenden berechneten Transferfaktoren (TF) abrufbar.

5.2 Datenbank-Ergebnisse

Die Teildatenbank mit den Rubriken „Milch“ und „Fleisch“ enthält nicht nur die spezifischen Aktivitäten in den Tierprodukten, sondern auch Angaben zur Fütterungspraxis, Futterrationen, Art des Futters, spezifische Aktivität im Futter sowie die Erträge für

L'objectif consistait à créer un outil fiable pour interpréter et, pour le cheminement «fourrage-animal-produit animal», prévoir le comportement à long terme des radionucléides pertinents dans différentes conditions agricoles et en fonction du temps

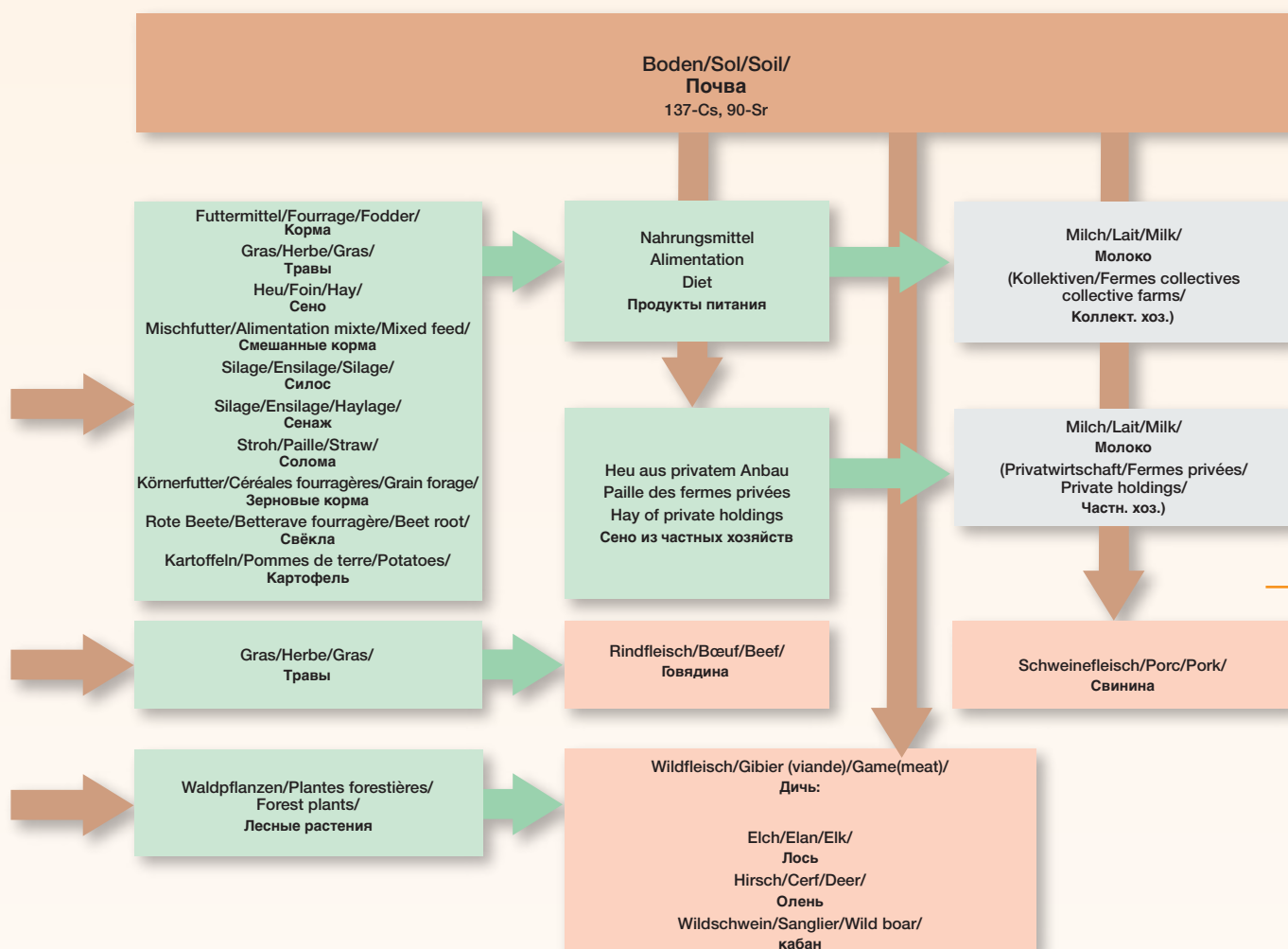
5.1 Sous-base de données : transfert plante-animaux

La sous-base de données «Transfert plante-animaux» contient les résultats des mesures faites sur les échantillons environnementaux dans les régions (en russe oblasts) de Biélorussie (Gomel, Mogilev), de Russie (Kaluga, Briansk) et d'Ukraine (Kiev, Zhitomir).

Outre les teneurs en radionucléides dans le fourrage, le lait et la viande, les coefficients de transfert (TF) correspondants calculés sont disponibles.

5.2 Résultats de la base de données

Cette sous-base de données contient les deux catégories «lait» et «viande». Elle renferme les informations concernant les activités spécifiques dans les produits animaux ainsi que les spécifications concernant les pratiques de nourrissage, les rations, les types



The objective consisted in creating a reliable tool for the interpretation and prediction of the long-term behaviour of the relevant radionuclides for the pathway “animal fodder-animal-animal product” under various agricultural and temporal conditions.

5.1 Sub-Database: Transfer Plant-Animal

The sub-database “Plant-Animal Transfer” contains results of measurements from environmental sample measurements in the regions (in Russian: Oblast) of Belarus (Gomel, Mogilev), Russia (Kaluga, Bryansk) and Ukraine (Kiev, Zhitomir).

Not only the radionuclide content in fodder, milk and meat but also the respective calculated transfer factors (TF) are available.

5.2 Database results

This sub-database contains the two categories “milk” and “meat”. It not only embodies information about the specific activities in animal products but also specifications about feeding practice, feeding ration, type of fodder, specific activity in fodder as well as milk and meat yields in the different regions.

Целью деятельности была разработка надёжного инструментария для интерпретации и прогнозов долгосрочного поведения значимых радионуклидов для пути “корма – животные – продукция животноводства” в различных сельскохозяйственных условиях и разное время.

5.1 Тематическая БД: Перенос растения-животные

Тематическая БД „Перенос растения-животные“ содержит результаты измерений проб окружающей среды из областей Белоруссии (Гомельской, Могилёвской), России (Калужской, Брянской), а также Украины (Киевской, Житомирской).

Кроме содержания радионуклидов в кормах, молоке и мясе из БД можно получить рассчитанные факторы переноса (ФП).

5.2 Результаты работы по базе данных

Тематическая БД под рубриками „молоко“ и „мясо“ содержит не только значения удельной активности продуктов животноводства, но и также сведения по практике и нормам задачи кормов, видам кормов, удельной активности в кормах,

Konzeptionelles Schema der Teil-Datenbank Transfer Pflanze/Tier: Die Felder repräsentieren einzelne Modellbereiche. Die Pfeile zeigen die Richtung des Radionuklidtransfers. Darüber hinaus stehen Daten zu Langzeitbetrachtungen sowie Werte gleich bleibender Transferfaktoren für das System „Boden → Futter → Fleisch (Milch)“ ebenfalls in der Datenbank zur Verfügung.

Conceptual scheme of the Plant-Animal Transfer sub-database: The fields represent separate model parts. The arrows indicate the direction of the radionuclide transfer. Also, the database includes data on long-term observation and values of unchanging transfer factors for the “soil-fodder-meat (milk)” system.

Schéma conceptuel de la sous-base de données «Transferts Plante-Animal» : les champs représentent les différentes parties du modèle. La flèche indique la direction du transfert de radionucléides. La base de données inclut aussi les données sur l'observation à long terme et les valeurs constantes des facteurs de transferts pour le système «sol→nourriture→viande (lait)»

Концептуальная схема тематической БД „Перенос растение-животные“: поля представляют собой отдельные области моделей и стрелки – направления переноса радионуклидов. Кроме того, БД предоставляет информацию по долгосрочным наблюдениям, а также значения остающихся неизменными факторов переноса для системы „почва → корма → мясо (молоко)“

Milch und Fleisch in den verschiedenen Regionen. Zusätzlich zu den landwirtschaftlichen Nutztieren wurden auch zahlreiche Messwerte für Wildtiere erfasst.

Aus regelmäßig wiederholten Beprobungen innerhalb gewisser Zeitabstände konnte die Entwicklung des Transferfaktors „Futter/Milch“ dokumentiert und die biologische Halbwertszeit (HWZ) zu ermittelt werden. Der Transferfaktor (d/l) beschreibt den Übergang der Radionuklide aus der täglichen aufgenommenen Futtermenge in einen Liter Milch.

Es zeigt sich, dass die HWZ von Caesium 137 in der Milch mit der Zeit ansteigt: Die Caesium 137-Transferfaktoren für Milch liegen im Mittel bei $9 \cdot 10^{-3}$ d/l und für Strontium 90 im Bereich von $2 \cdot 10^{-3}$ d/l und decken sich mit den Angaben nationaler und internationaler Autoren.

Die Werte für den Pfad „Boden/Nutz- und Wildtiere“ stimmen gut mit den Empfehlungen nationaler und internationaler Richtlinien überein. Für den Vergleich wurde das Verhältnis der Aktivität in Fleisch (Bq/kg) zur Umweltaktivität (Bq/kg Boden) zugrunde gelegt. Der Vergleich zeigt, dass Wildfleisch bis zu zehn Mal höher mit Caesium 137 kontaminiert ist als das Fleisch landwirtschaftlicher Nutztiere aus demselben Gebiet. Werte für Strontium 90 sind nicht verfügbar.

Die Teil-Datenbank „Pflanze/Tier“-Transfer kann damit als zuverlässige Informationsgrundlage dienen, um die Umweltauswirkungen freigesetzter Radioaktivität über die terrestrische Nahrungskette bis hin zum Tierprodukt zu bewerten.

d'alimentation, les activités spécifiques dans le fourrage ainsi que les rendements laitiers et en viande dans les différentes régions. De nombreux résultats de mesures concernant le gibier ont également été collectés en complément de ceux obtenus sur le bétail.

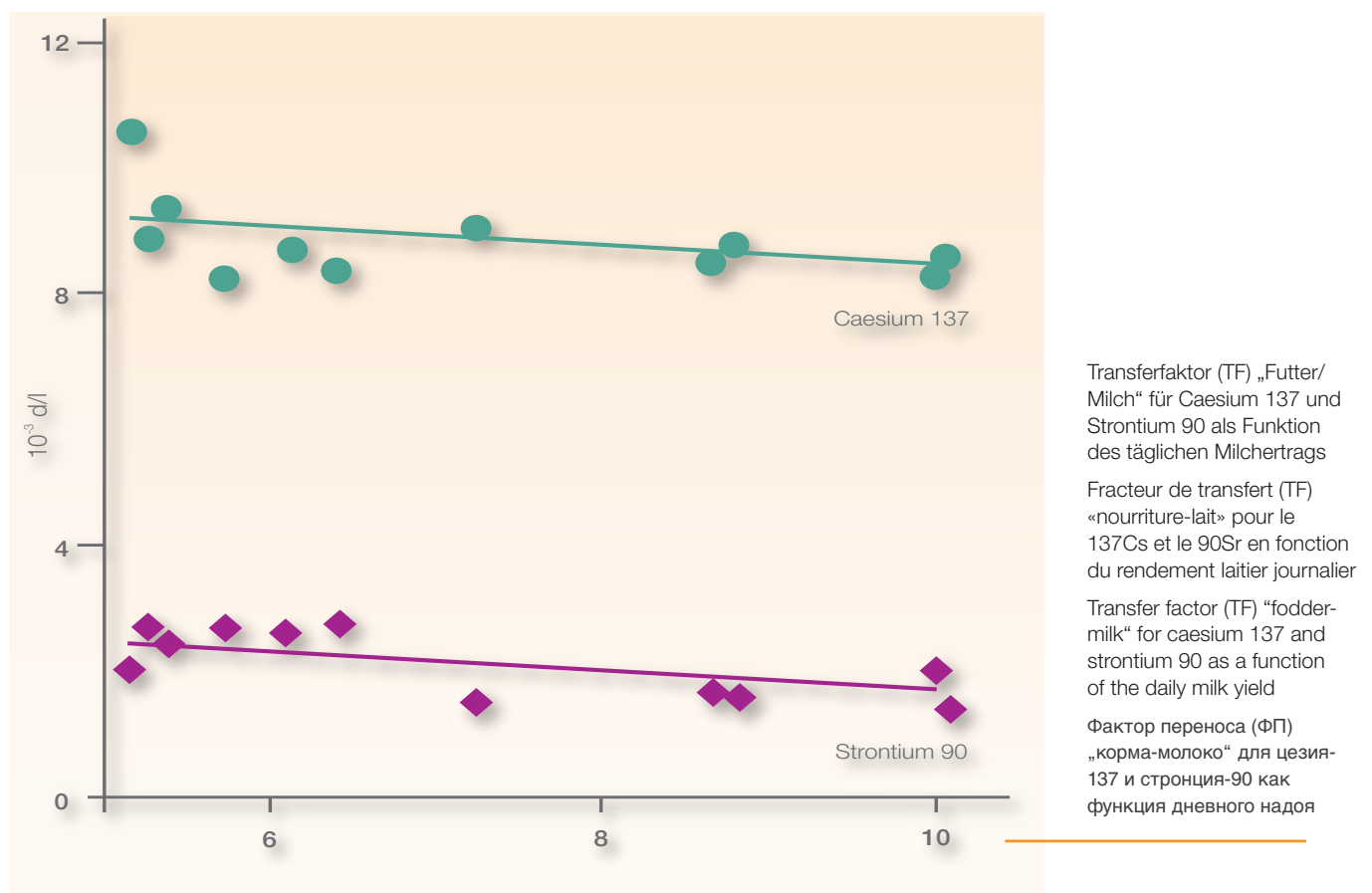
Un échantillonnage répété selon des intervalles de temps définis permet d'obtenir des renseignements sur l'évolution du coefficient de transfert «fourrage-lait» et de déterminer la période biologique des radionucléides concernés.

Il a été constaté que la période du césium 137 dans le lait augmente avec le temps : les coefficients de transfert (en jour/litre, j/l) dans le lait sont de l'ordre de $9 \cdot 10^{-3}$ j/l pour le césium 137 et $2 \cdot 10^{-3}$ j/l pour le strontium 90 et sont conformes aux données provenant de sources nationales et internationales.

Les valeurs du transfert «sol/bétail et gibier» sont conformes aux valeurs recommandées dans les directives nationales et internationales. Le rapport des différentes activités spécifiques dans la viande (Bq/kg) et dans l'environnement (Bq/kg de sol) a servi de base de comparaison.

La comparaison de la contamination radioactive du bétail et du gibier dans la même région montre que cette contamination par le césium 137 de la viande de gibier est dix fois supérieure à celle du bétail. Aucune valeur concernant le strontium 90 n'est disponible.

La sous-base de données «Transfert plante-animaux» constitue une information initiale fiable pour l'évaluation de l'impact



In addition to agricultural farm animals, numerous measuring results regarding game were gathered.

Repeated sampling within certain time intervals allowed the documentation of the development of the transfer factor “fodder-milk” and the determination of the biological half-life. The transfer factor (d/l) describes the transfer of radionuclides from the daily received feeding ration in one litre of milk.

It was found that the half life of caesium 137 in milk increases over time: the milk transfer factors for caesium 137 are in the range of $9 \cdot 10^{-3}$ d/l and for strontium 90 in the range of $2 \cdot 10^{-3}$ d/l and are congruent with data from national and international authors.

The values of the pathway “soil/farm animal and venison” are in good agreement with recommended values in national and international guidelines. The relation of the different contents of activity in meat (Bq/kg) and environment (Bq/kg soil) were used as a basis for the comparison. A comparison of radioactive contamination of farm animals and venison from the same region shows that the meat of the venison is more contaminated with caesium 137 by up to a factor of ten in comparison with the meat of farm animals. Values of strontium 90 are not available.

The sub-database “Plant/Animal Transfer” can therefore serve as a reliable information basis for the assessment of the environmental impact of released radioactivity from the terrestrial food chain up to animal products.

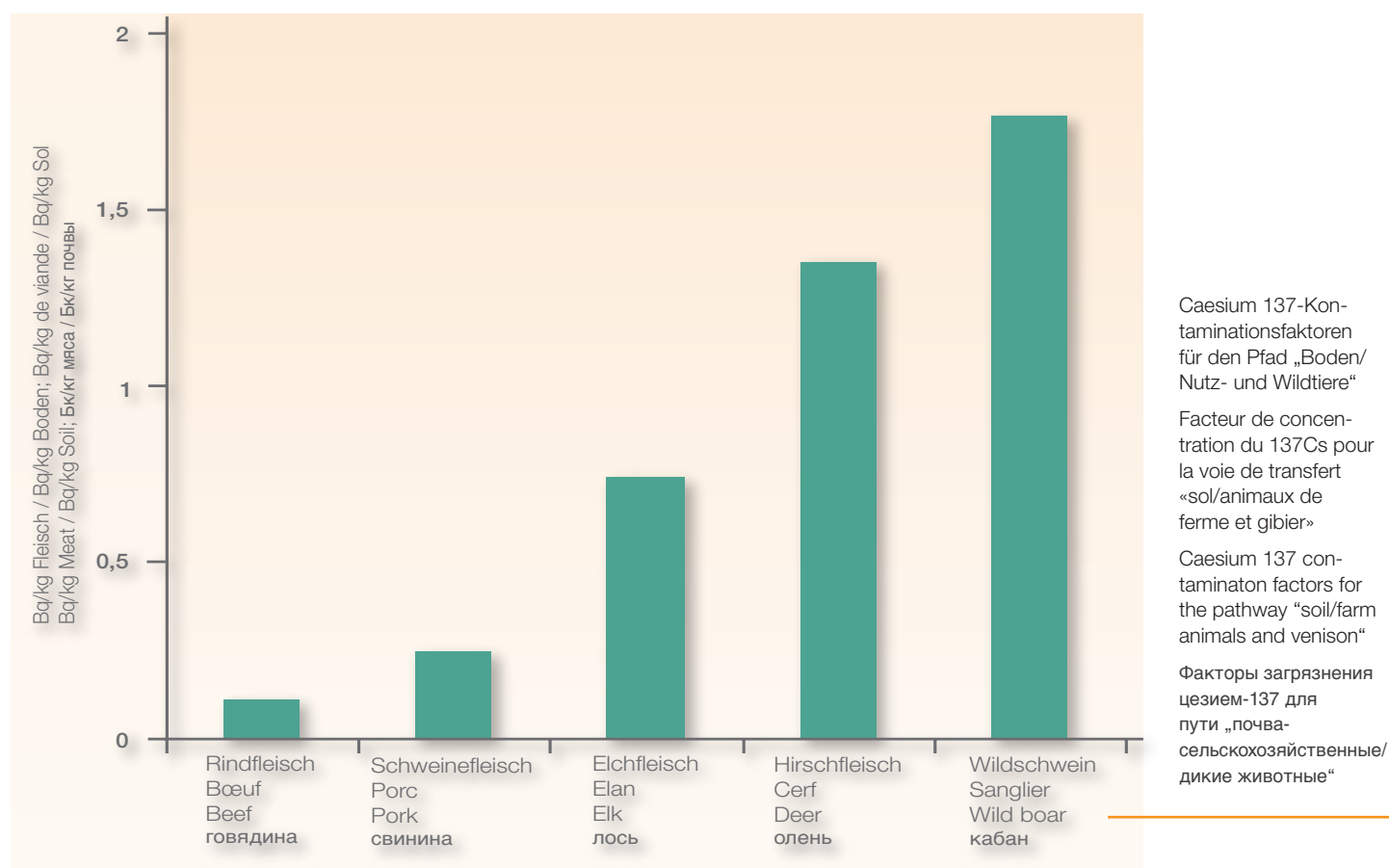
а также надоям молока и производству мяса в различных регионах. Дополнительно к данным по сельскохозяйственным животным были собраны многочисленные результаты измерений по диким животным.

Многочисленные взятия проб через определённые периоды времени позволили зарегистрировать развитие фактора переноса „корма-молоко” и определить биологический период полураспада (ППР). Фактор переноса (д/л) описывает переход радионуклидов из дневной нормы потреблённых кормов в литр молока.

Видно, что ППР цезия-137 в молоке со временем возрастает: фактор переноса цезия-137 для молока достигает в среднем значения $9 \cdot 10^{-3}$ д/л и для стронция-90 примерно $2 \cdot 10^{-3}$ д/л, что совпадает со сведениями отечественных и зарубежных авторов.

Значения для пути „почва-сельскохозяйственные/дикие животные” хорошо совпадают с рекомендациями отечественных и зарубежных руководств. Сравнение радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных и диких животных одной и той же местности показывает, что мясо диких животных почти в десять раз выше загрязнено цезием-137. Для загрязнения стронцием-90 таких данных не имеется в распоряжении.

Таким образом, тематическая БД „Перенос растения-животные” может служить надёжной основой информации для оценки экологического влияния вышедшей радиоактивности на земные цепочки питания вплоть до животных продуктов.





Darüber hinaus ist sie eine Informationsquelle hinsichtlich der Auswahl geeigneter Strategien für Gegenmaßnahmen in kontaminierten Gebieten.

Sie gestattet:

- die Validierung und Verifizierung von Parametern des Umweltpfadmodells „Tierfutter/Fleisch“ in natürlichen und seminatürlichen Ökosystemen,
- die praktische Arbeit von Strahlungsüberwachungseinrichtungen zur Qualitätskontrolle von Messungen,
- die Berechnung von Grenzwerten der Radionuklidkontamination in verschiedenen Futtermitteln, die im Zusammenhang mit der Herstellung von tierischen Produkten verwendet werden,
- die Berechnung der radioaktiven Kontamination von Wildfleisch. ■

environnemental de l'activité transférée depuis les produits d'alimentation d'origine terrestre vers les produits animaux.

En outre, elle constitue une source d'informations supplémentaire pour le choix des stratégies adéquates de contre-mesures pour les territoires contaminés.

Elle peut donc également être utilisée pour :

- la validation et la vérification des paramètres du modèle de transfert environnemental «fourrage/viande» dans les écosystèmes naturels et semi-naturels,
- les applications pratiques des services de surveillance des radiations pour le contrôle qualité des mesures,
- le calcul des limites de contrôle de la contamination par radionucléides dans différents types d'alimentation utilisés dans le cadre de la production de produits animaux,
- le calcul de la contamination radioactive du gibier. ■



Die Teil-Datenbank „Pflanze/Tier“-Transfer gestattet die Berechnung der radioaktiven Kontamination von Wildfleisch

La sous-base de données «Transfert plante-animaux» peut être utilisée pour le calcul de la contamination radioactive du gibier

The sub-database “Plant/Animal Transfer” allows the calculation of the radioactive contamination of venison

Таким образом, тематическая БД „Перенос растения-животные“ позволяет выполнить расчёт радиоактивного загрязнения в мясе диких животных



It is furthermore an information source for the selection of adequate countermeasures in contaminated territories, allowing:

- the validation and verification of parameters of the environmental pathway model “fodder/meat” in natural and seminatural ecosystems,
- the practical work of radiation monitoring services for the quality control of measurements,
- calculation of control limits of radionuclide contamination in various kinds of fodder that are used in the context of producing animal products,
- calculation of the radioactive contamination of venison. ■

Кроме того, она представляет собой дополнительный источник информации по выбору пригодных стратегий контрмер на загрязнённых территориях. Дополнительно эта БД позволяет выполнить:

- валидацию и верификацию параметров модели пути радионуклидов „корма-мясо“ в естественных и полустественных экологических системах,
- практическую работу организаций мониторинга радиологической обстановки для контроля за качеством измерений,
- расчёты предельных значений загрязнения радионуклидами в различных видах кормов, используемых для производства сельскохозяйственной продукции,
- расчёты радиоактивного загрязнения в мясе диких животных. ■





Oberflächen-Abfluss in aquatische Systeme

Die reliefarme Region um das Kernkraftwerk Tschernobyl ist durch ein weit verzweigtes Gewässernetz (u. a. Dnjepr, Pripjat, Uzh, Irpen und Teterev) gekennzeichnet. Aufgrund dieser hydrologischen und geographischen Situation sowie der lokalen Klimateigenschaften stellt der Oberflächen-Abfluss von Radionukliden durch Regen, Überflutungen und Schneeschmelzen einen der wichtigsten Transferpfade für Radionuklide aus der kontaminierten Zone dar.

Transfert par ruissellement de surface

La région autour du réacteur nucléaire de Tschernobyl est relativement plate et caractérisée par un réseau très ramifié de cours d'eau (Dniepr, Pripjat, Uzh, Irpen, Teterev, etc.). Compte tenu de la situation hydrologique et géographique ainsi que des caractéristiques climatiques locales, le ruissellement de surface résultant de la pluie, des inondations et de la fonte des neiges est l'une des voies de transfert majeures pour l'exportation des radionucléides hors de la zone contaminée.



Der Oberflächen-Abfluss von Radionukliden durch Regen, Überflutungen und Schneeschmelzen stellt einen der wichtigsten Transferpfade für Radionuklide aus der kontaminierten Zone dar

Le ruissellement de surface résultant de la pluie, des inondations et de la fonte des neiges est l'une des voies de transfert les plus importantes dans la zone contaminée

The surface runoff of radionuclides as a consequence of rain, flooding and snowmelt is one of the most important transfer ways of radionuclides out of the contaminated zone

Поверхностный сток радионуклидов с дождями, паводками и таянием снега представляет собой один из наиболее значимых путей переноса радионуклидов из загрязнённой местности

Radionuclide Transfer by Surface Runoff

The surrounding region of the Chernobyl power plant is rather flat and characterised by a widely ramified network of streams (Dnjepr, Pripjat, Uzh, Irpen, Teterev etc). Due to this hydrological and geographical situation as well as the characteristics of the local climate, the surface runoff of radionuclides as a consequence of rain, flooding and snowmelt is one of the most important transfer ways of radionuclides out of the contaminated zone.

Поверхностный сток в водные системы

Малорельефная местность вокруг Чернобыльской АЭС отличается широко разветвлённой сетью водоёмов (Днепр, Припять, Уж, Ирпень, Тетерев и др.). Благодаря такой гидрологической и географической ситуации, а также местным климатическим условиям поверхностный сток радионуклидов с дождями, паводками и таянием снега представляет собой один из наиболее значимых путей переноса радионуклидов из загрязнённой местности.

Ziel des Teilprojekts „Oberflächen-Abfluss“ war es, Informationen über die radioaktive Kontamination von Flüssen und über ihr Einzugsgebiet in den am stärksten kontaminierten Gebieten zu sammeln. Ergänzt werden diese Informationen durch Experimente auf definierten Ablaufflächen (Mikro-Plot). Die Daten aus diesem Teilprojekt können für die Erprobung und Validierung internationaler Modelle zur Radionuklidmigration in Boden/Wasser-Systemen verwendet werden.

6.1 Teil-Datenbank: Oberflächen-Abfluss

Die Teil-Datenbank „Oberflächen-Abfluss“ besteht aus vier Komponenten, in denen meteorologische Daten, Radionuklidkonzentrationen, hydrologische Daten, Ergebnisse von Versuchen auf Ablaufflächen und die Charakterisierung von Böden und Radionuklidarten zusammengestellt sind.

6.2 Datenbank-Ergebnisse

Die Teil-Datenbank „Oberflächen-Abfluss“ enthält eine Vielzahl von Daten zur Aktivitätskonzentration von Cäsium 137 und Strontium 90 in Flusswasser, in Flussbett-Sedimenten und in den Böden von Wasserscheiden sowie die Ergebnisse von Versuchen auf Ablaufflächen. Insgesamt wurden 3.622 Konzentrationswerte aus terrestrischen Ökosystemen (Versuchsflächen: 568 Werte; Böden: 3.054 Werte), 7.401 Konzentrationswerte aus aquatischen Ökosystemen (Flüsse: 6.961 Werte; Sedimente: 440 Werte) und 2.126 Ablaufwerte für Regen (1.977) und Schneeschmelze (149) erfasst.

Die Teil-Datenbank „Oberflächen-Abfluss“ ist ein wertvolles Werkzeug für die Erprobung und Validierung von Modellen der

L'objectif du sous-projet «Ruissellement» était de collecter, dans les zones les plus contaminées, les informations disponibles sur la contamination radioactive des rivières et sur leur bassin versant. Ces informations sont complétées par des expérimentations sur des parcelles de ruissellement (micro parcelles). Les données de ce sous-projet constituent un outil permettant de tester et de valider les modèles nationaux et internationaux de migration des radionucléides dans les systèmes sol-eau.

6.1 Sous-base de données : ruissellement de surface

La sous-base de données «Ruissellement de surface» est constituée de quatre éléments rassemblant les données météorologiques, les concentrations de radionucléides, les données hydrologiques, les résultats d'expérimentations sur les zones de ruissellement ainsi que la caractérisation des sols et des différents radionucléides.

6.2 Résultats de la base de données

La sous-base de données «Ruissellement de surface» comprend de nombreuses données sur la l'activité du césium 137 et du strontium 90 des eaux fluviales, des sédiments de lit de rivières et des sols des bassins versants ainsi que les résultats des expérimentations sur les zones de ruissellement. En tout, 3 622 valeurs de concentration provenant d'écosystèmes terrestres (zones d'échantillonnage : 568 valeurs ; sols : 3 054 valeurs), 7 401 valeurs de concentration provenant d'écosystèmes aquatiques (rivières : 6 961 valeurs ; sédiments : 440 valeurs) et 2 126 valeurs de ruissellement provenant de la pluie (1 977) et de la fonte des neiges (149) ont été réunies.



Mikro-Plot im Freien zur Bestimmung des oberflächigen Regenablaufes

Micro-parcelles pour la mesure du ruissellement

Micro plot in the field for measuring run-off

Микроучасток для полевых измерений водостока осадков



Pripjat, La rivière Pripiat, River Pripjat, Припять

The objective of the “Surface Runoff” sub-project was to collect information about the radioactive contamination of rivers and about their catchment areas in the most contaminated regions. This information was supplemented by experiments on defined runoff plots (micro plots). The data from this sub-project can be used for testing and validating international models of radionuclide migration in soil-water systems.

6.1 Sub-Database: Surface Runoff

The “Surface Runoff” sub-database consists of four components, compiling meteorological data, radionuclide concentration, hydrological data, test results on runoff areas as well as the characterisation of soils and types of radionuclides.

6.2 Database results

The “Surface Runoff” sub-database comprises numerous data on activity concentration of caesium 137 and strontium 90 in river water, in riverbed sediments and in the soils of watersheds as well as results of tests on runoff areas. Altogether, 3,622 concentration values from terrestrial ecosystems (sample areas: 568 values; soils: 3,054 values), 7,401 concentration values from aquatic ecosystems (rivers: 6,961 values; sediments: 440 values) and 2,126 runoff values for rain (1,977) and for snowmelt (149) were gathered.

The “Runoff” sub-database is a valuable tool for testing and validating models of radionuclide migration in soil-water systems. Also, it allows the reconstruction of radiation exposure to the population via the aquatic pathway (potable water, fish, staying on river banks, etc.).

Целью части проекта „Поверхностный сток“ был сбор всей имеющейся информации о радиоактивном загрязнении рек и их бассейнов на наиболее сильно загрязнённых территориях. Эта информация была дополнена экспериментами на поверхностях стоков (микроучастках). Данные этой части проекта могут использоваться для испытаний и валидации международных моделей миграции радионуклидов в системе „почва-вода“.

6.1 Тематическая БД: Поверхностный сток

Тематическая БД „Поверхностные стоки“ состоит из четырёх компонентов, в которых собраны метеорологические данные, значения концентрации радионуклидов, гидрологические данные, результаты экспериментов на территориях стоков и характеристики почв и видов радионуклидов.

6.2 Результаты работы по базе данных

Тематическая БД „Поверхностный сток“ содержит множество данных по концентрации активности цезия-137 и стронция-90 в воде рек, в донных отложениях в руслах рек и в почвах водораздела, а также результаты экспериментов по поверхностям стоков. Всего было учтано 3.622 значения концентраций из земных экосистем (площадь экспериментов: 568 значений; почва: 3.054 значения), 7.401 значение концентрации из водных экосистем (реки: 6.961 значение; донные отложения: 440 значений) и 2.126 значений дождевых (1.977) и снеговых (149) стоков.

Тематическая БД „Поверхностный сток“ является ценным инструментарием для испытания и валидации моделей миграции





Die reliefarme Region um das Kernkraftwerk Tschernobyl ist durch ein weit verzweigtes Gewässernetz gekennzeichnet

La région autour du réacteur nucléaire de Tchernobyl est relativement plate et caractérisée par un réseau très ramifié de cours d'eau

The surrounding region of the Chernobyl power plant is rather flat and characterised by a widely ramified network of streams

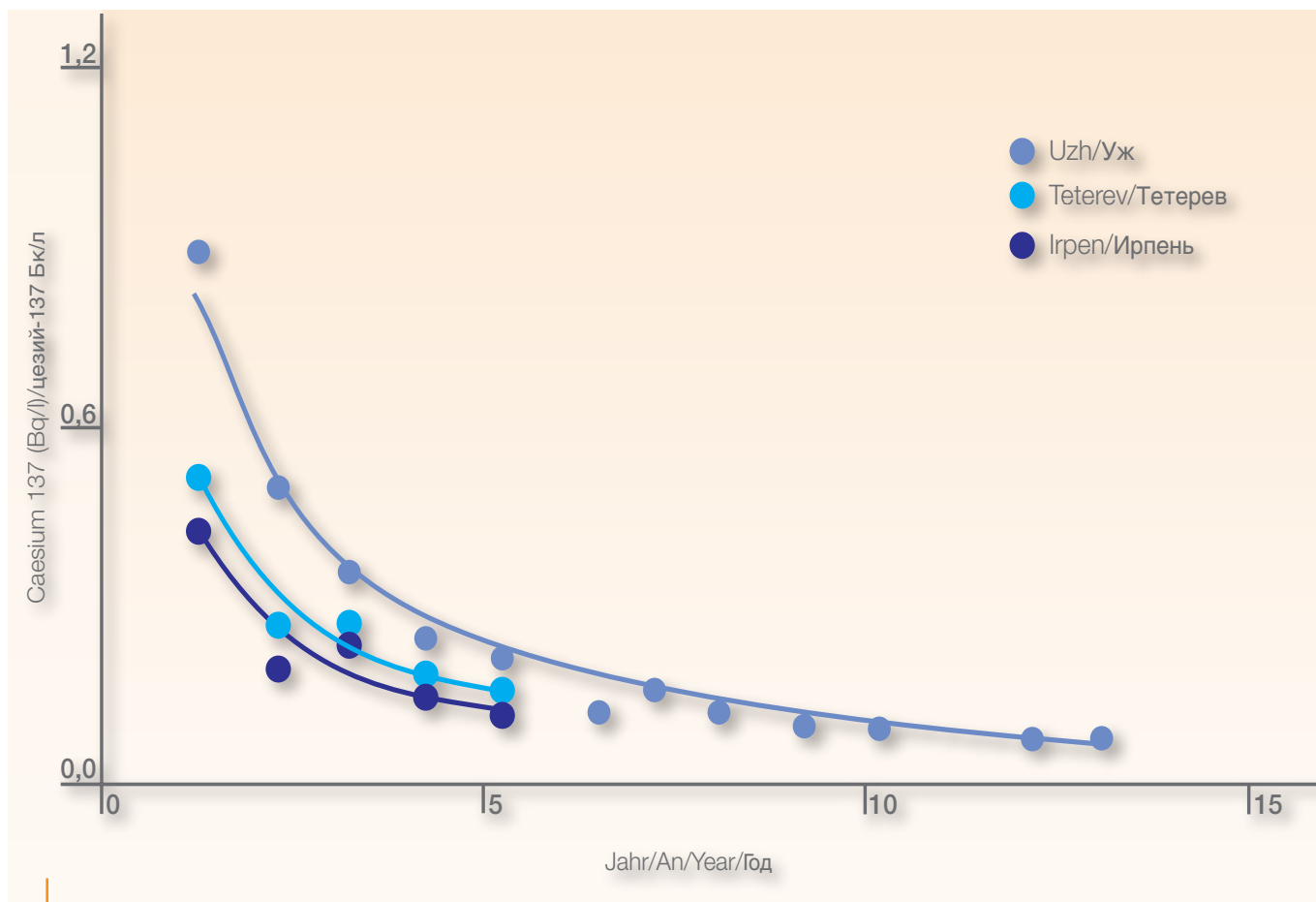
Малорельефная местность вокруг Чернобыльской АЭС отличается широко разветвлённой сетью водоёмов

Radionuklidmigration in Boden-Wasser-Systemen. Darüber hinaus gestattet sie die Rekonstruktion der Strahlenexposition der Bevölkerung über den aquatischen Pfad (Trinkwasser, Fisch, Aufenthalt auf Uferstreifen u. ä.).

Das von der russischen Firma Typhoon entwickelte Modell (TYPHOON-Modell) zur Analyse des Oberflächenabflusses wurde anhand der in der Teil-Datenbank „Oberflächen-Abfluss“ verfügbaren Daten zur Radionuklidkonzentration im Wasser erfolgreich getestet. ■

La sous-base de données «Ruissellement» est un instrument précieux pour tester et valider des modèles de migration des radionucléides dans les systèmes sol-eau. Elle permet également de reconstituer l'exposition de la population aux radiations via le cheminement aquatique (eau potable, poisson, séjour sur les berges des rivières, ...).

Le modèle développé par la société russe Typhoon (TYPHOON model) pour analyser le ruissellement de surface a été testé avec succès à l'aide des données de la sous base de données «Ruissellement». ■



Vergleich von Messwerten und Modellrechnungen des TYPHOON-Modells für kleine Flüsse (Uzh, Irpen und Teterev) in der 30-km-Sperrzone. Es besteht eine gute Übereinstimmung zwischen der Rechnung für einen Zeitraum bis zu 13 Jahre und den beobachteten Messwerten aus der Überwachung.

Exemple de validation du modèle pour les petites rivières (Uzh, Irpen et Teterev) dans la zone d'exclusion de 30 km. Il y a, sur une période allant jusqu'à 13 ans, un accord satisfaisant entre les prévisions du modèle et les valeurs mesurées dans le cadre de la surveillance.

Comparison of measured values and TYPHOON model calculations for small rivers (Uzh, Irpen and Teterev) of the 30-km Exclusion Zone. There is a good agreement of the calculation over a period of up to 13 years with the measured values from monitoring.

Сравнение измеренных значений и расчётов модели „Тайфун“ для малых рек (Уж, Ирпень и Тетерев) в 30-километровой зоне отчуждения. Существует хорошее совпадение между расчётами модели для периода до 13 лет и измеренными значениями.

The model developed by the Russian Typhoon company (TYPHOON model) for analysing the surface runoff was successfully tested using the data on the concentration of radionuclides in water available in the "Runoff" sub-database. ■

радионуклидов в системах „почва-вода“. Кроме того, она позволяет провести реконструкцию радиационной нагрузки населения по водному пути (питьевая вода, рыба, пребывание на берегах и т. п.).

Разработанная российским НПО „Тайфун“ модель для анализа поверхностных стоков была успешно опробована на основе данных тематической БД „Поверхностные стоки“ по концентрации радионуклидов в воде. ■



Transfer in aquatische Ökosysteme

Aufgrund des lokalen und regionalen hydrologischen Netzes ist damit zu rechnen, dass sich die Kontamination aus der Tschernobyl-Zone über die örtlichen Gewässer ausbreitet und schließlich in das Kiew-Reservoir, der Haupttrinkwasserquelle für die Einwohner der Stadt Kiew, gelangen wird. Die Kontamination des Wassers zieht eine potenzielle Strahlenexposition der Bevölkerung über die relevanten Pfade „Aufnahme von Trinkwasser, Speisefische oder die landwirtschaftliche Nutzung des Wassers“ nach sich.

Transferts en milieu aquatique

En raison du système hydrologique local et national, la contamination provenant de la zone de Tchernobyl sera dispersée à travers le système local et aboutira dans le réservoir de Kiev qui la principale source d'alimentation en eau potable de la ville de Kiev. De ce fait, il résulte de la contamination de l'eau une source potentielle d'exposition radioactive à travers les voies de transfert importantes comme l'ingestion d'eau potable, de poissons comestibles ou bien de l'utilisation agricole de l'eau.



Die Kontamination des Wassers zieht eine potenzielle Strahlenexposition der Bevölkerung über die relevanten Pfade „Aufnahme von Trinkwasser, Speisefische oder die landwirtschaftliche Nutzung des Wassers“ nach sich

La contamination de l'eau induit pour les populations une exposition potentielle aux rayonnements via les voies importantes que sont l'ingestion d'eau de boisson et de poisson comestibles ou via les usages agricoles de l'eau

As a consequence, the contamination of the water results in a potential radiation exposure of the population via the relevant pathways as ingestion of drinking water, edible fish or via the agricultural use of water

Загрязнение воды влечёт за собой потенциальную возможность радиационной нагрузки населения по значимым путям „потребление питьевой воды, рыбы и сельскохозяйственное использование воды“

Radionuclide Transfer in Aquatic Environment

Owing to the local and national hydrological system, contamination from the Chernobyl Zone will presumably spread through the local hydrological system and finally end up in the Kiev Reservoir which is the main source of fresh water for the city of Kiev. As a consequence, the contamination of the water results in a potential radiation exposure of the population via the relevant pathways as ingestion of drinking water, edible fish or via the agricultural use of water.

Перенос радионуклидов в водные экосистемы

Учитывая локальную и региональную гидрологическую сеть, следует рассчитывать на то, что загрязнение из черновыльской зоны распространяется по местным водоёмам и далее попадает в Киевское водохранилище, главный источник питьевой воды для жителей города Киева. Загрязнение воды влечёт за собой потенциальную возможность радиационной нагрузки населения по значимым путям „потребление питьевой воды, рыбы и сельскохозяйственное использование воды“.

Die Modellierung des Radionuklidtransfers in aquatischen Organismen ist hierbei ein wichtiges Werkzeug, um die Strahlenexposition und Kontamination von Mensch und Umwelt zu ermitteln. Das Teilprojekt konzentrierte sich darauf, das von IRSN 1995 entwickelte TRANSAQUA-Modell für abiotische und biotische Parameter sowie die Kinetik von Radionukliden zu erproben, zu validieren und zu bewerten. Die Arbeiten beschränkten sich auf limnisch-fluviatile Ökosysteme mit unterschiedlichen hydrologischen und ökologischen Eigenschaften sowie mit unterschiedlichem Kontaminationsgrad und verschiedenen Eigenschaften der radioaktiven Kontamination. Zu diesem Zweck wurde in jedem Land ein Referenzgewässer ausgewählt: der Svyatskoe-See in Weißrussland, der Koshanovskoe-See in Russland und das Kiew-Reservoir in der Ukraine.

7.1 Teil-Datenbank: TRANSAQUA

Die Teil-Datenbank „TRANSAQUA“ besteht für jedes der Referenzgewässer aus drei Komponenten:

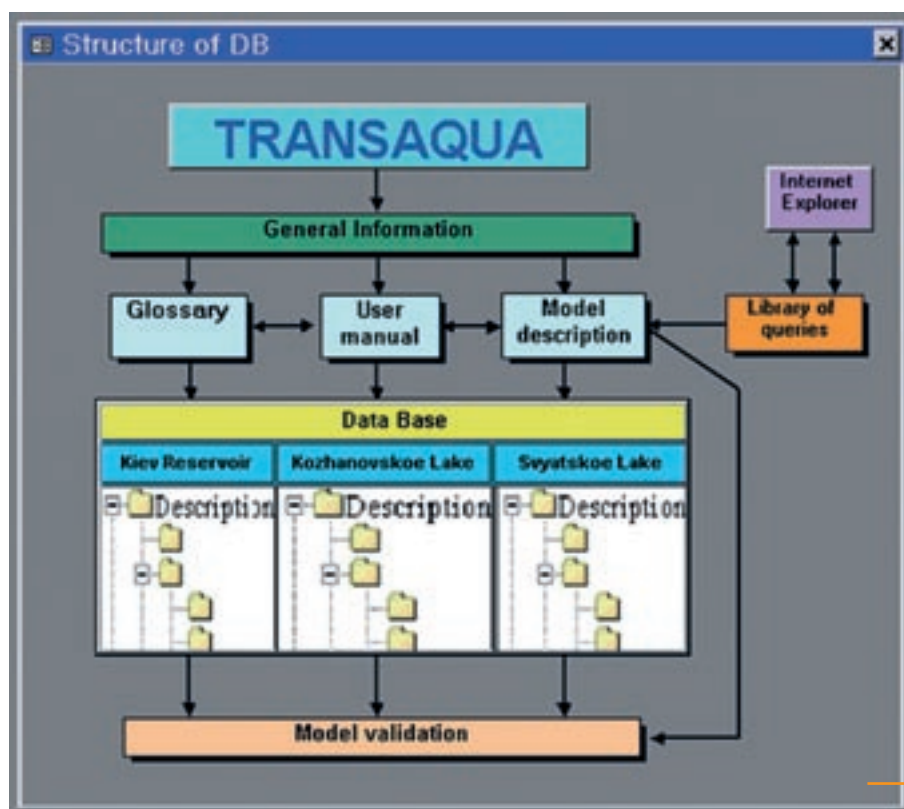
- Abiotische Komponente: Radionuklidkonzentration im Wasser und im Sediment, Halbwertszeit der Radionuklide etc.
- Biotische Komponente: Zooplankton, Zoobenthos, Zoonecton, Alter, Nahrung und Wachstumskoeffizienten für Raub- und Beutetiere. Alle biotischen Parameter wurden einer Sensitivitätsanalyse unterzogen. Nach dieser Analyse beeinflussen am stärksten die kinetischen Parameter zur Anreicherung und Ausscheidung das Ergebnis der Berechnung.
- Kinetik des Austauschs: Ansammlungs- und Entfernungskoeffizienten.

La modélisation du transfert des radionucléides vers les organismes aquatiques est un outil important pour déterminer la contamination et l'exposition environnementales et humaines. Ce sous-projet porte principalement sur les tests, la validation et l'évaluation du modèle TRANSAQUA pour les paramètres abiotiques et biotiques ainsi que sur la cinétique des radionucléides. Le modèle TRANSAQUA a été développé en 1995 par l'IRSN. Les travaux se sont limités aux écosystèmes limniques fluviaux avec différentes caractéristiques hydrologiques et écologiques ainsi que différents niveaux de contamination et caractéristiques de contamination radioactive. À cette fin, un plan d'eau de référence a été choisi dans chaque pays: le lac Svyatskoe en Biélorussie, le lac Koshanovskoe en Russie et le lac-réservoir de Kiev en Ukraine.

7.1 Sous-base de données : TRANSAQUA

La sous-base de données «TRANSAQUA» est constituée de trois composantes pour chaque plan d'eau de référence :

- Composante abiotique : concentration des radionucléides dans l'eau et les sédiments et période des radionucléides, etc.
- Composante biotique : zooplancton, zoobenthos, zoonecton, âge, régime alimentaire et coefficients de croissance pour les proies et les prédateurs. L'ensemble des paramètres biotiques a fait l'objet d'une analyse de sensibilité. Selon cette analyse, les paramètres cinétiques pour l'accumulation et l'élimination sont ceux qui influencent le plus le résultat du calcul.
- Cinétique des échanges : coefficients d'accumulation et d'élimination.



Struktur der Teil-Datenbank TRANSAQUA

Structure de la base de données TRANSAQUA

Database structure of TRANSAQUA

Структура тематической БД „TRANSAQUA“



Eisangler in
Tschernobyl
Pêcheurs à
Tchernobyl
Anglers at
Chernobyl
Рыбаки в
Чернобыле

Modelling the radionuclide transfer in aquatic organisms is an important tool for determining environmental and human contamination and exposure. This sub-project focused on the testing, the validation and assessment of the TRANSAQUA model for abiotic and biotic parameters as well as on the kinetic of radionuclides. The TRANSAQUA model was developed in 1995 by IRSN. The work was limited to limnic-fluviatile ecosystems with various hydrological and ecological characteristics as well as with various levels of contamination and various characteristics of the radioactive contamination. For this purpose one reference water body was chosen in each country: Syvatskoe Lake in Belarus, Koshanovskoe Lake in Russia and Kiev Reservoir in Ukraine.

7.1 Sub-Database: TRANSAQUA

The “TRANSAQUA” sub-database consists of three components for each reference water body:

- Abiotic component: radionuclide concentration in water and sediment, half life of radionuclides etc.
- Biotic component: zooplankton, zoobenthos, zoonekton, age, diet and growth coefficients for prey and predators. All of the biotic parameters underwent a sensitivity analysis. According to this analysis the kinetic parameters for accumulation and elimination are those that influence the most the result of the calculation.
- Kinetics of exchange: accumulation and elimination coefficients.

Моделирование переноса радионуклидов в водных организмах представляет собой важный инструментарий для определения радиационной нагрузки и загрязнения человека и окружающей среды. Эта часть проекта сосредоточена на испытании, валидации и оценке разработанной в IRSN в 1995 г. модели TRANSAQUA для абиотических и биотических параметров, а также кинетики радионуклидов. Работы были сосредоточены только на описании пресноводных систем с различными гидрологическими и экологическими свойствами, а также различной степенью загрязнения и различными свойствами радиоактивного загрязнения. Для этой цели в каждой участвующей стране выбирались типичные (базовые) водоёмы: о. Святское в Белоруссии, о. Кожановское в России и Киевское водохранилище на Украине.

7.1 Тематическая БД: TRANSAQUA

Тематическая БД „TRANSAQUA“ состоит из трёх компонентов для каждого базового водоёма:

- абиотические компоненты: концентрация радионуклидов в воде и в донных отложениях, период полураспада радионуклидов и т. п..
- биотические компоненты: зоопланктон, зообентос, зоонектон, возраст, питание и коэффициент роста для хищных рыб и дичи. Для всех биотических параметров проводится анализ чувствительности. Они показывают, что наибольшее влияние на результаты расчётов оказывают кинетические параметры привнесения и уноса.
- кинетика обмена: коэффициенты накопления и удаления.

7.2 Datenbank-Ergebnisse

Die Teil-Datenbank TRANSAQUA enthält eine umfangreiche Datenmenge zu allen drei Referenzgewässern, dem Svyatskoe-See in Weißrussland, dem Koshanovskoe-See in Russland und dem Kiew-Reservoir in der Ukraine.

Das von IRSN entwickelte gleichnamige Rechenmodell TRANSAQUA wurde auf die drei Referenzgewässer im Untersuchungsgebiet angewendet. Es zeigte sich, dass die physikalischen Modelle mit den ortsspezifischen Parametern für einen langfristigen Zeitraum von zehn bis 15 Jahren aussagekräftige Ergebnisse liefern.

Die TRANSAQUA-Rechnungen wurden darüber hinaus mit denen anderer Modelle (u. a. LAKECO, VAMP, ECOMOD und MOIRA) sowie mit experimentellen Daten verglichen. ■

7.2 Résultats de la base de données

La base de données TRANSAQUA comprend un grand nombre de données concernant les trois plans d'eau de référence : le lac Svyatskoe en Biélorussie, le lac Koshanovskoe en Russie et le lac-réservoir de Kiev en Ukraine.

Le modèle de calcul éponyme de l'IRSN (TRANSAQUA) a été utilisé pour les trois plans d'eau de référence dans le cadre de l'étude. Cela a montré que le modèle physique assorti de paramètres spécifique des sites donne un résultat fiable pour une période allant jusqu'à 10- 15 années

En outre, les calculs TRANSAQUA ont été comparés avec ceux des autres modèles (LAKECO, VAMP, ECOMOD et MOIRA entre autres), ainsi qu'avec des données expérimentales. ■

7.2 Database results

The TRANSAQUA sub-database comprises a comprehensive amount of data for all three reference water bodies: Lake Syvatskoe in Belarus, Lake Koshanovskoe in Russia, and the Kiev Reservoir in Ukraine.

IRSN's calculation model of the same name (i.e. TRANSAQUA) was applied to the three reference water bodies in the studied area. It showed that the physical models with the site-specific parameters produce reliable results for a longer period of 10-15 years.

Additionally, the TRANSAQUA calculations were compared to those of other models (among others LAKECO, VAMP, ECOMOD and MOIRA) as well as with experimental data. ■

7.2 Результаты работы по базе данных

Тематическая БД TRANSAQUA содержит большой набор данных по всем трём базовым водоёмам – о. Святскому в Белоруссии, о. Кожановскому в России и Киевскому водохранилищу на Украине.

Разработанная IRSN одноимённая расчётная модель „TRANSAQUA“ применялась для базовых водоёмов в исследуемой области. Было установлено, что данные физические модели, используя специфические для местности параметры, предоставляют информативные результаты для долгосрочных периодов от 10 до 15 лет.

Кроме того, расчёты TRANSAQUA сравнивались с другими моделями (LAKECO, VAMP, ECOMOD, MOIRA и пр.), а также с экспериментальными данными. ■



Wohngebiete und Gegenmaßnahmen

Etwa 70 % der Bevölkerung leben in Ballungsgebieten. Dies unterstreicht den Bedarf an Studien zum Verhalten und zur Verteilung von Schadstoffen, einschließlich künstlicher Radionuklide, in dicht bewohnten Gebieten.

Milieu urbain et contre-mesures

Approximativement 70 % de la population vit dans des agglomérations urbaines. Ceci souligne l'importance que revêtent les études concernant le comportement et la distribution des polluants, y compris radioactifs, dans les zones contaminées de façon importante.



Untersuchung der Effizienz von Dekontaminationsmethoden in Wohngebieten in Kiev

Étude de l'efficacité des méthodes de décontamination dans les zones habitées à Kiev

Examining the efficiency of the decontamination methods in residential areas in Kiev

Изучение эффективности методов дезактивации в населённых пунктах в Киеве



Die Umgebung von Novobobovichi (Russland)

Les environs de Novobovichi (Russie)

Novobobovichi area (Russia)

Окрестность населённого пункта Новобобовичи (Россия)

Urban Environment and Countermeasures

Approximately 70 % of the population live in urban agglomerations. This underlines the need for studies as to the behaviour and distribution of pollutants, including artificial radionuclides in densely polluted areas.

Населённые пункты и контрмероприятия

Примерно 70 процентов населения проживает в районах высокой плотности заселения. Это подтверждает потребность в исследованиях поведения и распределения вредных веществ, в том числе искусственно привнесённых радионуклидов на сильно загрязнённых территориях.

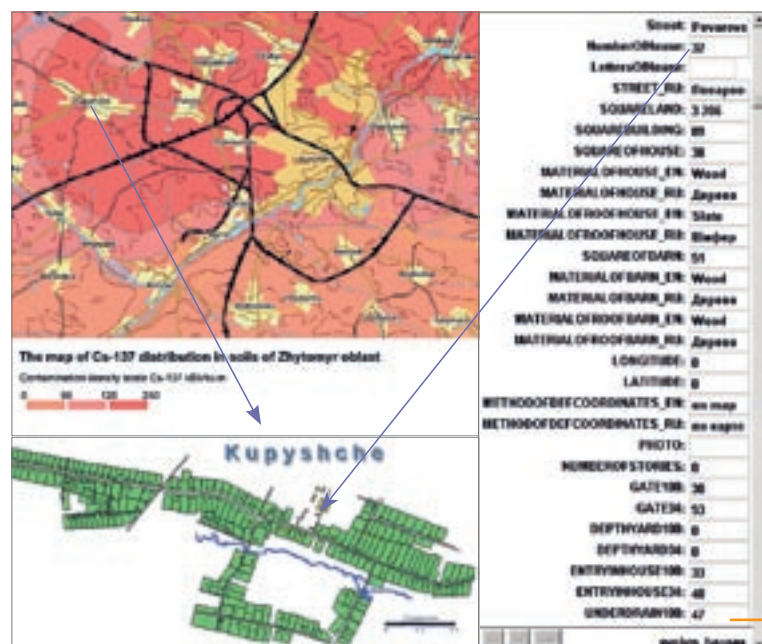
Städtische Gebiete umfassen eine große Vielfalt unterschiedlicher Oberflächen. In den Jahren nach dem Unfall wurden verschiedene Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt, um die Strahlenexposition der Bevölkerung in städtischen Gebieten zu verringern. Diese Maßnahmen waren gezielt auf städtische Objekte (Dächer, Mauern und Wände, Straßenmaterial, etc.) oder natürliche Objekte des Umfeldes (Bäume, Gärten, Parks, etc.) ausgerichtet. Die Länder der ehemaligen Sowjetunion haben jedoch in den letzten 20 Jahren das Verhalten radioaktiver Substanzen in städtischen Gebieten kaum untersucht.

Das Hauptziel dieses Teilprojekts war es daher, das Verhalten des radioaktiven Materials in städtischem Gebiet vorherzusagen und die Lösung der folgenden praktischen Probleme zu ermöglichen:

- Untersuchung der Pfade, die zur Exposition der städtischen Bevölkerung beitragen,
- Auswahl und Optimierung der Modelle zum Verhalten radioaktiver Isotope in den verschiedenen Objekten einer städtischen Infrastruktur auf der Grundlage von Beispielen kontaminierter Siedlungen,
- Definition von Migrationspfaden von Radionukliden,
- Analyse der angewandten Dekontaminationsmethoden sowie
- Bestimmung der Wirksamkeit verschiedener Dekontaminationsmaßnahmen.

8.1 Teil-Datenbank: URBDECON

Insgesamt wurden für diese Untersuchung Daten von 15.600 Messungen in der Teil-Datenbank „URBDECON“ erfasst. Diese stammen aus den Gebieten Bragin und Veletin in Weißrussland, Mirny und Novobobovichi in Russland und Kupyshche und Polesskoe in der Ukraine.



Les zones urbaines incluent une grande variété de surfaces différentes. Plusieurs mesures de décontamination visant à réduire l'exposition de la population aux radiations ont été mises en œuvre au cours des années suivant l'accident. Ces mesures concernaient principalement des éléments urbains (toitures, briques et murs, matériaux de voirie, etc.) ou les composants naturels de l'environnement (arbres, jardins, parcs, etc.). Les pays de l'ancienne Union Soviétique ont par la suite beaucoup étudié le comportement des substances radioactives dans les zones urbaines au cours des 20 dernières années.

De ce fait, l'objectif principal de ce sous-projet était de prédire le comportement des éléments radioactifs dans les zones urbaines et de résoudre les problèmes pratiques suivants :

- Examen des voies de transfert contribuant aux doses d'exposition de la population urbaine,
- Choix et optimisation des modèles pour le comportement des isotopes radioactifs dans les différentes parties d'une infrastructure urbaine en s'appuyant sur l'exemple de villages contaminés,
- Définition des voies de migration des radionucléides,
- Analyse des méthodes de décontamination utilisées,
- Détermination de l'efficacité des différentes mesures de décontamination.

8.1 Sous-base de données : URBDECON

Pour cette étude, des données provenant d'un ensemble de 15 600 mesures ont été enregistrées dans la sous-base de données «URBDECON». Elles provenaient des zones suivantes : Bragin et Veletin en Biélorussie, Mirny et Novobobovichi en Russie, et Kuibyshev et Polesskoe en Ukraine.

GIS-Darstellung des Dorfes Kupyshche (Provinz Zhitomir, Ukraine). Die Abbildung zeigt die typische Struktur eines Straßendorfs mit den bebauten Grundstücken.

Représentation par SIG du village de Kupyshche (province de Zhitomir, Ukraine). La figure montre une structure typique de rue avec les terrains construits.

GIS-depiction of the Kupyshche village (province Zhitomir, Ukraine). The picture shows the typical structure of a linear village with the built-up areas.

Представление в GIS с. Купище (Житомирской обл., Украина). Показана типичная структура деревенской улицы с застроенными участками.



In der Teil-Datenbank „URBDECON“ wurde die Kontamination von dörflicher und städtischer Bebauung – Häusern, Straßen, Plätzen – dokumentiert und die Dekontaminationsmaßnahmen erfasst, klassifiziert sowie hinsichtlich ihrer Effektivität und Kosten bewertet.

La contamination des localités rurales et urbaines (maisons, rues, places) a été utilisée dans la sous-base de données «URBDECON» et les mesures de décontamination ont été enregistrées, classées et évaluées selon leur efficacité et leur coût.

The contamination of rural and urban settlements (houses, streets, places) were documented in the sub-database “URBDECON” and the decontamination measures were recorded, classified and evaluated as to their efficiency and expenditure.

В части базы данных „URBDECON“ записаны данные по загрязнению сельских и городских построек (домов, дорог, площадей) и учтены и классифицированы меры по дезактивации, а также оценена их эффективность и затраты.

Urban areas include a large variety of different surfaces. Several decontamination measures for reducing the radiation exposure of the population were carried out during the subsequent years of the accident. These measures were targeted to urban objects (roofs, bricks and walls, road materials etc.) or natural objects of the surroundings (trees, gardens, parks etc). The countries of the former Soviet Union, however, have hardly studied the behaviour of radioactive substances in urban areas at all during the last 20 years.

Therefore, the principal goal of this sub-project was predicting the behaviour of radioactive material in urban areas and solving the following practical problems:

- Examination of the pathways contributing to the exposure doses of the urban population,
- Selection and optimisation of models for the behaviour of radioactive isotopes in the various objects of an urban infrastructure based on examples of contaminated settlements,
- Definition of pathways of radionuclide migration,
- Analysis of the decontamination methods used,
- Determination of the efficiency for different decontamination measures.

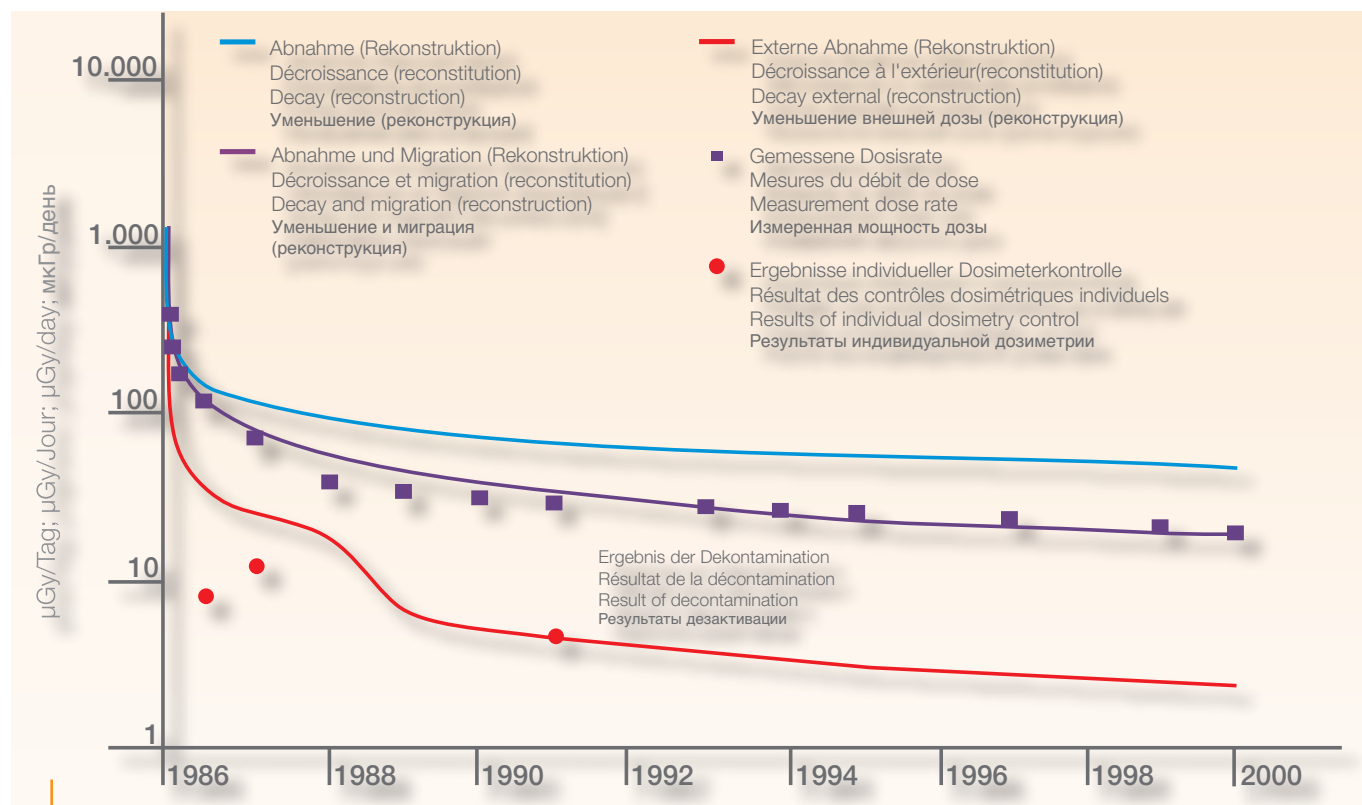
Городские районы охватывают большое разнообразие различных поверхностей. В годы после аварии принимались различные меры дезактивации для уменьшения радиационной нагрузки населения на городских территориях. Эти мероприятия были направлены на объекты городской постройки (крыши, каменную кладку, стены, дорожные покрытия и т. п.) и естественные объекты окружения (деревья, сады, парки и т. п.). Однако за последние 20 лет страны бывшего Советского Союза почти не исследовали поведение радиоактивных веществ в городских поселениях.

Поэтому главной целью этой части проекта было предсказание поведения радиоактивного материала в городских поселениях и нахождение решений следующих практических проблем:

- исследование путей, вносящих вклад в радиационную нагрузку населения,
- выбор и оптимизирование моделей по поведению радиоактивных изотопов в различных объектах городской инфраструктуры на основе примеров загрязнённых населённых пунктов,
- определение путей миграции радионуклидов,
- анализ применённых методов дезактивации, а также
- определение эффективности различных мер дезактивации.

Zu diesem Zweck wurde in der Teil-Datenbank „URBDECON“ die Kontamination von dörflicher und städtischer Bebauung – Häusern, Straßen, Plätzen – dokumentiert und die Dekontaminationsmaßnahmen erfasst, klassifiziert sowie hinsichtlich ihrer Effektivität und Kosten bewertet. Das Ziel dieses Projektes war es, auf der Basis der vor Ort gemachten Erfahrungen Strategien zu effektiven und nachhaltigen Maßnahmen bei der Dekontamination bebauter Gebiete zu entwickeln.

Dans ce but, la contamination des localités rurales et urbaines (maisons, rues, places) a été utilisée dans la sous-base de données «URBDECON» et les mesures de décontamination ont été enregistrées, classées et évaluées selon leur efficacité et leur coût. À partir des renseignements obtenus sur le terrain l'objectif de ce projet était de développer des stratégies concernant des mesures efficaces et durables en termes de décontamination des zones construites.



Zeitlicher Verlauf der Dosisrate und der externen Dosis für die Bewohner der Siedlung Mirny (Russland)

Variations du débit de dose et de la dose interne des habitants de la ville de Mirny (Russie)

Dynamics of the dose rate and the external dose to the inhabitants of the Mirny settlement (Russia)

Динамика мощности дозы и внешней дозы для жителей п. Мирный (Россия)

8.2 Datenbank-Ergebnisse

Dieses Teilprojekt stellt den ersten Schritt für ein besseres Verständnis experimenteller Daten auf diesem wichtigen Gebiet dar. Neben der Erstellung der Teil-Datenbank „URBDECON“ gab es folgende Ergebnisse:

- Die durchschnittliche Kontamination bewohnter Gebiete ist vergleichbar mit jener von Weideböden oder landwirtschaftlich genutzter Böden. Im Vergleich dazu erweist sich die Kontamination der Waldböden um 20 – 80 % erhöht.
- Für die betrachteten bewohnten ländlichen Gebiete stellt der Boden die wichtigste Radionuklidquelle dar. In dem Zeitraum während des Unfalls und unmittelbar danach lagerten sich etwa 80 % der Fall-out-Aktivität im Boden

8.2 Résultats de la base de données

Ce sous-projet est la première étape vers une meilleure compréhension des données expérimentales sur ce sujet important. Outre la construction de la sous-base de données URBEDECON, les résultats suivants ont été obtenus:

- La contamination moyenne dans les zones habitées est comparable à celle des prairies et des sols agricoles. Cependant en comparaison des zones mentionnées ci-dessus, la contamination des sols forestiers est supérieure de 20 à 80 %.
- En ce qui concerne les zones habitées de type rural étudiées, le sol est la surface où les radionucléides se sont principalement déposés. Au moment de l'accident et immédiatement

8.1 Sub-Database: URBDECON

For this study, data from a total of 15,600 measurements have been recorded in the sub-database "URBDECON". They were derived from the following areas: Bragin and Veletin in Belarus, Mirny and Novobobovichi in Russia, and Kupishche and Polesskoe in Ukraine.

For this reason, the contamination of rural and urban settlements (houses, streets, places) were documented in the sub-database "URBDECON" and the decontamination measures were recorded, classified and evaluated as to their efficiency and expenditure. Based on experiences gained on-site, the objective of this project was to develop strategies for effective and sustainable measures for the decontamination of built areas.

8.2 Database results

This sub-project represents the first step towards a better understanding of experimental data on this important matter. Apart from the generation of the sub-database "URBDECON", the following results could be obtained:

- The average contamination in inhabited areas is comparable to that of pasture soils or agricultural pasture soils. In comparison with the aforementioned, however, the contamination of forest soils has been shown to be increased by 20-80 %.
- For the inhabited rural type areas that were considered, the soil is the principal depot of radionuclides. During the time of the accident and immediately afterwards, approximately 80 % of the fallout activity was taken up from soil, increasing up to 90 % of the total fallout activity by the winter of 1986/87. Radioactive fallouts on rooftops of the analysed settlements, however, turned out to be only 1 % of the total amount.
- The spreading of the external dose caused by caesium 137 several years after the accident in the inhabited areas is as follows:
 - 80 % caused by soil contamination,
 - 10 % caused by contamination of individual houses,
 - 10 % caused by household items such as e.g. clothing.

The efficiency of countermeasures are directly determined by the degree of contamination, the period of time passed since the accident and the organisation of the work. In most cases, the efficiency of decontamination measures during the first post-accidental years were between 10 and 12; after 10 years, however, it decreased to 1.4 – 1.7. The decrease of efficiency proves the interaction of radioactive substances and the surface of different building materials to be an important factor. Thus it is necessary to analyse the used building material in terms of their chemical and physical behaviour so the mechanisms of interaction between radionuclides and surfaces can be defined. These investigations

8.1 Тематическая БД: URBDECON

В целом для этого исследования в части базы данных „URBDECON“ были собраны данные 15.600 измерений, проведённых в населённых пунктах Брагин и Велетин в Белоруссии, Мирный и Новобобовичи в России и Купище и Полесское на Украине.

Для этой цели в части базы данных „URBDECON“ записаны данные по загрязнению сельских и городских построек (домов, дорог, площадей) и учтены и классифицированы меры по дезактивации, а также оценена их эффективность и затраты. Целью данного проекта была разработка стратегий для эффективных и устойчивых по действию мероприятий дезактивации застроенных территорий на базе собранного на месте опыта.

8.2 Результаты работы по базе данных

Этот проект представляет собой первый шаг к лучшему пониманию экспериментальных данных в этой важной области. Кроме составления БД „URBDECON“ были получены и следующие результаты:

- Среднее загрязнение населённых пунктов сравнимо с загрязнением почв, используемых под пастбище или выращивание сельскохозяйственных культур. По сравнению с этим, загрязнение почв лесов выше на 20 – 80 %.
- Для исследуемых сельских населённых пунктов почва представляет собой наиболее значимый источник радионуклидов. В период аварии и непосредственно после неё в почву выпало примерно 80 % радиоактивности из радиоактивного облака, а к зиме 1986/87 г.г. её доля возросла до около 90 % всей выпавшей радиоактивности. По сравнению с этим, только около 1 % выпавшей радиоактивности было обнаружено на крышах зданий исследованных населённых пунктов.
- Внешняя доза, образующаяся в населённых пунктах через несколько лет после аварии из-за цезия-137, распределяется следующим образом:
 - 80 % вызвано загрязнением почвы,
 - 10 % вызвано загрязнением отдельными зданиями и
 - 10 % вызвано бытовыми предметами, например одеждой.

Эффективность мероприятий дезактивации прямо зависит от степени загрязнённости, прошедшего с момента аварии времени, а также организации работ. В большинстве случаев эффективность мероприятий по дезактивации во время первых лет после аварии в пределах значений 10 и 12; а десять лет спустя она уменьшалась до 1,4 – 1,7. Спад эффективности показывает, что взаимодействие между радиоактивными веществами и поверхностью различных строительных материалов играет важную роль. Поэтому необходимо проверить использованные строительные материалы с точки зрения их

an, bis zum Winter 1986/87 erhöhte sich der Anteil auf ca. 90 % der gesamten Fall-out-Aktivität. Dagegen wurde nur etwa 1 % des radioaktiven Fall-outs auf den Hausdächern der untersuchten Siedlungen gefunden.

- Die externe Dosis, die durch Caesium 137 einige Jahre nach dem Unfall in den bewohnten Gebieten verursacht wird, verteilt sich wie folgt:
 - 80 % aufgrund von Bodenkontamination,
 - 10 % aufgrund der Kontamination der einzelnen Häuser und
 - 10 % durch Haushaltsgegenstände, z. B. Kleidung.

Die Wirksamkeit von Dekontaminierungsmaßnahmen hängt direkt vom Kontaminationsgrad, der seit dem Unfall vergangenen Zeit sowie von der Arbeitsorganisation ab. In den meisten Fällen lag die Wirksamkeit der Dekontaminierungsmaßnahmen während der ersten Jahre nach dem Unfall zwischen 10 und 12; nach zehn Jahren verringerte sie sich jedoch auf 1,4 – 1,7. Die Abnahme der Wirksamkeit zeigt, dass die Wechselwirkung zwischen radioaktiven Substanzen und der Oberfläche verschiedener Baumaterialien eine wichtige Größe ist. Daher ist es notwendig, die verwendeten Baustoffe im Hinblick auf ihr chemisches und physikalisches Verhalten zu überprüfen, um die Mechanismen der Wechselwirkung zwischen Radionukliden und den Oberflächen zu erkennen. Diese Untersuchungen sind auch auf städtische Gebiete auszuweiten, die größer sind als die ländlichen Siedlungen, die in diesem Teilprojekt betrachtet worden sind.

Die Arbeiten im Rahmen dieses Projekts haben ein weites Untersuchungsfeld erschlossen und einige wesentliche Probleme bei der Untersuchung städtischer Gebiete aufgezeigt. Die Teil-Datenbank „URBDECON“ ist ein erster Schritt auf dem Weg zur Entwicklung einer eigenständigen Datenbank mit angewandten Gegenmaßnahmen und Dekontaminationsfaktoren für bewohnte Gebiete. ■

après, environ 80 % de l'activité de dépôt a été collectée sur le sol, pour atteindre 90 % de l'activité totale de retombée avant l'hiver 1986/87. Les retombées radioactives sur les toitures de localités étudiées ne représentaient cependant que 1 % de la totalité.

- La répartition de la dose externe due au césium 137 plusieurs années après l'accident dans les zones habitées est la suivante :
 - 80 % dus à la contamination du sol,
 - 10 % dus à la contamination des habitations individuelles,
 - 10 % dus à par des objets domestiques tels que les vêtements par exemple.

L'efficacité des contre-mesures est liée directement à l'importance de la contamination initiale, au temps écoulé depuis l'accident et l'organisation des tâches de décontamination. Dans la plupart des cas, l'efficacité des mesures de décontamination pendant les premières années après l'accident était comprise entre 10 et 12 ; cependant, elle a chuté à 1,4 – 1,7 au bout de 10 ans. La perte d'efficacité prouve que l'interaction entre les substances radioactives et la surface des différents matériaux de construction est un facteur important. Il est donc nécessaire d'analyser les matériaux de construction utilisés en termes de comportement chimique et physique afin que les mécanismes d'interaction entre les radionucléides et les surfaces puissent être mieux connus. Ces études doivent également être appliquées aux zones urbaines plus importantes que les localités rurales étudiées dans ce sous-projet.

Les travaux relatifs à ce projet ont permis de déduire un large éventail d'études à mener et d'identifier différents problèmes à traiter importants pour l'étude des zones urbaines. La sous-base de données «URBDECON» représente une première étape vers le développement d'une base de données spécifique avec des contre-mesures et des facteurs de décontamination appliqués aux zones construites. ■



Städtische Gebiete, wie z. B. Kiew, umfassen eine große Vielfalt unterschiedlicher Oberflächen. In den Jahren nach dem Unfall wurden verschiedene Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt, um die Strahlenexposition der Bevölkerung in städtischen Gebieten zu verringern

Les zones urbaines, par exemple Kiev, incluent une grande variété de surfaces différentes. Plusieurs mesures de décontamination visant à réduire l'exposition de la population aux radiations ont été mises en œuvre au cours des années suivant l'accident

Urban areas, e.g. Kiev, include a large variety of different surfaces. Several decontamination measures for reducing the radiation exposure of the population were carried out during the subsequent years of the accident

Городские районы, например Киев, охватывают большое разнообразие различных поверхностей. В годы после аварии принимались различные меры дезактивации для уменьшения радиационной нагрузки населения на городских территориях

also need to be applied to urban areas which are larger than the rural settlements surveyed in this sub-project.

The work connected with this project deduced a broad range of investigations and identified various substantial problems as to investigating urban areas. The sub-database "URBDECON" represents a first step towards the development of an individual database with applied countermeasures and decontamination factors for built areas. ■

химических и физических свойств для раскрытия механизмов этого взаимодействия. Эти исследования следует расширить на посёлки городского типа, занимающие более обширную территорию, чем рассмотренные в этой части проекта сельские населённые пункты.

Работы в рамках этого проекта раскрыли ещё одно поле исследований и выявили целый ряд важных проблем при исследовании поселений городского типа. Тематическая БД „URBDECON“ стала первым шагом на пути разработки самостоятельной БД с указанием контрмер и факторов дезактивации населённых пунктов. ■



Gegenmaßnahmen für natürliche und landwirtschaftliche Flächen

Der größte Teil der nach dem Unfall kontaminierten Fläche wurde und wird landwirtschaftlich genutzt oder gehört zur natürlichen Umgebung des Menschen. Der Verzehr radionuklidhaltiger Nahrungsmittel trägt fast zur Hälfte zur Gesamtdosis in den betroffenen Zonen bei.

Contre-mesures dans les milieux agricole et naturel

La plus grande partie des zones contaminées par l'accident étaient et restent à usage agricole ou font partie de l'environnement naturel de l'homme. La consommation de produits alimentaires contenant des radionucléides représente, dans les zones contaminées, environ la moitié de la dose totale.



In der Viehzucht konnte die Aufnahme und Akkumulation von Radionukliden in Tieren durch die Gabe von Chemikalien und den Einsatz von Sorptionsmitteln reduziert werden

En ce qui concerne l'alimentation du bétail, il est possible de réduire l'assimilation et l'accumulation des radionucléides chez les animaux en utilisant des produits chimiques et des sorbants

As to stockbreeding, the assimilation and accumulation of radionuclides in animals could be reduced by using chemicals and sorbents

Для животноводства, поступление и накопление радионуклидов в животных могло быть сокращено с помощью химических веществ и сорбционных средств

Countermeasures in Natural and Agricultural Areas

The biggest part of the area contaminated as a result of the accident has been and still is in agricultural use and belongs to the natural surrounding of man. The consumption of foodstuffs containing radionuclides amounts to almost half of the total dose within the contaminated zones.

Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий

Наибольшая часть загрязнённой после аварии территорий использовалась и продолжает использоваться для сельского хозяйства и относится к природной окружающей среде человека. Употребление в пищу продуктов питания, содержащих радионуклиды, вносит почти половину вклада в общую дозу нагрузки на пострадавших территориях.

In den letzten 20 Jahren sind vielfältige Gegenmaßnahmen für die radioaktiv kontaminierten Gebiete in Weißrussland, Russland und der Ukraine entwickelt und genutzt worden. Die Wirksamkeit dieser Gegenmaßnahmen hängt jedoch von vielen Faktoren ab, z. B. von der Art des radioaktiven Fall-outs, den Bodeneigenschaften und den Pflanzen. Demzufolge ist eine Zusammenstellung von Informationen über Gegenmaßnahmen, ihre Voraussetzungen zur Durchführung und die Bewertung ihrer radiologischen Wirksamkeit für diese drei Länder von großer Bedeutung.

Das Ziel des Teilprojekts „Gegenmaßnahmen für natürliche und landwirtschaftliche Flächen“ bestand darin, die Wirksamkeit der Gegenmaßnahmen in natürlichen und landwirtschaftlichen Ökosystemen hinsichtlich ihrer Effektivität zu bewerten.

9.1 Teil-Datenbank: Gegenmaßnahmen

Die Teil-Datenbank „Gegenmaßnahmen“ ist ein gemeinsames fachübergreifendes Produkt mehrerer Radioökologieexperten aus Weißrussland, Russland und der Ukraine. Sie enthält Daten zu 5.261 Versuchen, die zwischen 1987 und 1999 in betroffenen Gebieten durchgeführt wurden, und besteht aus folgenden einzelnen Modulen: Anbau von Pflanzen, Viehzucht, Weide- und Wald-Ökosysteme, hydrologische Systeme und technologische Verarbeitung.

Ein System aufeinander folgender differenzierter Gegenmaßnahmen zur Reduzierung des Radionuklidtransfers aus dem Boden in Nahrungsmitteln liegt dem methodischen Ansatz der Datenbank zugrunde. Die Informationen in der Teil-Datenbank „Gegenmaßnahmen“ stammen aus Versuchen, die das Ziel hatten, Gegenmaßnahmen zur Reduzierung der Radionuklidkonzentration in Nahrungsmittel-Endprodukten im Labormaßstab zu erproben. Die Verminderung der spezifischen Aktivität in diesen Nahrungsmitteln ist ein wesentliches Kriterium für die Bewertung der Wirksamkeit durchgeführter Gegenmaßnahmen.

9.2 Datenbank-Ergebnisse

Die Gegenmaßnahmen in dem Modul „Anbau von Pflanzen“ sind in vier Gruppen unterteilt: Fruchtfolgewechsel, agrochemische Gegenmaßnahmen (Düngung), Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und mechanische Bearbeitung des Bodens. Fruchtfolgewechsel und Düngung sind die wirksamsten Gegenmaßnahmen während des Pflanzenanbaus. Die Wirksamkeit, ausgedrückt durch den Reduktionsfaktor¹ der Radionuklidkonzentration im Endprodukt, liegt zwischen 3 und 9 je nach den Eigenschaften von Boden und Frucht. So ist eine Anwendung von Kalidünger auf einem kaliumarmen Boden sehr wirksam, während ausreichend mit Kalium versorgte Böden keine weitere Reduktion der spezifischen Aktivität zeigen.

¹ Der Reduktionsfaktor (RF) ist das Verhältnis der anfänglichen spezifischen Aktivität zur spezifischen Aktivität in Produkten nach der Anwendung von Gegenmaßnahmen. Beispiel: Ein Reduktionsfaktor von 2 bedeutet, dass die Aktivität in der Pflanze nach der Anwendung von Gegenmaßnahmen um 50 % gesenkt werden kann.

Pendant les 20 dernières années, une large gamme de contre-mesures concernant les zones contaminées radioactivement en Biélorussie, en Russie et en Ukraine a été développée et mise en oeuvre. Cependant, l'efficacité de ces contre-mesures dépend de nombreux facteurs tels que le type de dépôt radioactif, les caractéristiques des sols et des plantes, etc. Par conséquent, une compilation d'informations concernant les contre-mesures, les conditions de réalisation et l'évaluation de leur efficacité radiologique pour ces trois pays revêtait une importance capitale.

L'objectif du sous-projet «Contre-mesures dans les zones naturelle et agricole» est d'évaluer l'efficacité des contre-mesures dans les écosystèmes correspondants.

9.1 Sous-base de données : contre-mesures

La sous-base de données «Contre-mesures» est un produit pluridisciplinaire commun élaboré par différents experts en radioécologie de Biélorussie, de Russie et d'Ukraine. Elle inclut des données concernant 5 261 expériences réalisées entre 1987 et 1999 dans des zones contaminées et est constituée des éléments suivants : production de plantes, alimentation du bétail, écosystèmes forestiers et de prairie, systèmes hydrologiques et traitements technologiques.

L'approche méthodologique de la base de données repose sur un système de contre-mesures successives et différenciées pour la réduction du transfert des radionucléides depuis les sols vers les produits alimentaires. Les informations de la sous-base de données «Contre-mesures» provenaient des essais en laboratoire conçus pour analyser les contre-mesures visant à réduire l'activité des radionucléides dans les substances alimentaires finales. La baisse d'activité spécifique dans ces produits alimentaires est donc le critère le plus important pour évaluer l'efficacité des contre-mesures mises en oeuvre.

9.2 Résultats de la base de données

Les contre-mesures dans le module «Production de plantes» sont divisées en quatre groupes : changement de cultures, contre-mesures agrochimiques (fertilisation, etc.), méthodes de protection des végétaux (pesticides, etc.) et travail mécanique des sols. Le changement de culture et la fertilisation constituent les contre-mesures les plus efficaces dans le domaine de la production de plantes. L'efficacité exprimée par le facteur de réduction¹ de la concentration en radionucléides dans le produit final est comprise dans la plage 3,0–9,0, selon les caractéristiques respectives des sols et des produits. Le recours aux engrais potassiques sur les sols à faible teneur en potassium est d'une grande efficacité alors que les sols dont la teneur en potassium est suffisante ne présentent pas de réduction supplémentaire de l'activité spécifique.

¹ Le facteur de réduction (RF) est défini comme le rapport de l'activité spécifique initiale à l'activité spécifique après application de la contre-mesure. Par exemple, un facteur de réduction de 2 signifie que l'activité dans la plante a été réduite de 50% par l'application de la contre-mesure.

Over the past twenty years, manifold countermeasures were developed and applied to the radioactive contaminated areas in Belarus, Russia and Ukraine. The efficiency of these countermeasures, however, depends on numerous factors such as the type of radioactive fallout, the soil characteristics and the plants etc. Therefore, a compilation of information about countermeasures, their conditions of realisation and the assessment of their radiological efficiency for these three countries is of great importance.

The aim of the “Countermeasures in Natural and Agricultural Areas” sub-project was to evaluate the efficiency of countermeasures in natural and agricultural ecosystems with regard to their effectiveness.

9.1 Sub-Database: Countermeasures

The “Countermeasures” sub-database is a joint multi-disciplined product of various radioecology experts from Belarus, Russia and Ukraine. It includes data of 5,261 tests, carried out between 1987 and 1999 in areas affected and consists of the following separate units: Plant Production, Stockbreeding, Meadow and Forest Ecosystems, Hydrological Systems and Technological Processing.

The methodical approach of the database is grounded on a system of successive and differentiated countermeasures for the reduction of the radionuclide transfer from soils into foodstuffs. The information of the sub-database “Countermeasures” were derived from laboratory-scale tests designed to analyse countermeasures for the reduction of the radionuclide concentration in foodstuff end products. The decrease of the specific activity in these foodstuffs is a substantial criteria for assessing the efficiency of applied countermeasures.

9.2 Database results

The countermeasures in the module “Plant Production” is subdivided into four groups: Rotation of crops, agrochemical countermeasures (fertilisation), use of pesticides and mechanical work on soils. Rotation of crops and fertilisation are the countermeasures most effective during plant production. The efficiency expressed by the reduction factor¹ of the radionuclide concentration in the final product is within the range of 3.0 – 9.0, dependent on the respective characteristics of soil and fruit. Usage of potassium fertilizer on soils with a low potassium content is of high efficiency, whereas soils with a sufficient content of potassium show no further reduction of the specific activity.

If insecticides, herbicides and fungicides are used, the reduction factor for the “soil-plant” transfer of radionuclides is 1.2 – 1.6. At the same time, crop yield and product quality are increased.

¹ The reduction factor (RF) is the ratio of the initial specific activity to specific activities in products following the application of countermeasures. For example: a reduction factor of 2 means that the activity in the plant can be lowered by 50 % following the application of countermeasures.

За последние 20 лет были разработаны и применены разнообразные контрмеры для радиоактивно загрязнённых территорий в Белоруссии, России и на Украине. Однако эффективность этих контрмер зависит от многих факторов - таких, как вида выпавшей на территории радиоактивности, свойств почвы, растений и т.п. Поэтому особо важное значение приобретает сведение воедино сведений о контрмерах, предпосылках их проведения и оценка радиологической эффективности для данных трёх стран.

Цель тематической части проекта „Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий“ заключалась в оценке эффективности контрмер в естественных и сельскохозяйственных экосистемах с точки зрения их эффективности.

9.1 Тематическая БД: Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий

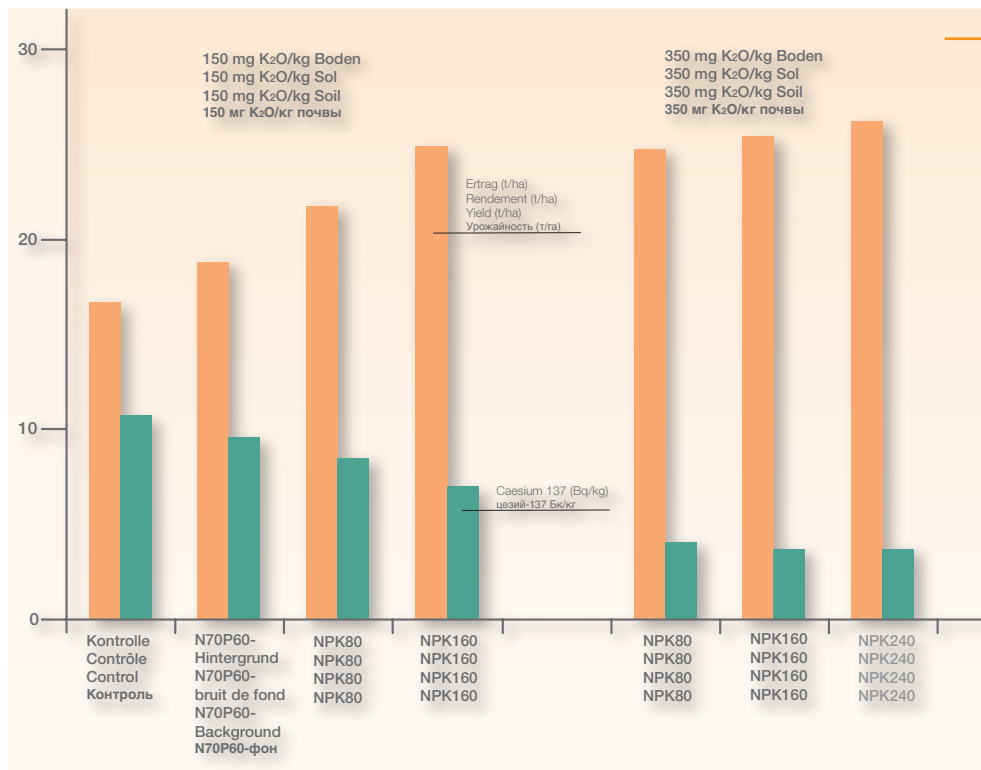
Тематическая БД „Контрмеры“ представляет собой междисциплинарный продукт работы радиоэкологов Белоруссии, России и Украины. Она содержит данные по 5.261 экспериментам, проведённым с 1987 по 1999 г.г. на данных территориях и состоит из отдельных модулей, описывающих возделывание сельскохозяйственных культур, животноводство, пастбищные и лесные экосистемы, водные системы и технологию переработки.

В основу методического подхода БД заложена система последовательности различных контрмероприятий для уменьшения переноса радионуклидов из почвы в продукты питания. Информация БД „Контрмеры“ получена из экспериментов с целью испытания контрмер по уменьшению концентрации радионуклидов в конечных продуктах питания в лабораторных условиях. Уменьшение удельной активности в этих продуктах питания является существенным критерием для оценки эффективности предпринятых контрмер.

9.2 Результаты работы по базе данных

Контрмеры в модуле „Возделывание сельскохозяйственных культур“ разделены на четыре группы: чередование культур, агрохимические мероприятия (внесение удобрений), применение пестицидов и механическая обработка почвы. Чередование культур и внесение удобрений являются важнейшими мероприятиями для возделывания культур. Эффективность, выраженная фактором уменьшения¹ концентрации радионуклидов в конечном продукте достигает значений от 3,0 до 9,0 в зависимости от свойств почвы и культуры. Так например, внесение калийных удобрений в бедные калием почвы очень эффективно, в то время как для достаточно калийносодержащих почв какого-либо снижения удельной активности не наблюдается.

¹ Фактор уменьшения (ФУ) выражается значением первоначальной удельной активности к удельной активности продуктов после принятия контрмер. Пример: фактор уменьшения 2 означает, что активность в растении после принятия контрмер может быть сокращена на 50 процентов.



Ertrag und Caesium 137-Aktivität in Kartoffeln je nach Düngungsgrad mit Kalium und Kaliumgehalt des Bodens.

Rendement et activité en ¹³⁷Cs dans les pommes de terre en fonction de niveau de fertilisation potassique et du contenu en potassium du sol

Yield and caesium 137 activity in potatoes in relation to the respective degree of potassium fertilisation and potassium content of the soil.

Урожайность и активность цезия-137 в картофеле в зависимости от интенсивности внесения калийных удобрений и содержания калия в почве.

Der Reduktionsfaktor für den „Boden/Pflanze“-Transfer von Radionukliden liegt bei 1,2 – 1,6, wenn Insektizide, Herbizide und Fungizide verwendet werden. Gleichzeitig erhöht sich der Ertrag und die Produktqualität.

Dans le cas d'emploi d'insecticides, d'herbicides et de fongicides, le facteur de réduction pour le transfert «sol- plante» des radionucléides varie de 1,2 à 1,6. Parallèlement le rendement et la qualité des cultures augmentent

In kontaminierten Weideökosystemen waren die mechanische Bearbeitung der Bodenoberfläche und der Wurzelschicht die effektivsten Gegenmaßnahmen. Im Durchschnitt beträgt der Reduktionsfaktor für die Caesium 137-Aktivität in Gras etwa 4, wenn auf Weideflächen die Wurzelschicht durch z. B. Vertikutieren behandelt wird und zwischen 16 bis 20, wenn die Böden umgepflügt werden.

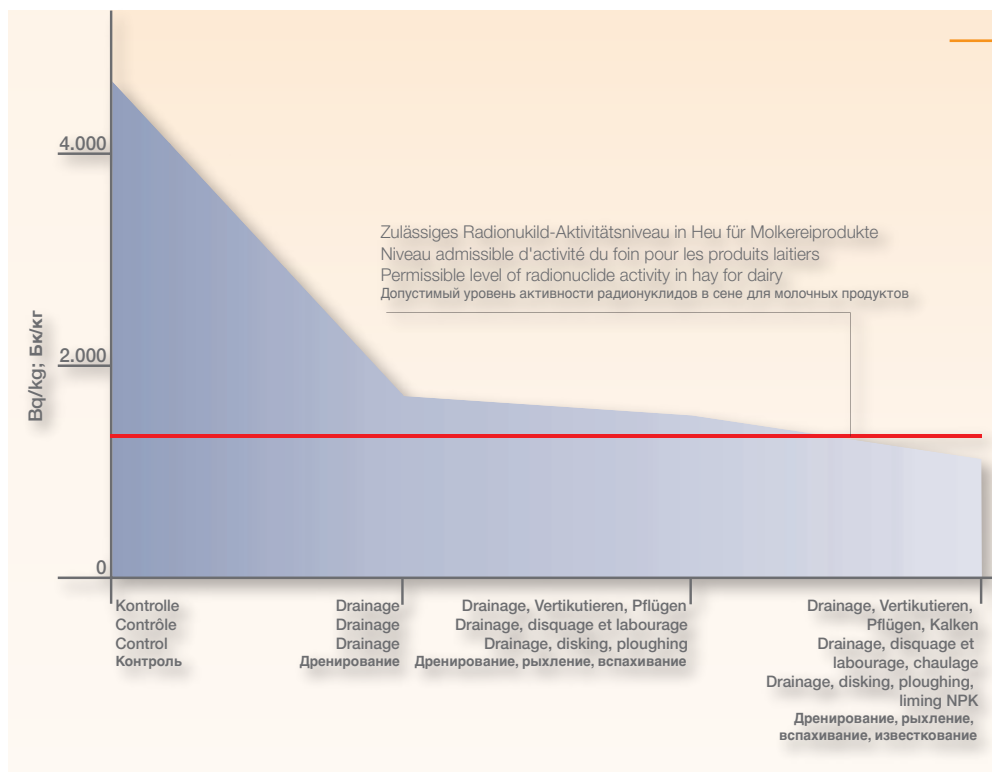
Dans les écosystèmes de prairies contaminées, le travail mécanique des surfaces et de la couche racinaire sont les contre-mesures qui se sont avérées les plus efficaces. En moyenne, le coefficient de réduction pour l'activité du césium 137 dans l'herbe est de 4 après séparation de la couche racinaire dans les pâtures et de 16 à 20 après labourage.

In der Viehzucht konnte die Aufnahme und Akkumulation von Radionukliden in Tieren durch die Gabe von Chemikalien und den Einsatz von Sorptionsmitteln reduziert werden. Die Wirksamkeit ist abhängig von der Art und Rate der verwendeten chemischen Caesium 137-Binder. Der Reduktionsfaktor liegt hier zwischen 2 und 6. Darüber hinaus reduzieren „sauberes Futter“ vor der Schlachtung, die rationelle Nutzung von Heuwiesen und Weiden und die Auswahl von Futtermitteln als Tiernahrung die Akkumulation von Radionukliden in Tieren. Die Wirksamkeit dieser Gegenmaßnahmen variierte jedoch erheblich. Der Reduktionsfaktor liegt hier zwischen 2 und 15.

Quant à l'alimentation du bétail, il est possible de réduire l'assimilation et l'accumulation des radionucléides chez les animaux en utilisant des produits chimiques et des sorbants. L'efficacité dépend du type et du taux des liants chimiques du césium 137. Le coefficient de réduction est alors compris entre 2 et 6. En outre, le nourrissage avec du fourrage «propre» avant abattage, l'utilisation rationnelle des pâturages et du foin des prairies ainsi que le choix du fourrage dans la ration alimentaire animale permettent de réduire l'accumulation de radionucléides chez les animaux. L'efficacité de ces contre-mesures varie néanmoins considérablement. Ainsi, le coefficient de réduction évolue sur une plage comprise entre 2 et 15.

Zugangsbeschränkungen zu Waldökosystemen zeigten ihre größte Wirksamkeit kurz nach dem Unfall und nahmen im Laufe der Zeit ab. Verkürzte Arbeitszeiten für Waldarbeiter und die eingeschränkte Nutzung von Waldprodukten wie Holz, Pilzen, Beeren und Heilkräutern führten ebenfalls zu einer deutlich reduzierten Strahlenexposition. Agrochemische Maßnahmen in Waldökosystemen sind effektiv, aber teuer.

La restriction d'accès aux écosystèmes forestiers s'est avérée extrêmement efficace peu après l'accident, mais cette efficacité a décliné dans le temps. Les restrictions de la durée de travail des ouvriers forestiers et l'utilisation limitée des produits forestiers tels que le bois, les champignons, les baies et les herbes médicinales ont également permis de réduire considérablement l'exposition aux rayonnements. Les mesures agrochimiques dans les écosystèmes forestiers sont efficaces mais d'un coût élevé.



Caesium 137-Konzentration in Heu in Abhängigkeit von der Art der Behandlung von Weiden (Caesium 137-Ablagerung 370 kBq/m²)

Concentration en ¹³⁷Cs dans la foin en fonction du type de traitement des pâturages (pour un dépôt initial de ¹³⁷Cs de 370 kBq/m²)

Caesium 137 concentration in hay dependent on the type of pasture treatment (caesium 137 accumulation 370 kBq/m²)

Концентрация цезия-137 в сене в зависимости от вида обработки пастбищ (содержание цезия -137 равно 370 кБк/м²)

In contaminated pasture ecosystems, mechanical work on the surface and the root layer were the countermeasures that proved to be most effective. On an average, the reduction factor for caesium 137 activity in grass is 4 after dethatching the root layer on pastures and 16 – 20 after ploughing up.

As to stockbreeding, the assimilation and accumulation of radionuclides in animals could be reduced by using chemicals and sorbents. The efficiency depends on the type and rate of chemical caesium 137 binders. The reduction factor is then between 2 – 6. Additionally, pre-slaughter fattening with "clean" fodder, the rational use of hay-land and pastures and a selection of fodder in animal diets help reducing the radionuclide accumulation in animals. The efficiency of these countermeasures, however, varied considerably. Hence, the reduction factor is within a range of 2 – 15.

Restrictive access to forest ecosystems proved to be of highest efficiency shortly after the accident, but got less over time. Restrictions on the working time for forestry workers and restricted use of forest products like wood, mushrooms, berries and medical herbs also led to a considerably reduced radiation exposure. Agrochemical measures in forest ecosystems are effective but also expensive.

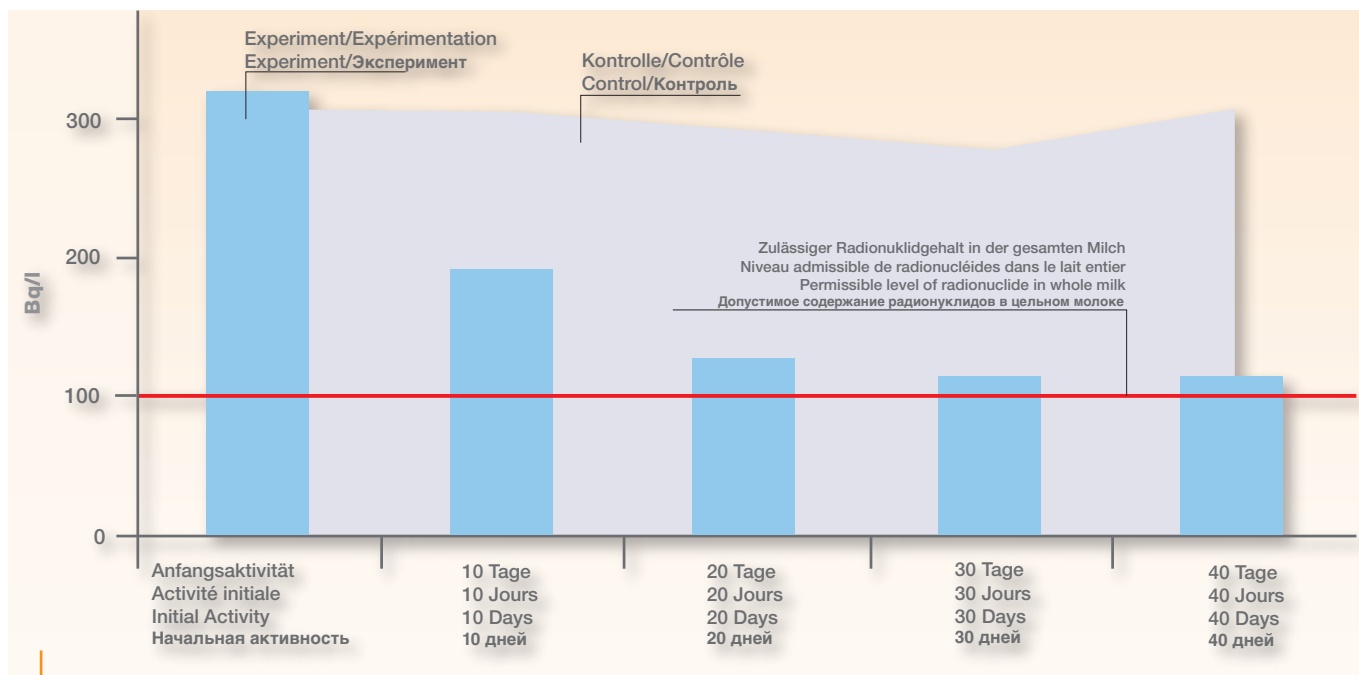
Technological processing of plant and animal products can substantially improve the quality of foodstuffs. The efficiency depends on the type of processing and varies widely, removing 50-98 % of caesium 137 or Strontium 90 e.g. during processing milk into butter and casein.

Фактор уменьшения радиоактивности для переноса „почва-растения“ достигает 1,2–1,6, если применяются инсектициды, гербициды и фунгициды. Одновременно повышаются урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

В загрязнённых экосистемах пастбищ самыми эффективными мероприятиями оказались механическая обработка поверхности почвы и корневого слоя. В среднем фактор уменьшения для цезия-137 в траве достигает примерно значения 4, если на площадях пастбищ корневой слой разрыхляется, и около 16-20, если почвы вспахиваются.

Для животноводства поступление и накопление радионуклидов в животных могло быть сокращено с помощью химических веществ и сорбционных средств. Эффективность в таком случае зависит от вида и дозы использованного химического вещества, связывающего цезий-137 и вызывающего фактор уменьшения от 2 до 6. Кроме того, „чистые корма“ до забоя, рациональное использование сенокосов и пастбищ и выбор кормов для животных также сокращает накопление радионуклидов в животных. Однако эффективность этих мероприятий оказалась очень различной. Фактор уменьшения достигает значений от 2 до 15.

Ограничения доступа к лесным экосистемам продемонстрировали хорошую эффективность сразу после аварии с последующим уменьшением с течением времени. Укороченное рабочее время для работников лесного хозяйства и ограниченное использование продуктов леса (дерева, грибов, ягоды лекарственных растений) также привели к значительному сокращению радиационной нагрузки. Агрохимические мероприятия в лесных экосистемах являются эффективными, но дорогостоящими.



Zeitlicher Verlauf des Cesiumgehalts in Kuhmilch nach Anwendung von Cesium 137-Bindern

Variation de la concentration en ^{137}Cs dans le lait de vache après utilisation de liants du césium

Dynamics of caesium concentration in cow milk after the application of caesium 137 binders

Динамика содержания цезия в коровьем молоке после использования веществ, связывающих цезий-137

Die technologische Weiterverarbeitung von pflanzlichen und tierischen Produkten kann die Qualität von Nahrungsmitteln beträchtlich erhöhen. Die Wirksamkeit ist abhängig von der Art der Verarbeitung und variiert erheblich. So können z. B. 50 bis 98 % des Cesium 137- oder Strontium 90-Gehalts bei der Verarbeitung von Milch zu Butter und Kasein entfernt werden.

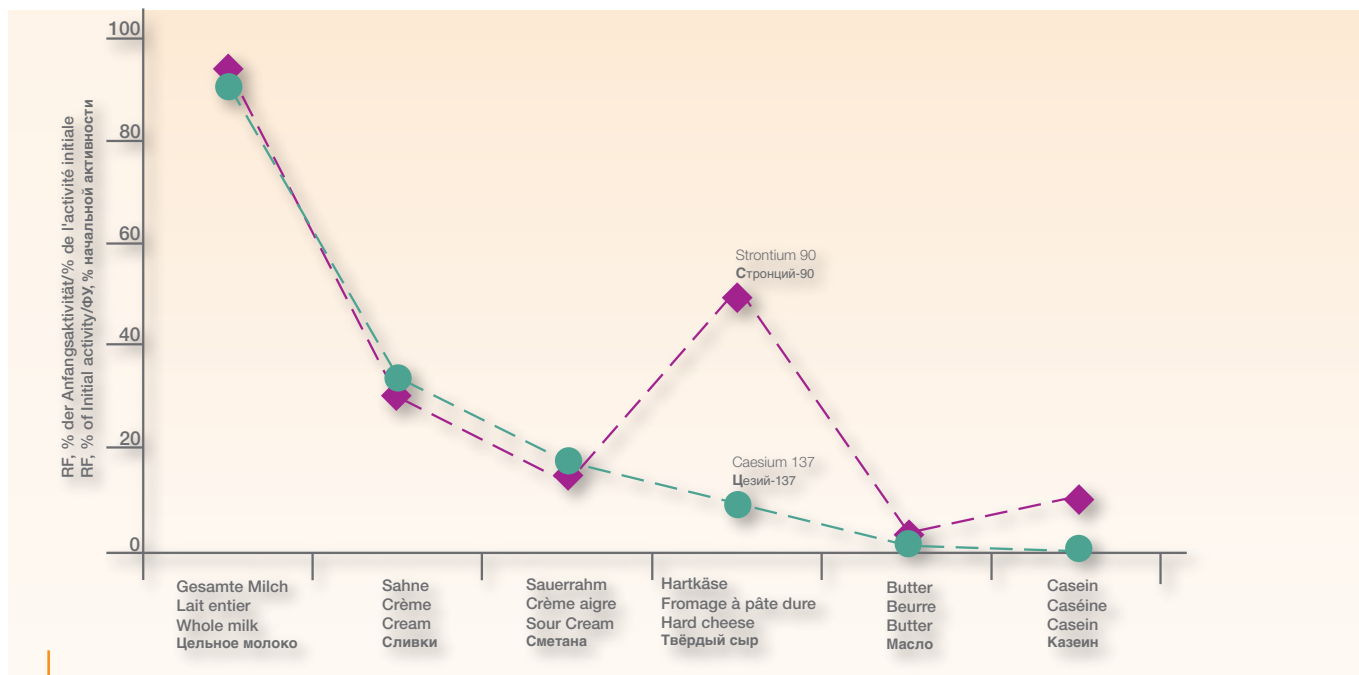
Die Datenbank enthält auch eine Vielzahl von Informationen und Daten zu administrativen und hydrotechnischen Gegenmaßnahmen, um die radioaktive Kontamination von Wasserressourcen zu verringern.

Die Teil-Datenbank „Gegenmaßnahmen“ enthält wertvolle Informationen für Wissenschaftler und Entscheidungsträger über die nach dem Unfall ergriffenen Gegenmaßnahmen. Auf Basis der gesammelten Daten können natürliche und menschliche Faktoren analysiert werden, die die radioaktive Kontamination von Nahrungsmitteln bestimmen. Ebenso können die Wirksamkeit von Gegenmaßnahmen je nach standortspezifischen Bedingungen bewertet, der Kontaminationsgrad von Nahrungsmitteln vorausgesagt und die Anwendung von Gegenmaßnahmen begründet werden. ■

La transformation technologique des produits végétaux et animaux permet d'améliorer de façon importante la qualité des produits alimentaires. L'efficacité dépend du type de traitement et varie fortement, éliminant par exemple 50 à 98 % du césium 137 ou du strontium 90 pendant la transformation du lait en beurre et en caséine.

La base de données contient également un grand nombre d'informations et de données sur les contre-mesures administratives et hydrotechniques visant à réduire la contamination radioactive des ressources hydriques.

La sous-base de données «Contre-mesures» contient des informations précieuses pour les chercheurs et les instances décisionnaires quant aux contre-mesures mises en oeuvre après l'accident. À partir des données réunies, il est possible d'analyser les facteurs naturels et humains déterminant la contamination radioactive des substances alimentaires. Il est également possible d'évaluer l'efficacité des contre-mesures en fonction des conditions spécifiques du site, de prédire le degré de contamination des produits alimentaires et de justifier la mise en oeuvre de contre-mesures. ■



Wirksamkeit der Milchverarbeitung; Reduktion der Radionuklide durch Weiterverarbeitung von Milch
 Efficacité du traitement du lait ; diminution des radionucléides par transformation technologique du lait
 Efficiency of milk processing: reduction of radionuclides through further processing of milk
 Эффективность переработки молока; уменьшение радионуклидов с помощью дальнейшей переработки молока



Дальнейшая технологическая обработка растительных и животных продуктов может значительно улучшить качество продуктов питания. Эффективность зависит от вида обработки и поэтому очень различна. Так например, от 50 до 98 % содержания цезия-137 или стронция-90 может быть устранено при переработке молока в масло и казеин.

База данных содержит также множество сведений и данных по административным и гидротехническим мерам для уменьшения радиоактивного загрязнения водоёмов.

Тематическая БД „Контрмеры“ содержит в целом ценную информацию для учёных и принимающих решения лиц о контрмерах, предпринятых после аварии. На основе собранных данных могут анализироваться естественные и техногенные факторы, определяющие радиационное загрязнение пищевых продуктов. Также возможно оценить эффективность контрмер в зависимости от местных условий, предсказать степень загрязнения продуктов питания и обосновать применение контрмер. ■

The database also contains a multitude of information and data on administrative and hydrotechnical countermeasures for reducing the radioactive contamination of water resources.

The “Countermeasures” sub-database contains valuable information for scientists and decision-makers on countermeasures applied after the accident. Based on the gathered data, natural and human factors determining the radioactive contamination of foodstuffs can be analysed. Also, the efficiency of countermeasures dependent on site-specific conditions can be evaluated, the degree of foodstuff contamination can be predicted and the application of countermeasures can be justified. ■



Das Programm „Radioökologie“ der DFI konzentrierte sich auf die Untersuchung der radioökologischen Folgen vor allem in der 30-km-Zone und in dem Gebiet um Gomel in Weißrussland sowie Briansk in Russland

Le programme «Radioécologie» s’est focalisé sur l’examen des conséquences radioécologiques de l’accident essentiellement dans la zone d’exclusion de 30 km et des zones autour de Gomel en Biélorussie et Briansk en Russie

The “Radioecology” programme of the FGI focused on examining the radioecological effects of the accident mainly within this 30-km zone and the areas around Gomel in Belarus and Briansk in Russia

Программа „Радиозкология“ ГФИ была сосредоточена на исследовании радиологических последствий аварий, прежде всего, в закрытой 30-километровой зоне, в Гомельской области в Белоруссии, а также в Брянской области в России

Ökologisches Gesamtbild der kontaminierten Regionen

In diesem Teilprojekt wurde eine Datenbank mit georeferenzierten Daten erstellt, die die wichtigsten Umweltparameter der kontaminierten Regionen in der Ukraine, Weißrussland und Russland enthält. Diese Teil-Datenbank soll als topografische Grundlage für die Ergebnisse der anderen Teilprojekte sowie zur Illustration und Auswertung der radioaktiven Kontamination genutzt werden.

Portrait écologique des zones contaminées

Dans le cadre de ce sous-projet, une base de données contenant des données géoréférencées a été construite, incluant les paramètres environnementaux les plus importants des régions contaminées d’Ukraine, de Biélorussie et de Russie. Cette sous-base de données est destinée à être utilisée comme base topographique pour les résultats des autres sous-projets ainsi que pour l’illustration et l’évaluation de la contamination radioactive.



Ecological Portrait of the Contaminated Regions

Within this sub-project, a database was generated containing georeferenced data that includes the most important environmental parameters of the contaminated regions in Ukraine, Belarus and Russia. This sub-database is meant for the use as a topographical basis for the results of the other sub-projects as well as for illustration and evaluation of the radioactive contamination.

Общая экологическая картина загрязнённых территорий

Вэтой тематической части проекта была составлена база данных с базовой геоинформацией, содержащей важнейшие параметры окружающей среды на загрязнённых территориях Украины, Белоруссии и России. Эта тематическая БД должна использоваться как топографическая основа для получения результатов в других частях проекта, а также для иллюстрации и оценки радиоактивного загрязнения.

In dieser Teil-Datenbank werden die wichtigsten ökologischen Daten zur klimatologischen, orografischen, geologischen, pedologischen und demografischen Situation für die zusammenhängenden Provinzen Witebsk, Grodno, Brest, Gomel, Minsk und Mogilev in Weißrussland, für Briansk, Kaluga, Orel und Tula in Russland und für Volyn, Zhitomir, Kiew, Rowno, Poltawa, Tschernigow, Sumy sowie die 30-km-Sperrzone in der Ukraine zusammengestellt und in einem Geoinformations-System (GIS) verwaltet. So sind alle Daten und Informationen mit Hilfe des Computers mit den zugehörigen kartografischen Grundlagen abrufbar. Schnittstellen ermöglichen eine flächenbezogene Darstellung, Auswertung und Interpretation.

10.1 Teil-Datenbank: Ökologisches Gesamtbild

Die Teil-Datenbank „Ökologisches Gesamtbild“ besteht aus den Modulen „AdminDivision“ und „GeoObjects“.

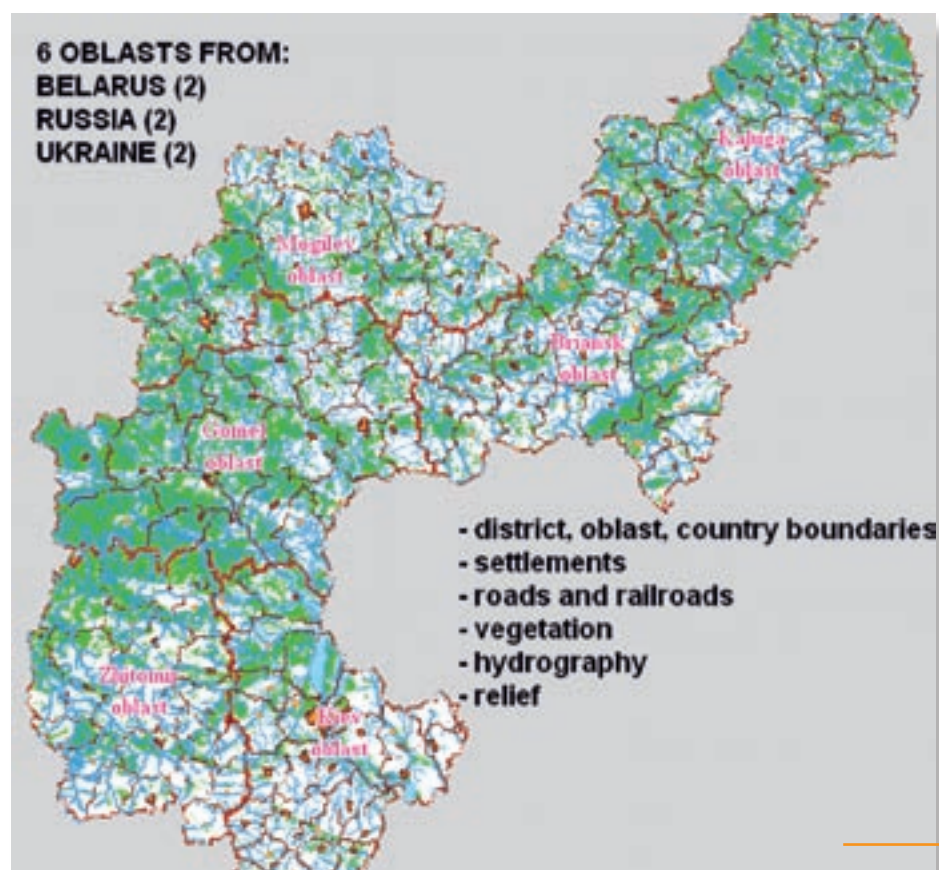
„AdminDivision“ enthält die topografischen Informationen zur Lage und Umriss der Länder, Provinzen, Städte, Dörfer und Siedlungen. Insgesamt sind in ihr 30.909 Datensätze erfasst. Als kleinste topografische Einheit wurde das „Settlement“ (Dorf, Ansiedlung) festgelegt, für das eine administrative Kennzahl vorliegt, vergleichbar der Gemeindekennzahl in Deutschland. In allen Teildatenbanken wurde diese administrative Kennzahl für die Codierung der Probenahmepunkte bzw. des Ortes der Messung benutzt.

Dans cette sous-base de données, les principales données environnementales concernant la situation climatologique, orographique, géologique, pédologique et démographique sont compilées et organisées grâce au système d'informations géographique (SIG) pour les oblasts suivants : Vitebsk, Grodno, Brest, Gomel, Minsk et Moguilev en Biélorussie ; Briansk, Kaluga, Orel et Tula en Russie ; Volyn, Zhitomir, Kiev, Rovno, Poltava, Chernigov, Sumy et la Zone d'Exclusion en Ukraine. Il est ainsi possible, à l'aide d'un ordinateur, d'accéder à toutes les données et informations avec les bases cartographiques correspondantes. Des interfaces permettent de représenter, d'évaluer et d'interpréter les données de zones particulières.

10.1 Sous-base de données : portrait écologique

La sous-base de données «Portrait écologique» est constituée de deux modules «AdminDivision» et «GeoObjects».

«AdminDivision» contient les informations topographiques concernant la position et les limites des pays, des oblasts, des villes, des villages et des hameaux. 30 909 enregistrements de données au total sont réunis dans ce module. La localité (village ou hameau) a été définie comme la plus petite entité topographique, chacune étant caractérisé par un code administratif comparable au «code municipal» allemand. (Une série de nombres attribués à des municipalités politiquement indépendantes aux fins d'identification) Présent dans l'ensemble des sous-bases de données, ce code administratif a été associé à tous les points d'échantillonnage ou la position de la mesure.



Mit MapInfo erzeugte Originalabbildung des Hauptuntersuchungsgebiets aus der Datenbank

Représentation de la zone principale d'investigation générée par MapInfo

Database screenshot of the main investigation area generated with MapInfo

Изображение главной области исследования, генерированное Mapinfo

In this sub-database the most important ecological data regarding the climatological, orographical, geological, pedological and demographical situation in the following oblasts are compiled and organised with the help of the Geographical information system (GIS): Vitebsk, Grodno, Brest, Gomel, Minsk and Mogilev in Belarus; Briansk, Kaluga, Orel and Tula in Russia; and Volyn, Zhitomir, Kiev, Rovno, Poltava, Chernigov, Sumy and the Exclusion Zone in Ukraine. Thus it is possible to retrieve all the data and information with the respective cartographical basics via the computer. Interfaces allow a representation, evaluation and interpretation of specific areas.

10.1 Sub-Database: Ecological Portrait

The sub-database "Ecological Portrait" consists of the two modules "AdminDivision" and "GeoObjects".

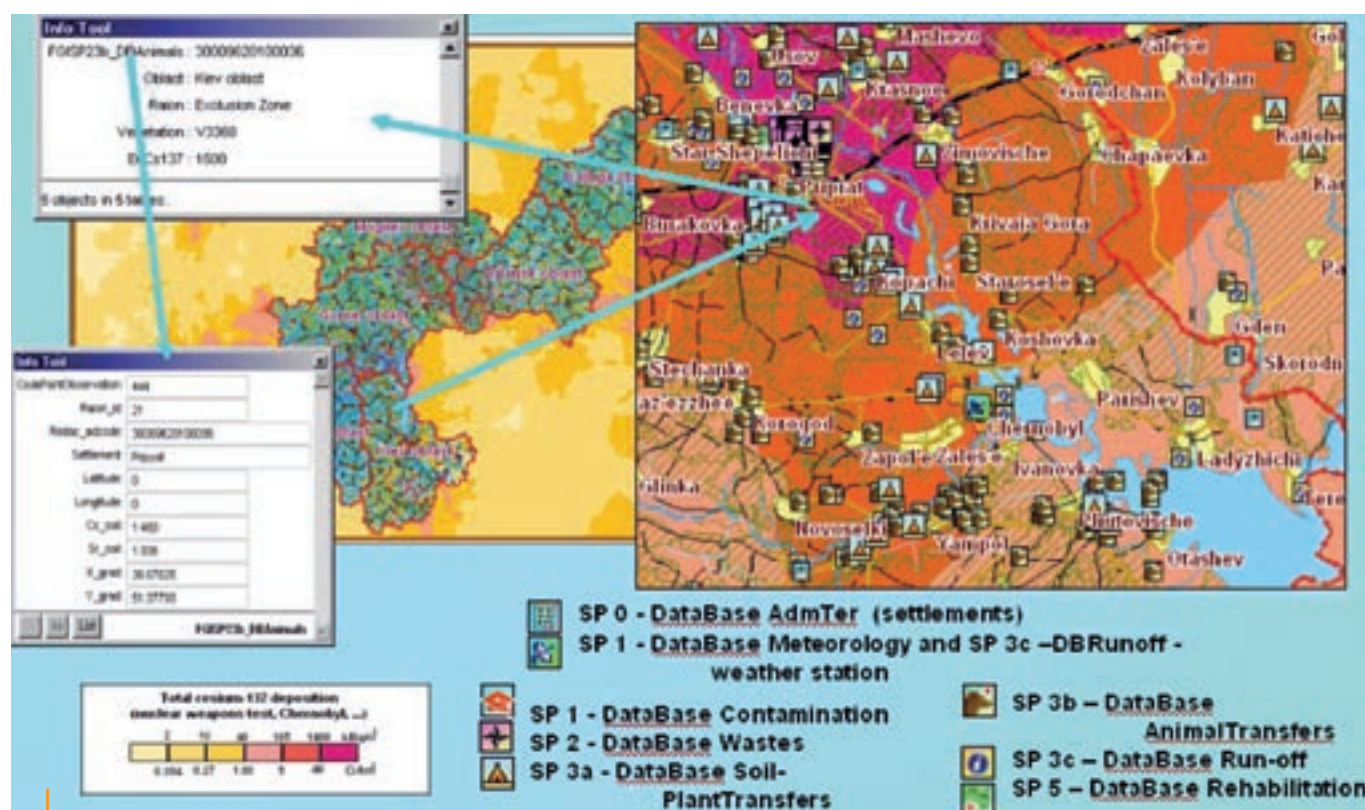
"AdminDivision" contains the topographical information about the location and outlines of countries, oblasts, cities, villages and settlements. A total of 30,909 data records are gathered in this module. The settlement was defined as the smallest topographical unit, each characterised with an administrative code which can be

В этой БД собираются и управляются в геоинформационной системе (ГИС) важнейшие экологические данные по климатической, орографической, педологической и демографической ситуации связанных между собой Витебской, Гродненской, Брестской, Гомельской, Минской и Могилёвской областей в Белоруссии, Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей в России и Волынской, Житомирской, Киевской, Ровенской, Полтавской, Черниговской, Сумской областей, а также 30-километровой зоны отчуждения на Украине. Таким образом с помощью компьютера можно получать все данные вместе с относящимся сюда картографическим материалом. Интерфейсы позволяют получать изображения, оценки и интерпретацию интересующих территорий.

10.1 Тематическая БД: Общая экологическая картина

БД „Общая экологическая картина“ состоит из модулей „AdminDivision“ и „GeoObjects“.

„AdminDivision“ содержит топографический материал по положению и границам стран, областей, городов, деревень



Kartografische Darstellung des Moduls „GeoObjects“. Das Arbeitsfenster enthält Daten aus den thematischen Datensätzen der Teilprojekte 1-5 sowie Datensätze der globalen Module „Administrative-territorial Division“, „Topography“ und „Contamination“

Description cartographique du module «GeoObjects». Le champ de données provient des enregistrements thématiques des sous projets 1 à 5 ainsi que des modules généraux «Administrative Global Division», «Topography» et «Contamination»

Cartographical depiction of the "GeoObjects" module (the data field contains data from the thematic data records of the sub-projects 1-5 and data records of the global module "Administrative-Territorial Division", "Topography" and "Contamination")

Картографическое представление модуля „GeoObjects“ (рабочее окошко содержит данные тематических наборов данных по частям проектов 1-5 а также по глобальным модулям „Административно-территориальное разделение“, „Топография“ и „Радиоактивное загрязнение“)

Das Modul „GeoObjects“ enthält Daten und Informationen

- zur Ausdehnung von Flächenobjekten wie Seen, Flussläufe, landwirtschaftlichen Nutzung und zu Bodentypen sowie
- zum Verlauf von Straßen und Flüssen.

Die Daten liegen als MapInfo-Dateien vor.

10.2 Datenbank-Ergebnisse

Die in den Kartenwerken der Teil-Datenbank „Ökologisches Gesamtbild“ erfassten Daten und ökologischen Informationen können auch für eine Auswertung im Rahmen des Programms 3 der Deutsch-Französischen Initiative „Gesundheitliche Folgen“ benutzt werden. Sie können ebenso als raumbezogene Grundlage für andere „territoriale“ ökologische Vorhaben in den entsprechenden Regionen der drei Länder genutzt werden. ■

Le module «GeoObjects» contient des données et des informations sur :

- l'étendue des objets de surface tels que les lacs, les cours d'eau, l'utilisation agricole et les types de sol,
- les tracés des rues et des cours d'eau.

Les données sont disponibles sous la forme de fichiers Mapinfo.

10.2 Résultat de la base de données

Les données et informations environnementales réunies dans ce travail cartographique de la sous-base de données «Portrait écologique» peuvent également être utilisées pour une évaluation dans le cadre du programme 3 «Conséquences sanitaires» de l'IFA. Elles peuvent également servir de base spatiale pour d'autres projets environnementaux «territoriaux» dans les régions respectives des trois pays. ■

compared to the German “municipal code” (A series of numbers, allocated to politically independent municipalities for identification purposes). Through all sub-databases, this administrative code was used for coding the points of sampling or the location of the measurement.

The “GeoObjects” module contains data and information concerning

- the expansion of surface objects such as lakes, courses of rivers, agricultural use and soil types and
- the courses of streets and rivers.

The data is available as Mapinfo files.

10.2 Database results

The data and ecological information gathered in the map work of the sub-database “Ecological Portrait” can also be used for an evaluation in the framework of the programme 3 “Health consequences” of the FGI. They can also be used as a spatial base for other “territorial” ecological projects in the respective regions of the three countries. ■

и др. населённых пунктов. Всего в ней собраны 30.909 наборов данных. Наименьшей топографической единицей определён „населённый пункт“ (деревня, посёлок), имеющий административный индекс, аналогично индексам муниципальных образований в Германии. Во всех тематических БД этот индекс использовался для кодировки мест взятия проб или мест проведения измерений.

Модуль „GeoObjects“ содержит данные

- по протяжённости поверхностных таких объектов, как озёра, русла рек, по сельскохозяйственной деятельности и по типам почв, а также
- по расположению дорог и рек.

Данные представлены в форме файлов MapInfo.

10.2 Результаты работы по базе данных

Собранные в картографическом материале тематической БД „Общая экологическая картина“ данные и экологическая информация могут также использоваться для оценки в рамках Программы 3 „Воздействие на здоровье людей“ ГФИ. Они также могут использоваться в качестве основы пространственного представления других „территориальных“ экологических проектов для соответствующих регионов трёх стран. ■

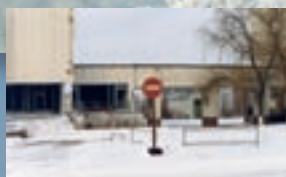


Kontamination der Umwelt

Die Freisetzungsdynamik während des Unfalls spielt für die radioaktive Kontamination der betroffenen Gebiete eine wichtige Rolle. Daher wurden in einem ersten Schritt alle verfügbaren Informationen zur Dynamik und zu den Freisetzungseigenschaften der Radionuklide während der aktiven Phase des Unfalls gesammelt und verifiziert. Hierzu gehörten u. a. Daten zu den Aktivitäten vor dem Unfall im Reaktor, Radioaktivitätsmesswerte im Nahbereich des Kraftwerks mit einem Radius bis 10 km sowie die Untersuchungsergebnisse zur Brennstoffmenge, die im Reaktor verblieben war. Insgesamt wurden Untersuchungsergebnisse zehn verschiedener Organisationen berücksichtigt.

Contamination de l'environnement

La dynamique des rejets au cours de l'accident est un élément important eut égard à la contamination radioactive des régions touchées. De ce fait, toutes les informations disponibles sur la cinétique et les caractéristiques du rejet ont d'abord été rassemblées et vérifiées pour ce qui concerne la phase active de l'accident. Entre autres, les données sur les activités présentes dans le réacteur avant l'accident, les résultats de mesures de la radioactivité dans la zone proche du réacteur dans un rayon de 10 km ainsi que les résultats des investigations portant sur le combustible restant dans le réacteur ont été inclus. Au total, les résultats des travaux expérimentaux de 10 organismes différents ont été pris en considération.



Ergebnisse zur Umweltkontamination wurden für die Provinzen Gomel und Mogilev (Weißrussland), Briansk und Kaluga (Russland) sowie Kiew und Zhitomir (Ukraine) erfasst

Les résultats de contamination de l'environnement ont été rassemblés pour les provinces de Gomel et de Mogilev en Biélorussie, de Briansk et de Kaluga en Russie et de Kiev et de Zhitomir en Ukraine

Results of environment contamination were gathered for the oblasts Gomel and Mogilev in Belarus, Briansk and Kaluga in Russia and Kiev and Zhitomir in Ukraine

Результаты исследований по загрязнению окружающей среды для Гомельской и Могилёвской областей в Белоруссии; для Брянской и Калужской областей в России, а также для Киевской и Житомирской областей на Украине документировались

Contamination of the Environment

Release dynamics during the accident is an important figure in respect of the radioactive contamination of the affected regions. Hence, all available information about dynamics and release properties of the radionuclides was collected and verified during the active stage of the accident. Among others, data on the activities in the reactor before the accident, data of radioactivity measurements in the nearby area of the power plant within a radius of up to 10 km and results of investigations of remaining fuel within the reactor unit were included. Altogether, the investigation results of 10 different organisations were taken into account.

Загрязнение окружающей среды

Динамика радиоактивного выброса во время аварии играет важную роль для загрязнения пострадавших территорий. Поэтому на первом этапе собиралась и проверялась вся имеющаяся информация по динамике и свойствам выброса радионуклидов во время активной фазы аварии. Сюда относились данные по активности до аварии реактора, измеренные значения радиоактивности в ближнем окружении АЭС в радиусе до 10 км, а также результаты исследований по количеству оставшегося в реакторе топлива. В целом были учтаны результаты исследований десяти различных организаций.

Der zweite Schritt umfasste den Datenbank-Aufbau zur Bodenkontamination ausgewählter Regionen in Weißrussland, Russland und der Ukraine. Zu diesem Zweck wurden alle verfügbaren Informationen zu den Messwerten in den verschiedenen Siedlungen ausgewertet. Als Informationsquelle dienten die Archive und Datenbanken verschiedener Organisationen, wie die Datenbank des Zentrums für Strahlen- und Umweltüberwachung in Weißrussland, die Archive des Scientific Production Enterprise „Typhoon“ in Russland, die zentrale Datenbank allgemeiner Daten des IBRAE in Russland sowie die Datenbank des Staatskomitees für Hydrometeorologie in der Ukraine.

11.1 Teil-Datenbank: Umweltkontamination

Ergebnisse zur Umweltkontamination wurden für die Provinzen Gomel und Mogilev (Weißrussland), Briansk und Kaluga (Russland) sowie Kiew und Zhitomir (Ukraine) erfasst. Aufgrund methodischer Unterschiede bei der Messwert-Erfassung der Oberflächenkontamination wurden zwei Arten von Datenbanken erstellt.

Die „Typ 1-Datenbank“ enthält allgemeine administrative Beschreibungen der Siedlungen, geografische Koordinaten, Daten zur durchschnittlichen Cäsium 137-, Strontium 90- und Plutonium 239/Plutonium 240-Bodenkontamination (kBq/m²) in den Siedlungen, die von den staatlichen Behörden der jeweiligen Länder offiziell herausgegeben wurden. Diese Daten dienten als Entscheidungsgrundlage für behördliche Maßnahmen (so genannte „offizielle“ Daten). In die Datenbank zur Bodenkontamination sind zusätzlich die Messdaten und die digitalisierten Karten des „Atlas zur Cäsiumablagerung in Europa (JSP-6)“ der Europäischen Kommission integriert.

Die „Typ 2-Datenbank“ beinhaltet neben den Daten zu administrativen und geografischen Kenngrößen der Siedlungen auch mehr als 31.000 Messdaten der Bodenkontamination in den Siedlungen (kBq/m²) und das jeweilige Datum der Messung (Probenahme). Die Daten decken den Zeitraum von 1986 bis 1998 ab. Die Datenbank wurde für die Untersuchung der verschiedenen Aspekte der radioökologischen Folgen des Unfalls strukturiert und erstellt. Sie enthält unterschiedliche Arten von Siedlungen (städtisch und ländlich) sowie unterschiedliche Bodenarten. Insgesamt sind 1.011 Siedlungen, davon 251 in Weißrussland, 468 in Russland und 292 in der Ukraine erfasst.

Zusätzlich wurde für die untersuchten Gebiete eine Datenbank zur Meteorologie entwickelt. Sie enthält allgemeine Beschreibungen der meteorologischen Stationen, die den Unfall aufgezeichnet haben, sowie Messwerte zur Temperatur (°C), zur Windrichtung (Grad), Windgeschwindigkeit (m/s) und die Menge des täglichen Niederschlags (mm). Weiterhin umfasst sie Informationen über die meteorologischen und klimatischen Bedingungen während der Freisetzung (trocken und nass) in den ersten Wochen nach dem Unfall (bis Juli 1986). Insgesamt beinhaltet sie mehr als 8.000 Aufzeichnungen.

11.2 Datenbank-Ergebnisse

Die gesammelten und überprüften Daten belegen, dass die Aktivität der Spaltprodukte und Transurane im Reaktor des Blocks

La seconde partie du travail consistait à créer des bases de données sur la contamination des sols des territoires choisis en Biélorussie, en Russie et en Ukraine. À cette fin, toutes les informations disponibles sur les valeurs de mesure dans les différentes localités ont été évaluées. Les archives et les bases de données de différents organismes ont été utilisées comme source d'information, à savoir notamment la banque de données du «Centre de contrôle des radiations et de surveillance de l'environnement» (RCRCM) de Biélorussie, les archives de l'entreprise de production scientifique (SPA) «Typhoon» de Russie, la Banque de données centrale des données générales de l'IBRAE de Russie et la banque de données du Comité gouvernemental d'hydrométéorologie d'Ukraine.

11.1 Sous-base de données : contamination de l'environnement

Les résultats de contamination de l'environnement ont été rassemblés pour les provinces de Gomel et de Moguilev en Biélorussie, de Briansk et de Kaluga en Russie et de Kiew et de Zhitomir en Ukraine. En raison de différences de méthode dans l'obtention des valeurs de mesure, deux types de bases de données ont été créés.

La base de données de type 1 contient les descriptions administratives générales des localités, les coordonnées géographiques, les données sur la contamination moyenne (kBq/m²) des sols en césium 137-, strontium 90- et plutonium 239/plutonium 240 dans les localités, officiellement approuvées par les autorités gouvernementales des pays respectifs. Ces données (dites «données officielles») sont celles qui ont permis aux autorités de prendre des décisions et des mesures. La base de données sur la contamination des sols incluait également des valeurs de mesure et des cartes numérisées de l'Atlas des dépôts de césium sur l'Europe (JSP-6) provenant de la Commission Européenne.

La base de données de type 2 inclut des données sur les paramètres administratifs et géographiques des localités ainsi que plus de 31 000 valeurs de mesures de contamination des sols dans les zones habitées (kBq/m²) et la date correspondante des mesures (prélèvements). Les données couvrent la période entre 1986 et 1998. Les bases de données ont été structurées et créées afin d'étudier les différents aspects des conséquences radioécologiques de l'accident. Elles incluent différents types de localités (urbaines et rurales) ainsi que différents types de sols. Un total de 1 011 localités, dont 251 en Biélorussie, 468 en Russie et 292 en Ukraine a été enregistré.

Une base de données météorologique a également été créée pour les zones étudiées. Elle contient des descriptions générales des stations météorologiques où l'accident a été enregistré ainsi que des valeurs de mesure concernant la température (°C), la direction du vent (degré), la vitesse du vent (m/s) et la hauteur de précipitation quotidienne (mm). Elle contient également des informations sur les conditions climatiques au cours des premières semaines du rejet (sec ou humide) après l'accident (jusqu'en juillet 1986). Plus de 8 000 enregistrements sont contenus dans cette base de données.

The second step comprised the creation of databases on soil contamination of selected territories in Belarus, Russia and the Ukraine. For this purpose, all available information on the measure values in the different settlements were evaluated. As a source of information, archives and databases of different organisations were used, e. g. the database of the "Center of Radiation Control and Environment Monitoring" from Belarus, the archives of the Scientific Production Enterprise "Typhoon" from Russia, the Central Data Bank of Generalized Data of IBRAE from Russia and the data bank of the State Committee on Hydrometeorology of Ukraine.

11.1 Sub-Database: Contamination of the Environment

Results of environment contamination were gathered for the oblasts Gomel and Mogilev in Belarus, Briansk and Kaluga in Russia and Kiev and Zhitomir in Ukraine. Due to methodical differences surface contamination data acquisition, two types of databases were created.

The database of type 1 contains general administrative descriptions of settlements, geographical coordinates, data on average caesium 137-, strontium 90- and plutonium 239 / plutonium 240 soil contamination (kBq/m²) in the settlements, officially approved by the state authorities of the respective countries. These data were used by authorities for deciding on measures (so-called "official" data). Also included in the database on soil contamination are the measure values and digitised maps of the Atlas of Caesium Deposition on Europe (JSP-6) from the European Commission.

The database of type 2 not only includes data on administrative and geographic parameters of the settlements but also more than 31,000 measure values of soil contamination in the settlements (kBq/m²) and the respective date of the measurement (sampling). The data cover the period from 1986 until 1998. The database was structured and built for studying the different aspects of the radioecological consequences of the accident. It includes different types of settlement (urban and rural) as well as different types of soil. A total of 1,011 settlements, thereof 251 in Belarus, 468 in Russia and 292 in Ukraine were recorded.

In addition, a meteorology database was created for the investigated areas. It contains general descriptions of meteorological stations where the accident was recorded and measure values on temperature (°C), wind direction (degree), wind velocity (m/s) and the amount of daily precipitation (mm). Also, it contains information on weather and climatic conditions during the first weeks of the release (dry and wet) after the accident (until July 1986). More than 8,000 records are included in the database.

11.2 Database results

According to the collected and analysed data, the activity of fission products and transuranium within the reactor of unit 4 was $2.6 \cdot 10^{17}$ Bq for caesium 137, $2.3 \cdot 10^{17}$ Bq for strontium 90 and $9.2 \cdot 10^{14}$ Bq for plutonium 239. The comparison with analysis

Второй этап охватывал составление БД по загрязнению почвы выбранных территорий в Белоруссии, России и на Украине. Для этой цели были собраны все имеющиеся сведения по различным населённым пунктам. Источником информации служили архивы и БД различных организаций. Главным образом для БД использовались следующие источники информации: базы данных Центра радиационного и экологического мониторинга Белоруссии, архивы российского Научно-производственного объединения „Тайфун“, центральная БД общей информации ИБРАЭ в России, а также база данных Государственного комитета гидрометеорологии на Украине.

11.1 Тематическая БД: Загрязнение окружающей среды

Результаты исследований по загрязнению окружающей среды для Гомельской и Могилёвской областей в Белоруссии; для Брянской и Калужской областей в России, а также для Киевской и Житомирской областей на Украине документировались. По причине методологических различий при учёте измеренных значений поверхностных загрязнений были составлены два вида базы данных.

„База данных 1-ого типа“ содержит общие административные описания населённых пунктов, географические координаты, данные по среднему уровню загрязнения цезием-137, стронцием-90, плутонием-239 и плутонием-240 (кБк/м²) в населённых пунктах, официально предоставленные государственными органами управления соответствующих стран. Эти данные служили основой для решений органов управления по проведению мероприятий (т. н. „официальные“ данные). В БД по загрязнению почвы дополнительно вводились данные измерений и электронно-кодированные карты „Атласа выпадения цезия в Европе (JSP-6)“ Европейской комиссии.

„База данных 2-ого типа“ содержит помимо данных административных и географических показателей населённых пунктов также и более 31.000 данных измерений загрязнения почвы в населённых пунктах (кБк/м²), а также соответствующие даты измерений (взятия проб). Данные относятся к периоду с 1986 по 1998 г.г. База данных и её структура выполнялись с учётом исследований различных аспектов радиоэкологических последствий аварии. БД содержит данные по различным видам населённых пунктов (городским и сельским), а также различным видам почв. Всего учтаны 1.011 населённых пунктов, из них 251 в Белоруссии, 468 в России и 292 на Украине.

Дополнительно для исследуемых областей была составлена база данных по метеорологии. Она содержит общие описания метеорологических станций, зарегистрировавших аварию, а также измеренные значения температуры (°C), направление (в градусах) и скорость ветра (м/с) и количество осадков за день (мм). Кроме того, она содержит информацию о метеорологических и климатических условиях во время выбросов (сухих и влажных) в первые недели после аварии (до июля 1986 г.). Всего в ней содержится более 8.000 записей.

4 vor dem Unfall $2,6 \cdot 10^{17}$ Bq für Caesium 137, $2,3 \cdot 10^{17}$ Bq für Strontium 90 und $9,2 \cdot 10^{14}$ Bq für Plutonium 239 betrug. Der Vergleich mit Analysenergebnissen der Bodenkontamination zeigt, dass die Aktivität der freigesetzten und in der 30-km-Sperrzone um das KKW Tschernobyl abgelagerten Radionuklide 2,1 % für Caesium 137, 2 % für Strontium 90 und 1,5 % für Plutonium 239 und Plutonium 240 nicht übersteigt.

Studien verschiedener Arbeitsgruppen, die in den 20 Jahren nach dem Unfall durchgeführt worden sind, kommen mehrheitlich zu dem Ergebnis, dass mehr als 96 % des gesamten radioaktiven Inventars im Inneren des Sarkophags verblieben sind.

Ein Vergleich der Höhe der Kontamination in den Siedlungen mit den Isolinen des „Atlas zur Caesiumablagerung in Europa (JSP6)“ ergab jedoch in einigen Fällen Unterschiede. Die Bandbreite der Caesium 137-Kontamination in den Siedlungen liegt zwischen 5 kBq/m² und 8.000 kBq/m².

Die anfängliche Bodenkontamination wurde mit „NOSTRADAMUS“, einem 3D-Lagrange-Modell für atmosphärische Ausbreitung, rekonstruiert. Mit Hilfe der Ergebnisse der Modellrechnungen wurden Kontaminationskarten von ausgewählten Regionen erstellt, in denen die Kontamination durch Caesium und andere Radionuklide dargestellt ist. Diese rekonstruierten Karten wurden mit den verfügbaren offiziellen Karten verglichen. Die Modellrechnungen zeigten eine gute Übereinstimmung des berechneten Fall-outs mit den messtechnisch ermittelten Daten. Der errechnete Wert des integralen Caesium 137-Fallouts beträgt 8,6 PBq, was zu etwa 92 % mit den Abschätzungen der Feldstudien übereinstimmt.

Die Teil-Datenbank „Umweltkontamination“ kann für folgende Zwecke verwendet werden:

- Bewertung der aktuellen radiologischen Situation in den betroffenen Gebieten,
- Rekonstruktion der Kontamination der Umwelt,
- Erstellung thematischer Karten, z. B. zu Bodenkontamination,
- Vorhersagen der Auswirkungen zukünftiger Unfälle sowie
- als Grundlage für den Katastrophenschutz im Fall eines Strahlenunfalls. ■

11.2 Résultats de la base de données

Les données collectées et analysées montrent que l'activité des produits de fission et des transuraniens à l'intérieur du réacteur de la tranche 4 était de $2,6 \cdot 10^{17}$ Bq pour le césium 137, $2,3 \cdot 10^{17}$ Bq pour le strontium 90 et $9,2 \cdot 10^{14}$ Bq pour le plutonium 239. La comparaison de ces données avec les résultats d'analyse de la contamination des sols a montré que l'activité des radionucléides rejetés accumulés dans la Zone d'Exclusion de 30 km entourant la centrale nucléaire de Tchernobyl n'excède pas 2,1 % pour le césium, 2 % pour le strontium 90 et 1,5 % pour le plutonium 240. Des études menées par différents groupes de travail pendant les 20 années suivant l'accident montrent quasi unanimement que plus de 96 % de l'inventaire radioactif est resté à l'intérieur du sarcophage.

Une comparaison des niveaux de contamination dans les zones habitées avec les iso-lignes de l'Atlas de dépôt du césium sur l'Europe (JSP-6) a cependant montré des différences dans certains cas. Le niveau de contamination en césium 137 dans les localités varie entre 5 kBq/m² et 8 000 kBq/m².

La contamination initiale des sols a été reconstituée au moyen du modèle lagrangien de dispersion atmosphérique «NOSTRADAMUS» 3D. Grâce aux résultats d'évaluation du modèle, des cartes de contamination dans les régions sélectionnées ont été réalisées, représentant la contamination par le césium et les autres radionucléides. Ces cartes reconstituées ont été comparées aux cartes officiellement disponibles. Les évaluations des retombées calculées par le modèle sont en corrélation satisfaisante avec les données obtenues par les mesures dans l'environnement. La valeur calculée du dépôt intégré de césium 137 est 8,6 PBq, ce qui indique un niveau de cohérence d'environ 92 % avec les estimations des études sur le terrain. La sous-base de données «Contamination de l'environnement» peut être utilisée aux fins suivantes :

- Évaluation de la situation radiologique actuelle dans les territoires contaminés,
- Reconstitution de la contamination de l'environnement,
- Réalisation de cartes thématiques, par exemple sur la contamination des sols,
- Prévisions des effets des accidents dans le futur,
- Base de réponse dans les situations d'urgence en cas d'accident radiologique. ■

results of soil contamination has shown that the activity of the released radionuclides accumulated in the 30-km-Exclusion Zone surrounding the Chernobyl power plant does not exceed 2.1 % for caesium, 2 % for strontium 90 and 1.5 % for plutonium 240.

Studies by different workgroups, carried out during the twenty-year period after the accident, result in an agreement by the majority that more than 96 % of the entire radioactive inventory remained within the sarcophagus.

A comparison of contamination levels in settlements with the isolines of the Atlas of Caesium Deposition on Europe (JSP-6) did, however, show differences in some cases. The amount of caesium 137 contamination in the settlements varies between 5 kBq/m² and 8,000 kBq/m².

The initial soil contamination has been reconstructed using the "NOSTRADAMUS" 3D Lagrange model of atmospheric dispersion. With the help of the model assessment results, maps for contamination in chosen regions were created which depict the contamination with caesium and other radionuclides. These reconstructed maps were compared to the maps officially available. The calculated fallout values were in good agreement with the measured data. The calculated value of the integral caesium 137 fallout is 8.6 PBq, thus amounting to a degree of agreement of about 92 % with the estimations of the field studies.

The sub-database "Contamination of the Environment" can be used for the following purposes:

- Assessment of the current radiological situation in territories affected,
- Reconstruction of the environment contamination,
- Generation of thematic maps, e. g. on soil contamination,
- Forecasts on effects of futures accidents,
- Basis for emergency response in case of a radiation accident. ■

11.2 Результаты работы по базе данных

Собранные и проверенные данные показывают, что активность продуктов деления и трансуранов в реакторе 4-ого блока до аварии достигала $2,6 \cdot 10^{17}$ Бк для цезия-137, $2,3 \cdot 10^{17}$ Бк для стронция-90 и $9,2 \cdot 10^{14}$ Бк для плутония-239. Сравнение с результатами анализа загрязнения почвы показывает, что активность радионуклидов, вышедших и выпавших в 30-километровой зоне отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС не превышает 2,1 % для цезия-137, 2 % для стронция-90 и 1,5 % для плутония-239 и плутония-240.

Исследования различных рабочих групп, проведённые за последние 20 лет после аварии, приходят в основном к выводу, что 96 % всего радиоактивного инвентаря осталось внутри саркофага.

Сравнение величины загрязнения в населённых пунктах с изолиниями „Атласа выпадения цезия в Европе (JSP-6)“ всё же показало различия в некоторых случаях. Диапазон загрязнения цезием-137 в населённых пунктах достигает величин от 5 кБк/м² до 8.000 кБк/м².

Начальное загрязнение почвы было реконструировано с помощью трёхмерной модели Лагранжа „NOSTRADAMUS“ для атмосферного распространения. С помощью результатов модельных расчётов были составлены карты загрязнения выбранных регионов, показывающие загрязнение цезием и другими радионуклидами. Эти реконструированные карты сравнивались с имеющимися официальными картами. Модельные расчёты показали хорошее совпадение рассчитанного выпадения радионуклидов с измеренными значениями окружающей среды. Расчётные значения интегрального выпадения цезия-137 составляют 8,6 ПБк, что на около 92 % совпадает с оценками экспериментов.

Тематическая БД „Загрязнение окружающей среды“ может использоваться для следующих целей:

- оценка фактической радиологической ситуации в пострадавших областях,
- реконструкция загрязнения окружающей среды,
- составление тематических карт, напр., по загрязнению почвы,
- предсказания последствий будущих аварий, а также
- как основы защиты от катастроф в случае радиационной аварии. ■



Abfallagerstätten und Abfallstrategien

Kontaminierte Gegenstände, Werkzeuge, Maschinen und sonstige Materialien (Holz, Eisenteile, Stahlbetonblöcke etc.), aber auch Bodenaushub und Vegetation wurden nach dem Unfall in vorhandene Lager für radioaktiven Abfall deponiert oder in Gräben und auf Abfallhaufen, die nicht von der Umwelt isoliert waren, provisorisch entsorgt. Ein beträchtlicher Anteil der radioaktiven Abfälle enthält Teile von Kernbrennstoff und Grafit aus dem Reaktor. Die in den radioaktiven Abfällen am häufigsten vorkommenden Radionuklide sind Cäsium 137 und Strontium 90, aber auch in geringeren Mengen Transurane.

Entreposages de déchets et stratégies de gestion des déchets

Après l'accident, dans des entreposages existants ou provisoirement dans des tranchées et des décharges non isolées de l'environnement, ont été placés outre des objets contaminés, des outils, des machines et d'autres matériaux (bois, éléments métalliques, bloc de béton armé, etc.) mais aussi du sol et des végétaux contaminés. Une grande partie des déchets radioactifs contiennent des fragments du combustible nucléaire et de graphite du réacteur. Les principaux radionucléides dans les déchets sont le césium 137 et le strontium 90, mais on peut trouver également de petites quantités de transuraniens.



Fahrzeuge, die für Dekontaminationsmaßnahmen nach dem Unfall eingesetzt wurden, sind stark radioaktiv belastet

Les véhicules utilisés pour les actions de décontamination après l'accident sont hautement contaminés radioactivement

Vehicles that were used for decontamination measures after the accident are highly contaminated with radioactivity

Техника, которая использовалась для мероприятий дезактивации после аварии, показывает сильное радиоактивное загрязнение



Ansicht des in Bau befindlichen Trockenlagers ISF-2 für abgebrannte Brennelemente aus den stillgelegten Reaktorblöcken des Kernkraftwerks Tschernobyl

Vue du stockage sec ISF-2 en construction pour le combustible usé des réacteurs démantelés

View of the ISF-2 dry-storage facility under construction for spent fuel elements from decommissioned reactor units of the Chernobyl NPP

Вид строящегося сухого хранилища ISF-2 для отработанных ТВС из снятых с эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС

Waste Dumps and Waste Strategies Management

After the accident, not only contaminated objects, tools, machines and other material (wood, elements of ironworks, ferro-concrete blocks etc.) but also contaminated soil and vegetation were disposed of in existing disposal sites for radwaste or provisionally disposed of in trenches and dumps not isolated from the environment. A substantial proportion of the radwaste contains fragments of nuclear fuel and reactor graphite. The major nuclides of the radwaste are caesium 137 and strontium 90; but also smaller quantities of transuranium can be found.

Пункты временного хранения радиоактивных отходов и стратегии по радиоактивным отходам

Загрязнённые предметы, инструменты, машины и прочие материалы (дерево, металл, железобетон и т. д.), а также выбранная почва и растительность после аварии были захоронены в уже существующих хранилищах для радиоактивных отходов или временно помещены в срочно созданные траншеи или отвалы, не изолированные от окружающей среды. Значительная доля радиоактивных отходов содержит части ядерного материала и графита из реактора. В радиоактивных отходах наиболее часто встречаются радионуклиды цезия-137 и стронция-90, и в меньших количествах - трансурановые элементы.

Das Ziel dieses Teilprojektes war es, eine Datenbank über die Abfallagerstellen und ihr radioaktives Inventar zu erstellen, die Umweltauswirkungen dieser Abfallagerstellen zu bewerten, Informationen über bestehende Abfallstrategien zu sammeln sowie eine optimale Strategie zur Abwendung potenzieller Risiken für die Umwelt, die von den radioaktiven Abfällen ausgehen, zu entwickeln.

12.1 Teil-Datenbank: Abfälle

Die Datenbank besteht aus sieben Komponenten, die durch eine universelle Kennzeichnung miteinander verbunden sind: „Storage“ enthält allgemeine Informationen zu den Abfallagerstellen, „Actdata“ umfasst Informationen zur Aktivität der radioaktiven Abfälle, „Dosedata“ Informationen zur Äquivalentdosisrate über der Oberfläche der Abfallagerstelle, „Coord“ die Lagekoordinaten, „Hydrata“ hydrologische Eigenschaften, „Merstor“ Ergebnisse der durchgeführten Messungen und „Surfmed“ Informationen zur Radionuklidkontamination der Oberflächen in der Umgebung der Abfallagerstellen.

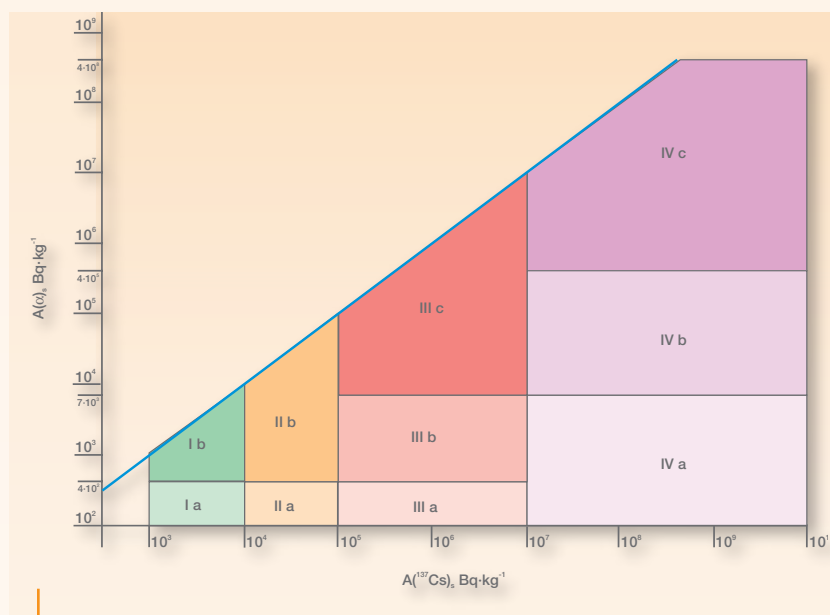
Um die potenziellen Risiken der verschiedenen Lagerstellen einschätzen zu können, wurden die Abfallagerstellen anhand der beiden Kriterien „spezifische Caesium 137-Aktivität“ und „spezifische α -Aktivität“ zunächst in vier Gruppen (I – IV) eingeteilt. Als Grundlage dienten nationale Vorschriften zur Bewertung radioaktiver Abfälle, die Grundsätze der IAEA sowie die spezifischen Eigenschaften der Abfälle von Tschernobyl.

L'objectif de ce sous-projet était de créer une base de données des sites d'entreposage des déchets radioactifs (tranchées et stockages) et de l'inventaire radioactif de leur contenu afin d'en évaluer l'impact environnemental, de rassembler les informations concernant les stratégies existantes de gestion des déchets radioactifs et de développer une stratégie optimisée de prévention des risques potentiels des déchets radioactifs pour l'environnement.

12.1 Sous-base de données : déchets

La base de données est constituée de sept composantes, interconnectées au moyen d'une identification universelle. La composante «Stockage» contient des informations générales sur les sites d'entreposage, le module «Actdata» contient des informations sur l'activité des déchets radioactifs, l'unité «Dosedata» contient des informations sur le débit de dose équivalent à la surface du site, «Coord» inclut les coordonnées des emplacements des sites, «Hydrata» rassemble leurs caractéristiques hydrologiques, «Merstor» comprend les résultats des mesures de terrain effectuées et «Surfmed» contient des informations sur la contamination radioactive des surfaces dans les zones proches des sites d'entreposage.

Afin de permettre une prévision des risques potentiels induits par les différents sites d'entreposage, ceux-ci ont d'abord été catégorisés en quatre groupes (I – IV) en fonction de deux critères : activité spécifique en Cs-137 et activité spécifique α . Cette catégorisation a



		Lokale Kategorie/Catégorie du confinement Confinement category/Категория локализации			
		A	B	C	D, E
Kategorie der radioaktiven Abfälle Catégorie de déchet radioactif Категория радиоактивных отходов	IV	2			
	IVc				
	III		4		4
	IIIc				
	II			1	
	IIb				
	IIIa				
	I				
Ia	Ib			1	
	Ia				1

Kategorisierung der lokalisierten radioaktiven Abfälle in die Klassen I – IV

Catégorisation en classe de I à IV des entreposages de déchets radioactifs localisés

Categorisation of localised radwaste into categories I – IV

Категоризация обнаруженных радиоактивных отходов по классам I – IV

Strategische Aufgaben zur Entsorgung lokalisierter radioaktiver Abfälle

Tâches stratégiques pour les entreposages de déchets radioactifs localisés

Strategic tasks for the disposal of localised radwaste

Стратегические задачи по обезвреживанию обнаруженных радиоактивных отходов

The objective of this sub-project was to create a database of the disposal sites and the radioactive inventory contained, to evaluate the environmental impact from those sites, to collect information about existing radwaste management strategies and to develop an optimum strategy for averting potential hazards of radwaste for the environment.

12.1 Sub-Database: Wastes

The database consists of seven components, interconnected via an universal identification: The "Storage" component contains general information on disposal sites, the "Actdata" module comprises information on radwaste activity, the "Dosedata" unit contains information on equivalent dose rate above the surface of radwaste disposal sites, "Coord" includes location coordinates, "Hydrata" hydrological characteristics, "Merstor" results of performed measurements and "Surfmed" information on radionuclide contamination of surfaces in the nearby area of the disposal sites.

In order to be able to assess the potential risks posed by the different disposal sites, these were initially categorised into four groups (I-IV) on the basis of the two criteria of „specific caesium 137 activity“ and „specific α activity“. The categorisation was based on the national normative documents for evaluating radioactive waste, the general IAEA principles, and the specific features of Chernobyl waste.

Целью этой части проекта было создание БД о пунктах хранения отходов и их радиоактивном инвентаре, оценка влияния этих пунктов хранения на окружающую среду, сбор сведений о существующих стратегиях по РАО, а также разработка оптимальных стратегий для защиты окружающей среды от возможной опасности, исходящей от радиоактивных отходов.

12.1 Тематическая БД: Отходы

БД состоит из семи компонентов, связанных между собой универсальным обозначением: „Storage“ содержит общую информацию по пунктам хранения, „Actdata“ содержит информацию по активности РАО, „Dosedata“ – информацию по МЭД на поверхности пункта хранения, „Coord“ координаты расположения пункта хранения, „Hydrata“ – гидрологические свойства, „Merstor“ - результаты проведённых измерений и „Surfmed“- информацию по загрязнению радионуклидами поверхности окружения пунктов хранения.

Для оценки возможного риска, исходящего от различных пунктов хранения на основе обоих критериев „удельная активность цезия-137“ и „удельная α -активность“ пункты хранения были сначала сведены в четыре группы (I-IV). За основу для этого были взяты отечественные предписания для оценки радиоактивных отходов, принципы МАГАТЭ, а также специфические свойства чернобыльских отходов.

Gruppe Groupe Group Группа	Einfluss der Lagerstätten auf die Umwelt Impact du site de stockage sur l'environnement Impact of disposal sites on the environment Влияние пунктов хранения на окружающую среду	Strategische Aufgaben Tâche stratégique Strategic tasks Стратегические задачи
1	Einfluss der Lagerstätten auf die Umwelt ist unbedeutend Impact du stockage sur l'environnement insignifiant Disposal sites' impact on the environment is insignificant Влияние пунктов хранения на окружающую среду незначительно	Sicherheitsüberwachung der Lagerstätte Maintien de la sécurité du stockage Maintenance of safety of a disposal site Мониторинг безопасности пункта хранения
2	Einfluss der Lagerstätten auf die Umwelt ist zurzeit unbedeutend, kann aber in Zukunft bedeutend werden Impact du stockage sur l'environnement actuellement insignifiant mais pouvant croître dans le futur Disposal sites' impact on the environment is insignificant at present but can increase in future Влияние пунктов хранения на окружающую среду пока незначительно, но сможет возрасти в будущем	Sicherstellung der Langzeitsicherheit der Lagerstätte Assurer à long terme la sécurité du stockage Ensuring of long-term safety of a disposal site Обеспечение долгосрочной безопасности пункта хранения
3	Einfluss der Lagerstätten auf die Umwelt ist signifikant. Nahfeld wirkt als ein natürliche Barriere. Impact du stockage significatif, l'environnement immédiat se comporte comme une barrière naturelle. Disposal sites' impact on the environment is significant. Near field acts as a natural barrier. Влияние пунктов хранения на окружающую среду значительное. Ближнее окружение служит естественным барьером.	Abschätzung der von der Lagerstätte ausgehenden radiologischen Gefahr. Abschätzung der Notwendigkeit von Maßnahmen zur Reduzierung ihrer Auswirkungen auf die Umwelt. Évaluation du risque radiologique du site de stockage. Évaluation de la nécessité de mettre en œuvre des mesures pour minimiser l'impact du site d'entreposage sur l'environnement. Assessment of radiological hazard of a disposal site. Assessment of necessity of carrying out measures on minimization of a disposal site's impact on the environment. Оценка исходящей от пункта хранения опасности. Оценка необходимости мероприятий по сокращению влияния на окружающую среду.
4	Einfluss der Lagerstätten auf die Umwelt ist signifikant. Angrenzendes Medium hat keine Wirkung als natürliche Barriere. Impact du stockage sur l'environnement est significatif. Le milieu proche n'a pas les propriétés de barrière naturelle. Disposal sites' impact on the environment is significant. Adjacent medium has no properties of a natural barrier. Влияние пунктов хранения на окружающую среду значительное. Ближнее окружение не является естественным барьером.	Abschätzung der von der Lagerstätte ausgehenden radiologischen Gefahr. Maßnahmen zur Reduzierung ihrer Auswirkungen auf die Umwelt. Évaluation du risque radiologique du site de stockage. Mise en place de mesures pour minimiser l'impact du site d'entreposage sur l'environnement. Assessment of radiological hazard of a disposal site. Taking measures on minimization of a disposal site's impact on the environment. Оценка исходящей от пункта хранения радиологической опасности. Мероприятия по уменьшению их влияния на окружающую среду.

Anschließend wurden diesen Abfallgruppen fünf lokale Kategorien (A-E) zugeteilt: Lage der Entsorgungseinrichtung, Vorhandensein (oder Nichtvorhandensein) technischer Barrieren, Vorhandensein (oder Nichtvorhandensein) einer Isolierung, Einlagerungsart und der Verfügbarkeit von Verpackungen für Abfallgebinde. Darüber hinaus wurden die Abfälle hinsichtlich der angewendeten Behandlungstechniken (Kompaktierung, Dekontamination, Verwertung, Ausgrabung und Stabilisierung) analysiert, um strategische Entscheidungen treffen und spezifische Entsorgungsmaßnahmen ergreifen zu können.

In der Datenbank sind im Rahmen des Teilprojektes 436 radioaktive Abfalllager erfasst worden, 325 davon in der Ukraine, 92 in Weißrussland und 19 in Russland. Die Gesamtaktivität wurde in der Ukraine zu $7,5 \cdot 10^{15}$ Bq, in Weißrussland zu $2,5 \cdot 10^{12}$ Bq und in Russland zu $2,05 \cdot 10^{11}$ Bq abgeschätzt. Die zugehörigen Abfallvolumina können mit ca. 2.000.000 m³ in der Ukraine, mit ca. 400.000 m³ in Weißrussland und mit ca. 50.000 m³ in Russland angegeben werden.

12.2 Datenbank-Ergebnisse

Bisher sind weniger als 50 % der Lagerstellen für Abfälle aus Tschernobyl untersucht worden. Demzufolge war es nicht möglich, das tatsächliche Abfallvolumen und dessen Aktivität, seine Auswirkungen auf die Umwelt und sein radiologisches Gefahrenpotenzial abschließend zu bewerten.

Die wesentliche Aufgabe der wissenschaftlichen Absicherung bestand demzufolge darin, das Verhalten der radioaktiven Abfälle in der Umwelt auf der Grundlage einer Zusammenstellung der verfügbaren Daten zu bewerten und die Daten mit Hilfe statistischer Verfahren und Erfahrungswerten zu analysieren.

Basierend auf der Analyse verfügbarer Informationen wurden die Abfalllagerstellen in vier Gruppen unterteilt:

- Abfalllagerstellen, deren radiologisches Risiko aufgrund der Datenlage und der durchgeführten Untersuchungen als unbedeutend eingeschätzt wird.
- Abfalllagerstellen, deren radiologisches Risiko von den bestehenden Überwachungssystemen nicht erfasst wird, sich in Zukunft jedoch als signifikant erweisen könnte.
- Abfalllagerstellen ohne technische Barrieren, die für die Umwelt ein weitreichendes radiologisches Risiko darstellen. In diesem Fall kann das nahe geologische Umfeld als natürliche Barriere betrachtet werden, das die Geschwindigkeit und den Gesamtumsatz der Radionuklid-Migration in das Grundwasser z. T. verringert.
- Abfalllagerstellen, deren radiologisches Risiko sich aufgrund mangelhafter oder nicht vorhandener technischer Barrieren in der Hauptsache aus der direkten Wechselwirkung zwischen den radioaktiven Abfällen und dem Grundwasser ergibt.

Es konnte gezeigt werden, dass die Äquivalentdosis über der Oberfläche der Abfalllagerstellen mit dem Aktivitätsinventar der lokalisierten radioaktiven Abfälle gut korreliert. Dabei wurde aus

été fondée sur les documents normatifs nationaux pour l'évaluation des déchets radioactifs, les principes généraux de l'AIEA et des caractères spécifiques des déchets de Tchernobyl.

Ces cinq groupes de déchets ensuite ont été répartis dans cinq catégories selon l'emplacement des installations d'entreposage de déchets, la présence (ou l'absence) de barrières artificielles, la présence (ou l'absence) d'isolation, le mode de disposition des déchets radioactifs et l'existence, ou non, de conditionnement des déchets radioactifs. En outre, les déchets ont été analysés en termes de techniques de traitement appliquées (compactage, décontamination, recyclage, récupération et stabilisation) afin de déterminer les décisions stratégiques et de prendre des mesures spécifiques d'entreposage des déchets.

Dans le cadre du sous-projet, 436 sites ont été enregistrés dont 325 en Ukraine, 92 en Biélorussie et 19 en Russie. L'activité totale a été estimée à $7,5 \cdot 10^{15}$ Bq en Ukraine, $2,5 \cdot 10^{12}$ Bq en Biélorussie et $2,05 \cdot 10^{11}$ Bq en Russie. Les volumes respectifs de déchets peuvent être estimés à quelque 2 000 000 m³ en Ukraine, environ 400 000 m³ en Biélorussie et 50 000 m³ en Russie.

12.2 Résultats de la base de données

À l'heure actuelle, moins de 50 % des sites d'entreposage pour les déchets de Tchernobyl ont été étudiés. Il a par conséquent été impossible d'évaluer en totalité les volumes et l'activité réels, l'impact sur l'environnement et les risques radiologiques.

En conséquence, la principale mission de justification scientifique a consisté à évaluer le comportement des déchets radioactifs dans l'environnement sur la base d'une compilation de l'ensemble des données disponibles et à analyser les données par des méthodes statistiques et à l'aide de valeurs empiriques.

À partir de l'analyse des informations disponibles, les sites d'entreposage des déchets radioactifs ont été répartis dans quatre groupes :

- Sites dont le risque radiologique est considéré comme insignifiant selon les données des études réalisées.
- Sites dont le risque radiologique n'est pas pris en compte par les systèmes de surveillance existants mais pourrait s'avérer important à l'avenir.
- Sites sans barrières artificielles dont l'impact radiologique sur l'environnement est important. Dans ce cas, l'environnement géologique proche peut être considéré comme une barrière naturelle réduisant partiellement la vitesse et la quantité totale des radionucléides migrant dans les nappes phréatiques.
- Sites dont le risque radiologique provient principalement de l'interaction directe entre les déchets radioactifs et les nappes phréatiques du fait de défauts dans les barrières artificielles ou de leur absence.

Les résultats ont montré que la dose équivalente au-dessus de la surface des sites d'entreposage des déchets radioactifs présente une bonne corrélation avec les niveaux d'activité des

Then, these waste groups were divided into five local categories (A-E), depending on the location of the waste disposal facility, the presence (or absence) of engineered barriers, the presence (or absence) of isolation, the radwaste emplacement mode and the availability of packaging for radwaste packages. Furthermore, the waste was analysed in terms of applied treatment techniques (compaction, decontamination, recycling, excavation and stabilisation) to enable the finding of strategic decisions and taking of specific waste disposal measures.

Within the framework of the sub-project, 436 radioactive disposal sites were recorded, thereof 325 in Ukraine, 92 in Belarus and 19 in Russia. The total activity has been estimated to be $7.5 \cdot 10^{15}$ Bq in the Ukraine, $2.5 \cdot 10^{12}$ Bq in Belarus and $2.05 \cdot 10^{11}$ Bq in Russia. The respective waste volumes can be quoted with some 2,000,000 m³ in the Ukraine, about 400,000 m³ in Belarus and estimated 50,000 m³ in Russia.

12.2 Database results

Until present, less than 50 % of the disposal sites for Chernobyl waste have been investigated. Therefore it was impossible to evaluate at full measure the actual volumes and activity, the impact on the environment and the radiological hazards.

As a result, the major task of scientific substantiation was to assess the behaviour of radioactive waste in the environment based on a compilation of all data available and to analyse the data by statistical procedures and empirical values.

Based on the analysis of the available information, the radwaste disposal sites were subdivided into four groups:

- Radwaste disposal sites whose radiological hazard is estimated to be insignificant according to the data of the studies performed.
- Radwaste disposal sites whose radiological hazard is not registered by the existing monitoring systems but may turn out to be significant in the future.
- Radwaste disposal sites without engineered barriers which have an extensive radiological impact on the environment. In this case the near geological environment can be considered as the natural barrier partially decreasing the velocity and total amount of radionuclide migration into ground water.
- Radwaste disposal sites whose radiological risk results mainly from direct interaction between radwaste and ground water owing to imperfections of the engineered barriers or their absence.

Results have shown that the equivalent dose above the surface of the radwaste disposal sites correlates well with the activity level of the localised radwaste. In this connection, calculations of annual strontium 90 migration showed that the most critical disposal sites are those that are flooded at times. On average, these have a higher equivalent dose than the non-flooded ones. This is considered i. a. to be due the fact that higher dose rates are measured due to the change in the shielding resulting from

Затем этим группам отходов придавались локальные категории (А-Е) в зависимости от положения пункта хранения, наличия (или отсутствия) технических барьеров, наличия (или отсутствия) изолирования от окружающей среды, способа хранения и наличия упаковок для отходов. Кроме того, отходы анализировались с точки зрения методов их обработки (компактирования, дезактивации, утилизации, выкапывания и стабилизации) для нахождения стратегических решений и применения специфических мероприятия по обезвреживанию.

В базе данных этой части проекта были учтаны 436 пункта хранения РАО, из них 325 - на Украине, 92 - в Белоруссии и 19 - в России. По оценкам их общая активность достигает на Украине до $7,5 \cdot 10^{15}$ Бк, в Белоруссии - до $2,5 \cdot 10^{12}$ Бк и в России - до $2,05 \cdot 10^{11}$ Бк. По приблизительным оценкам соответствующие объёмы отходов определяются как 2.000.000 м³ на Украине, 400.000 м³ - в Белоруссии и 50.000 м³ - в России.

12.2 Результаты работы по базе данных

На сегодня исследовано менее 50 % пунктов хранения отходов чернобыльского происхождения. Поэтому пока ещё не представлялось возможным окончательно оценить фактический объём отходов и их активность, а также их влияние на окружающую среду и потенциальную радиационную опасность.

В основном задача научного обоснования заключалась в оценке поведения радиоактивных отходов в окружающей среде на основе сведения воедино имеющихся данных и анализе этих данных с помощью статистических методов и полученного опыта.

На основе анализа имеющейся информации пункты хранения были разделены на четыре группы:

- пункты хранения, радиологический риск которых на основе данных и проведённых исследований оценивается как незначительный.
- пункты хранения, радиологический риск которых не был ещё определён существующими системами наблюдения, но который может стать значительным в будущем.
- пункты хранения без технических барьеров, представляющие собой значительный радиологический риск для окружающей среды. В таком случае ближайшее геологическое окружение может рассматриваться как естественный барьер, частично уменьшающий скорость и общую величину миграции радионуклидов в грунтовые воды.
- пункты хранения, радиологический риск которых по причине слабых или отсутствующих технических барьеров в основном определяется из прямого взаимодействия между радиоактивными отходами и грунтовыми водами.

Можно было показать, что эквивалентная доза на поверхности пунктов хранения хорошо соотносится с инвентарём активности обнаруженных радиоактивных отходов. При этом с помощью расчётов годовой миграции стронция-90 было установлено, что критическими пунктами хранения являются те, которые



Eingang zum Abfalllager Podlesny; Entrée du stockage de déchets de Podlesny
Entrance to the Podlesny disposal site; Вход в пункт хранения отходов Подлесное

Berechnungen der jährlichen Strontium 90-Migration festgestellt, dass die kritischsten Abfallagerstellen jene sind, die zeitweise überflutet werden. Die Äquivalentdosis ist dort im Durchschnitt höher als die der nicht überfluteten. Dies wird u. a. darauf zurückgeführt, dass durch Änderung der Abschirmung in Folge Abtragungen der Abdeckschicht, Freisetzung und Umlagerung von Radionukliden innerhalb der Lagerstelle eine erhöhte Oberflächendosis gemessen wird.

In-situ Stabilisierungstechniken, insbesondere die Errichtung von Barrieren zur Verhinderung einer Migration von Radionukliden aus den Abfallagerstellen in die Umwelt, sind optimal im Hinblick auf eine potenzielle Minimierung des Risikos für die Biosphäre. Hier müssen die Abfälle nicht aus den Abfallagerstellen zurückgeholt werden. In den Fällen, in denen signifikante Mengen Transurane vorliegen, sollte das Abfallager ausgebaggert und der Abfall kontrolliert entsorgt werden. Dazu ist in der Ukraine ein technisch ausgereiftes und erprobtes Vorgehen entwickelt worden.

Die radiologischen Auswirkungen der radioaktiven Abfälle auf die Umwelt, im Hinblick auf einen Übertritt ihres radiologischen Inventars in das Grundwasser, ist durch die insgesamt hohe Kontamination des Gebiets sehr komplex. Das Problem der radiologischen Auswirkungen der lokalisierten radioaktiven Abfälle sollte zusammen mit dem Problem der radiologischen Auswirkungen der Oberflächenkontamination gelöst werden. Zu diesem Zweck ist es, ebenso wie für eine Auswahl entsprechender Entsorgungsstrategien für die radioaktiven Abfälle notwendig, Kriterien und Modelle für eine integrierte Bewertung des radiologischen Risikos zu erarbeiten. Schwerpunkt der Untersuchung sollten die Parameter der Migration von Radionukliden in die Umwelt sein. ■

déchets radioactifs localisés. Sur ce point, le calcul de la migration annuelle du Sr-90 a montré que les sites les plus critiques sont ceux qui sont parfois inondés. En moyenne ils présentent une dose équivalente supérieure à celles qui ne le sont pas. Ce peut être dû aux débits de dose supérieurs mesurés à cause du changement de la protection résultant de la disparition de la couche de couverture, du relâchement et de la migration des radionucléides depuis l'intérieur du site d'entreposage.

Les techniques de stabilisation in situ, notamment la construction de barrières empêchant la migration des radionucléides depuis les tranchées vers l'environnement, minimisent de façon optimale l'impact sur la biosphère. Grâce à cette technique, il n'est pas nécessaire d'envisager le risque d'une récupération des déchets. En cas de quantités importantes de transuraniens, le site d'entreposage devrait être vidé et les déchets éliminés sous contrôle. Dans ce but, une procédure techniquement sophistiquée a été développée et testée en Ukraine.

En raison de la forte contamination générale de la zone, l'impact radiologique des déchets radioactifs sur l'environnement en termes de transfert de l'inventaire radiologique vers les nappes phréatiques est très complexe. Le problème de l'impact radiologique des déchets radioactifs localisés devrait être traité avec celui de l'impact radiologique de la contamination de surface. À cette fin, comme pour le choix des différentes stratégies de gestion des déchets radioactifs, il est nécessaire d'établir des critères et des modèles pour l'évaluation intégrant ces deux aspects du risque radiologique. L'étude devrait porter principalement sur les paramètres de migration des radionucléides dans l'environnement. ■

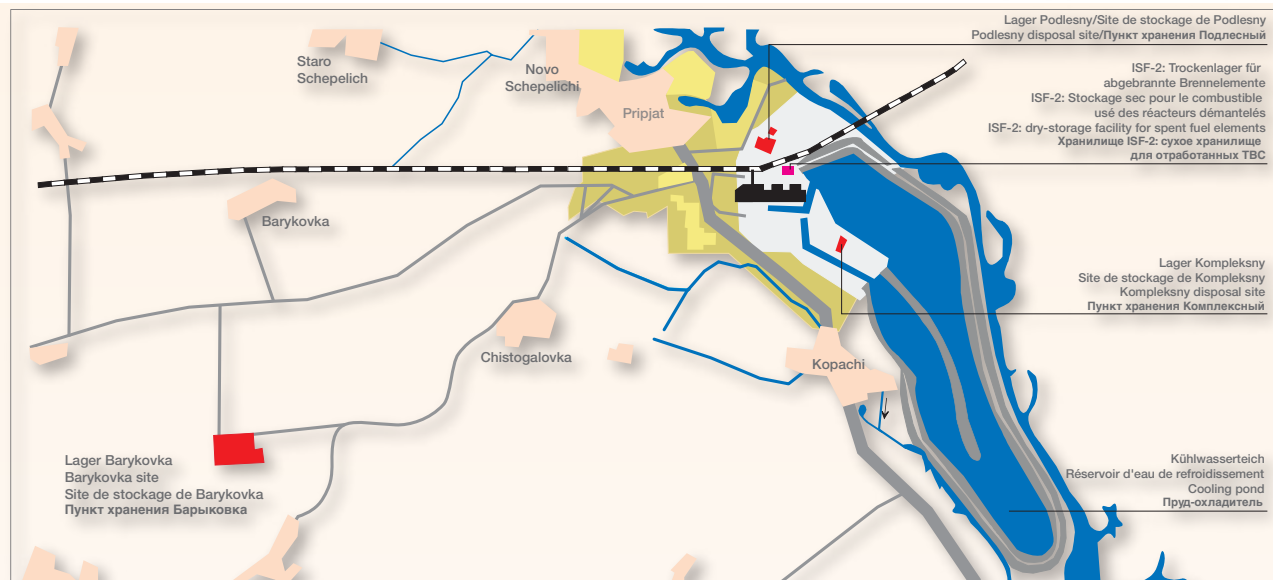


Im Abfalllager Barykovka wurden kontaminierte Materialien in Gräben, die nicht von der Umwelt isoliert waren, provisorisch entsorgt

A l'entreposage de déchets de Barykovka, des matériaux contaminés ont été provisoirement placés dans des tranchées sans isolation avec l'environnement

At the Barykovka waste dump, contaminated materials were provisionally disposed of in trenches without any isolation from the environment

В пункт хранения Барыковка в траншеи, которые не были изолированы от окружающей среды, временно помещены загрязнённые инструменты, техника и прочие материалы



Legende/légend/legend/легенда

Stadt/Dorf
Ville/village
Town/village
Город/деревня

Fluss
Rivière
River
Река

Gebiet mit dokumentierten radioaktiven Abfalllagern
Zones d'entrepôts radioactifs documentés
Area with dumps of radioactive waste, documented
Область с учтенными пунктами хранения РАО

Gebiet mit nicht dokumentierten radioaktiven Abfalllagern
Zones d'entrepôts radioactifs non documentés
Area of radioactive waste, not documented
Область с неучтенными пунктами хранения РАО

Abfalllager
Site de stockage
Disposal site
Пункты хранения РАО

Abfallbehandlungsanlagen
Usine de traitement des déchets
Waste treatment plants
Установки обработки РАО

Abfalllager in unmittelbarer Nähe zum Kernkraftwerk Tschernobyl

Position des sites d'entreposage de déchets à proximité du réacteur de Tchernobyl

Position of the radwaste disposal sites at closest quarters to the Chernobyl power plant

Пункты хранения отходов в непосредственной близости Чернобыльской АЭС

эпизодически затопляются. Их эквивалентная доза в среднем выше, чем доза незатопляемых. Это объясняется тем, что изменение экранирования в результате уноса экранирующего слоя, выхода и переноса радионуклидов в пределах пункта хранения проявляется в повышенной дозе на поверхности.

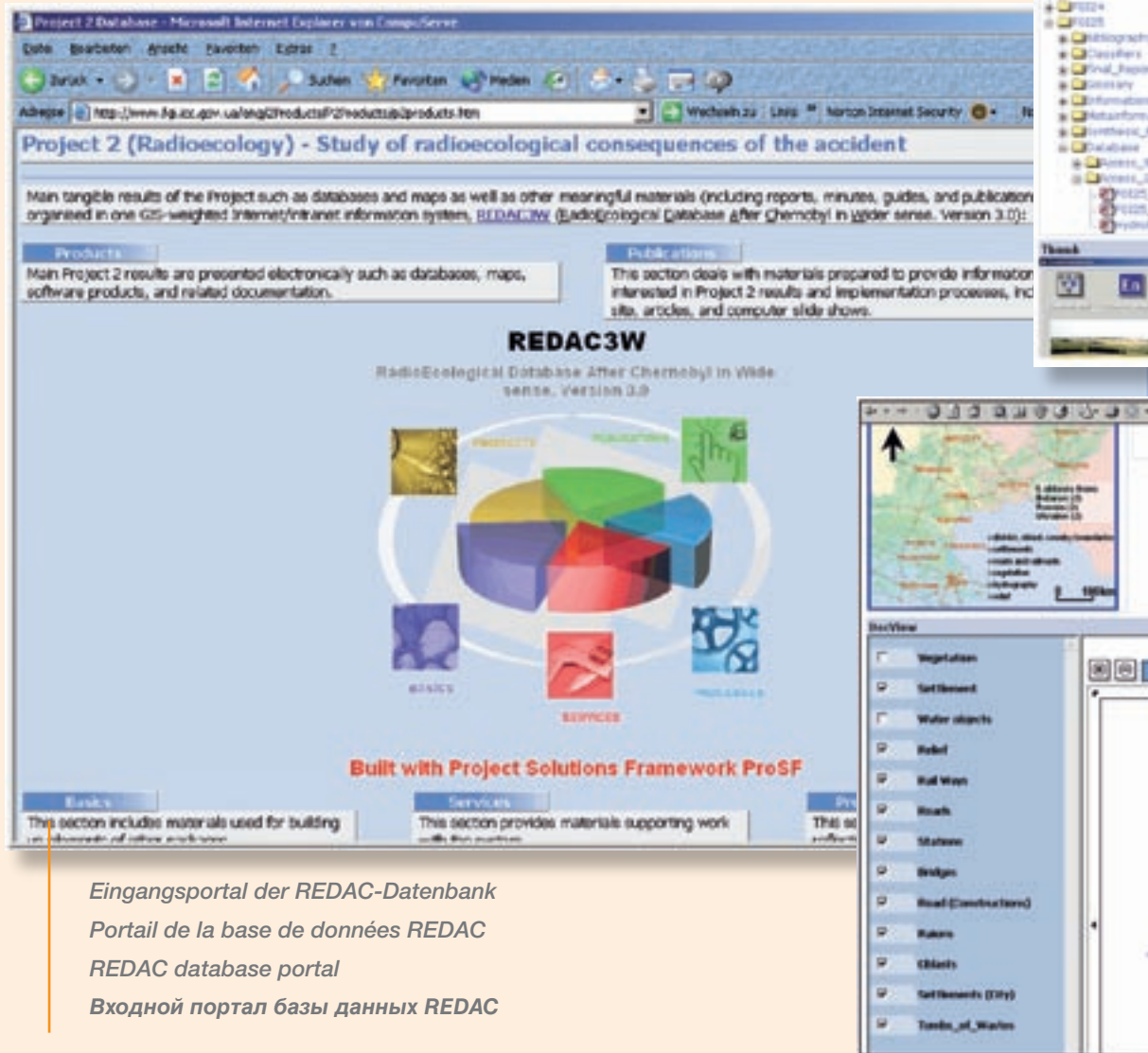
the removal of the covering layer, the release and the relocation of radionuclides within the disposal location.

Optimal in terms of potentially minimising the impact on the biosphere are in-situ stabilisation techniques, in particular the construction of barriers preventing radionuclide migration from disposal sites into the environment. With this technique, a waste retrieval from the site has not to be ventured. In cases of significant amounts of transuranium, the disposal site should be dredged and the waste should be disposed of under control. For this purpose a technically sophisticated and tried procedure has been developed in Ukraine.

Due to the overall high contamination of the area, the radiological impact of the radwaste on the environment as regards the transfer of the radiological inventory into groundwater is very complex. The problem of the radiological impact of the localised radwaste should be solved together with the problem of the radiological impact of the surface contamination. For this purpose as well as for choosing respective strategies on radwaste management, it is necessary to work out criteria and models for an integrated assessment of the radiological hazard. Main focus of the investigation should be the parameters of radionuclide migration into the environment. ■

Методы стабилизации на месте, особенно сооружение барьеров для предотвращения миграции радионуклидов из пунктов хранения в окружающую среду, оптимальны с точки зрения возможного уменьшения угрозы для биосферы. В данном случае не нужно убирать отходы из пунктов хранения. В случаях, когда имеются значительное количество трансуранов, пункт хранения должен выкапываться, а отходы контролированно обезвреживаться. Для этой цели на Украине разработана технически зрелая и испытанная процедура.

Радиологические влияния радиоактивных отходов на окружающую среду с точки зрения перехода радиологического инвентаря в грунтовые воды процесс очень комплексный из-за в целом сильного загрязнения территории. Проблема радиологического влияния обнаруженных радиоактивных отходов должна решаться вместе с проблемой радиологического влияния поверхностных загрязнений. Для этой цели, помимо выбора соответствующих стратегий обращения с радиоактивными отходами, также необходимо разработать критерии и модели для интегрированной оценки радиологического риска. Основным направлением исследования должны стать параметры миграции радионуклидов в окружающую среду. ■



Eingangsportal der REDAC-Datenbank
 Portail de la base de données REDAC
 REDAC database portal
 Входной портал базы данных REDAC

Aufbau und Struktur der Datenbank REDAC

Auch 20 Jahre nach dem Unfall ist es wichtig, präzise Informationen über die Art jedes einzelnen Risikos am Standort Tschernobyl zusammenzutragen, um in der Lage zu sein, ein effizientes und kohärentes Handlungsprogramm erstellen zu können. Die Ergebnisse des Programms „Radioökologie“ der DFI wurden in die geografische, wissenschaftliche und technische Datenbank „RadioEcological Database After Chernobyl“ (REDAC) integriert.

Construction et structure de la base de données REDAC

Même 20 années après la catastrophe, afin de permettre la création d'un programme d'action efficace et cohérent, il est important de continuer à rassembler des informations précises sur chacun des risques particuliers sur le site de Tchernobyl. Les résultats du programme «Radioécologie» de l'IFA ont été intégrés sur le plan géographique, scientifique et technique dans une base de données dénommée «Base de données radioécologiques après Tchernobyl» (REDAC : RadioEcological Database After Chernobyl).



Оболочка библиотеки документов для тематической части проекта „Контрмеры для естественных и сельскохозяйственных территорий“

Карта в Web-компоненте DocView области программы “Радиоэкология” и выбор (с помощью инструмента “I”) информации по пунктам хранения РАО категории I-а

Создание и структура базы данных REDAC

Испустя 20 лет после аварии важно собирать точные сведения о виде каждого отдельного риска на Чернобыльской промплощадке, чтобы быть в состоянии составить эффективную и последовательную программу действий. Результаты программы „Радиозэкология” ГФИ были введены в географическую научно-техническую базу данных „RadioEcological Database After Chernobyl“ (REDAC – „Радиозэкологическая база данных последствий чернобыльской аварии“).

Mit REDAC können die Auswirkungen der Unfallfolgen untersucht werden. Weiterhin kann sie für die Entwicklung von Handlungsstrategien zur Abfallbehandlung und von Gegenmaßnahmen genutzt werden.

Die Datenbank REDAC ist die bisher umfangreichste in elektronischer Form vorliegende Datensammlung, die zum Thema „Radioökologie“ zusammengestellt wurde. Eine Informationsrecherche auf der Basis moderner Computertechnik ist nunmehr möglich. Diese Informationen stellen eine verlässliche Quelle für alle weiteren Arbeiten dar, die sich mit den Auswirkungen des Unfalls und der damit verbundenen Art jedes einzelnen Risikos am Standort Tschernobyl befassen.

REDAC besteht aus fünf miteinander verbundenen Komponenten: „Publikationen“, „Produkte“, „Prozesse“, „Dienste“ und „Grundlagen“.

- „Publikationen“ umfasst u. a. alle veröffentlichten Ergebnisse der Teilprojekte und wissenschaftliche Veröffentlichungen.
- „Produkte“ enthält die grundlegenden Ergebnisse jedes Teilprojekts in elektronischer Form: u. a. Teil-Datenbanken und ihre Module, Zwischen- und Abschlussberichte sowie Literaturverweise und ist für Anwender gedacht, die direkten Zugang zu den „klassischen“ Informationsprodukten zu haben wollen.
- „Prozesse“ besteht aus zwei Teilen: zum einen die Arbeitspläne und -berichte (Quartals- und Halbjahresberichte) aller Teilprojekte zum anderen das Modul „Management Process“. Das Modul „Management Process“ enthält zusätzliche Informationen über die Entstehungsprozesse von Ergebnissen (u. a. besondere Abkommen, detaillierte Arbeitsprogramme). „Prozesse“ ist für Projektleiter gedacht, die ähnliche Aufgaben vergleichbar mit denen im Programm Radioökologie zu lösen haben.
- „Dienste“ enthält zwei Module: Informationen und Softwareobjekte. Modul 1 beinhaltet Informationen über das Programm Radioökologie, Online-Hilfen, Verbindungen mit den elektronisch abgespeicherten Produkten des Programms Radioökologie. Modul 2 umfasst u. a. das Zentraldokument aller gedruckten Produkte, die im Tschernobyl Zentrum eingegangen und dort abgelegt sind sowie Informationen über die Teilnehmer am Programm Radioökologie und Designelemente.
- „Grundlagen“ dient der Speicherung der Informationsobjekte, die den Prozess der Systementwicklung oder der Projektumsetzung bestimmen. Darüber hinaus sind hier alle Informations- und Softwareobjekte eingestellt, auf die die Teilprojekte zurückgreifen, wie z. B. ein globales Glossar oder Datenwörterbücher.

Das System steht allen Berechtigten zur wissenschaftlichen Information und Auswertung zu den Folgen von Tschernobyl zur Verfügung. Alle Daten und Informationen im System sind von den beteiligten Experten validiert und verifiziert. ■

Cette base de données peut être utilisée pour étudier les conséquences de l'accident. Elle peut en outre être mise en œuvre pour le développement de stratégies de gestion des déchets et de contre-mesures.

La base de données REDAC existante est à ce jour le plus vaste rassemblement de données électroniques contenant des informations sur la radioécologie. Une recherche d'informations à partir d'une technologie informatique moderne est maintenant possible. Ces informations constituent une source fiable pour les travaux à venir concernant les effets de l'accident et le type relatif de chaque risque particulier sur le site de Tchernobyl.

La base de données REDAC est constituée de cinq composantes interconnectées : «Publications», «Produits», «Processus», «Services» et «Éléments essentiels».

- La composante «Publication» inclut l'ensemble des résultats publiés du sous-projet, les publications scientifiques et autres éléments similaires.
- La composante «Produits» contient les résultats fondamentaux de chaque sous-projet sous format électronique : entre autres, les sous-bases de données et leurs modules, les rapports intermédiaires et finaux, ainsi que des références documentaires. Elle est destinée aux utilisateurs recherchant un accès direct aux produits d'informations «classiques».
- La composante «Processus» est constituée de deux parties : les plans et rapports de travail (rapports trimestriels et semestriels) de l'ensemble des sous-projets d'une part et du module «Processus de gestion» d'autre part. Le module «Processus de gestion» contient des informations complémentaires sur l'historique des résultats (accords particuliers, programmes de travaux détaillés, etc.). Ce module s'adresse aux chefs de projet devant traiter des tâches comparables à celles des programmes de radioécologie.
- La composante «Services» inclut deux modules : des informations et des éléments logiciels. Le module 1 contient des informations sur le programme «Radioécologie», une assistance en ligne, une connexion avec le stockage électronique des produits provenant du programme de radioécologie. Le module 2 contient entre autres le document central de l'ensemble des produits imprimés reçus et stockés au centre Tchernobyl ainsi que des informations concernant les participants au programme de radioécologie et des éléments de conception.
- L'ensemble «Éléments essentiels» concerne le stockage de l'ensemble des éléments d'informations définissant le processus de développement de systèmes ou de réalisation de projets. Est également inclus l'ensemble des éléments d'informations et les logiciels utilisés par les sous-projets tels qu'un glossaire général et des dictionnaires de données par exemple.

Le système est disponible aux personnes autorisées à accéder à des informations scientifiques et aux analyses des conséquences de l'accident. Toutes les données et informations du système ont été validées et vérifiées par les experts impliqués. ■

This database can be used for studying the effects of the accident. It can furthermore be applied for the development of waste management strategies and countermeasures.

The REDAC database is the most extensive electronic data collection containing information on radioecology until the present day. An information inquiry on the basis of a modern computer technology is now possible. These information are a reliable source for all further works that are engaged with the effects of the accident and the related type of each single hazard at the Chernobyl site.

REDAC consists of five interconnected components: "Publications", "Products", "Processes", "Services" and "Basics".

- The "Publication" component comprises all publicised sub-project results, scientific publications and the like.
- The "Products" component contains the fundamental results of each sub-project in an electronic form: amongst other, sub-databases and their modules, interims and final reports as well as literature references and is meant for those users wishing to obtain direct access to the "classical" information products.
- The "Processes" component is made of two parts: the work plans and reports (quarterly and semestral reports) of all sub-projects on the one hand and the module "Management Process" on the other hand. The "Management Process" module contains additional information on the history of results (special treaties, detailed work programmes etc). This module is addressed to project leaders who have to deal with similar tasks comparable to those of the radioecology programme.
- The "Services" component includes two modules: information and software objects. Module 1 contains information on the "Radioecology" programme, on-line help, connection with electronic storage of products from the radioecology programme. Module 2 includes i. a. the central document of all printed products received and stored at the Chernobyl Centre as well as information about the participants of the radioecology programme and design elements.
- The "Basics" package is for the storage of the information objects that determine the process of system development or project realisation. Also, all information and software objects are included that were used by the sub-projects as e.g. a global glossary or data dictionaries.

The system is available to all those who are authorised for scientifically-based information and analysis regarding the Chernobyl aftermath. All data and information in the system have been validated and verified by the experts involved. ■

С помощью REDAC можно исследовать влияния последствий аварии на окружающую среду. Кроме того, эта БД может быть использована для разработки стратегий для обращения с отходами и контрмероприятий.

В настоящее время данная БД REDAC является самой обширной электронной БД по теме „Радиоэкология“. На базе современной компьютерной техники стал возможен поиск информации. Эти сведения представляют собой надёжный источник для всех дальнейших работ, исследующих влияние чернобыльской аварии и связанные с этим отдельные виды риска.

REDAC состоит из пяти взаимосвязанных компонентов: „Публикации“, „Продукция“, „Процессы“, „Услуги“ и „Основы“.

- Компонент „Публикации“ охватывает все опубликованные результаты частей проекта, научные публикации и т. п.
- Компонент „Продукция“ содержит основные результаты каждой части проекта в электронной форме: например, тематические БД и их модули, промежуточные и заключительные отчёты, а также указания на источники информации, и предназначены для пользователей, которые заинтересованы в прямом доступе к „классическим“ продуктам информации.
- Компонент „Процессы“ состоит из двух частей: с одной стороны, планы работ и рабочие (квартальные и годовые) отчёты по всем частям проекта, а с другой стороны, модуль „Процесс управления“. Модуль „Процесс управления“ содержит дополнительную информацию о процессах получения результатов (например, особая договорённость, подробная программа работ и пр.). „Процессы“ предназначены для руководителей проектов, выполняющие похожие задачи, сравнимые с задачей программы „Радиоэкология“.
- Компонент „Услуги“ содержит два модуля: объект информации и объект программного обеспечения. Модуль 1 содержит информацию о программе „Радиоэкология“, помощь пользователю в режиме диалога, связи с продуктами программы „Радиоэкология“ в электронной форме. Модуль 2 включает в себя также центральный документ всей печатной продукции, поступившей в Чернобыльский центр и архивированной в нём, а также сведения об участниках программы „Радиоэкология“ и элементы оформления.
- Компонент „Основы“ служит электронному архивированию объектов информации, определяющих процесс разработки системы или реализацию проекта. Кроме того, здесь установлены все объекты информации и программное обеспечение, на которые опираются тематические части проекта, например, общий глоссарий или словари данных.

Эта система предоставлена в распоряжение всех допущенных пользователей для получения научной информации и оценки последствий чернобыльской аварии. Все данные и сведения системы были оценены и проверены участвующими экспертами. ■



Fazit

Die im Rahmen der Deutsch-Französischen Initiative entwickelte Datenbank REDAC ist die bisher umfangreichste in elektronischer Form vorliegende Datensammlung, die zum Thema „Radioökologie“ zusammengestellt wurde.

Conclusions

Les données compilées et traitées dans le cadre de l'Initiative Franco-Allemande représentent la plus importante masse les données électroniques qui aient jamais été rassemblées au sujet de «l'Étude des conséquences radioécologiques de l'accident de Tchernobyl».



Conclusion

The data compiled and processed within the framework of the French-German Initiative represent the so far most comprehensive collection of electronic data that has ever been put together on the topic of the “Study of the radioecological consequences of the Chernobyl accident”.

Итоги

Собранная и обработанная в рамках Германо-французской инициативы информация представляет собой самую обширную существующую в настоящее время электронную базу данных по теме „Исследования радиозкологических последствий чернобыльской аварии“.

Mit diesem leistungsstarken Werkzeug, kann das Verhalten und die Ausbreitung von Radionukliden in Ökosystemen und in Nahrungsketten nachvollzogen werden. Mit Hilfe von REDAC kann aber auch das langfristige Verhalten relevanter Radionuklide interpretiert und vorhergesagt werden. Dadurch können die Umweltsituation verbessert, wirksame Gegenmaßnahmen entwickelt und dadurch die gesundheitlichen Risiken für die Bevölkerung minimiert werden.

REDAC ist aber auch die Basis für die Entwicklung und Verifizierung von realitätsnahen Radioökologie-Modellen. Da die Daten unter realistischen Bedingungen erfasst wurden, können die Ergebnisse unmittelbar in Modellrechnungen für Notfallsituationen eingesetzt werden. Dadurch sind konkrete Planungen möglich, z. B. um Abfälle zu sichern und zu entsorgen sowie Abfalllager zu sanieren.

REDAC ermöglicht somit die Aufarbeitung der Auswirkungen der Unfallfolgen. Durch die praxisnahen Bedingungen kann die radiologische Situation in der Vergangenheit rekonstruiert und der gegenwärtige Zustand analysiert werden. Es sind aber auch Prognosen zur Entwicklung der Nachunfallfolgen im kleinen wie im großen Maßstab möglich. ■

Le système de la base de données REDAC est un outil puissant pour la reconstruction de la dissémination des radionucléides dans les écosystèmes et les chaînes alimentaires ainsi que pour l'interprétation et la prévision de leur devenir à long terme. Il permet le développement de contre-mesures pour minimiser les risques pour la santé humaine et améliore la situation générale de l'environnement.

REDAC peut également être utilisé pour le développement et la validation de modèles radioécologiques réalistes. Du fait que les données proviennent de conditions réelles, les résultats peuvent directement être utilisés dans les modèles de calcul pour les situations d'urgence. Cela permet une planification concrète par exemple pour sécuriser les déchets et leur stockage ainsi que pour la réhabilitation des sites d'entreposage de déchets radioactifs.

REDAC permet également la reconstruction de la situation radioécologique passée, l'analyse de la situation présente ainsi que les prévisions de l'évolution des conséquences de l'accident aussi bien à grande qu'à petite échelle. ■

The REDAC database system provides a powerful tool for the reconstruction of the dispersion of radionuclides through ecosystems and food chains and for the interpretation and prediction of their long-term behaviour. This allows the development of effective countermeasures to minimise risks to human health and improve the overall environmental situation.

REDAC can also be used for the development and verification of realistic radioecology models. As the data were acquired under realistic conditions, the results can be used directly for model calculations in emergencies. This allows concrete planning, e. g. in connection with the securing of waste, its disposal, and the ecological restoration of waste disposal sites.

The data also allow a reconstruction of the radioecological situation in the past, an analysis of the current situation, and predictions of future developments of the accident consequences on a large as well as on a small scale. ■

Система БД REDAC предоставляет мощный инструментарий, с помощью которого можно понять распространение радионуклидов в экосистемах и цепочках питания, а также объяснить и предсказать их долгосрочное поведение. Это позволяет разработать эффективные контрмеры для сокращения риска для здоровья и для улучшения общей экологической ситуации.

REDAC может также использоваться как основа для разработки и проверки реалистичных моделей радиоэкологии. Так как данные учитывались для реалистичных условий, результаты могут быть использованы непосредственно в модельных расчётах для аварийных ситуаций. Таким образом создаётся возможность конкретного планирования, например, для обеспечения безопасности и обезвреживания отходов и санации пунктов их временного хранения.

Собранные данные позволяют воссоздать радиоэкологическую ситуацию в прошлом, проанализировать существующую ситуацию и выдать прогнозы по дальнейшему развитию последствий аварии как в малом, так и в крупном масштабе. ■

Abkürzungen

BRISSA	Belarus Research Institute for Soil Science und Agrochemistry
BSU	Belarus State University
CC	Chornobyl Centre for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology, Kiev
CESP	Complete Estimate of Soil Properties
Com Chern	Chernobyl Committee
CSRVL	Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory
DFI	Deutsch-Französische Initiative für Tschernobyl
EDF	Electricité de France
EU	Europäische Union
G7-Staaten	Gruppe der sieben größten Industrienationen
GIS	Geografisches Informations-System
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Germany
GUS	Gemeinschaft Unabhängiger Staaten
HWZ	Halbwertszeit
IAEO	Internationale Atomenergie Organisation
IBRAE	Nuclear Safety Institute
ICC	International Chornobyl Centre
IEG	Institute for Environmental Geochemistry
IHB	Institute of Hydrobiology
IRB	Institute of Radiobiology
IREP	Institute of Radioecological Problems
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, France
ISGEO	Intelligence Systems GEO Ltd
JSP-6	Joint Study Project (6) of the Collaborative Programme on the Consequences of the Chernobyl Accident between the European Commission and the Ministries responsible for Chernobyl Affairs in Belarus, Russia and Ukraine
MECA	Ministry on Emergencies und Affairs of population protection from the consequences of Chornobyl catastrophe
RCRCM	Republican Centre of Radiation Control und Environment Monitoring
REDAC	RadioEcological Database After Chernobyl
RF	Reduktionsfaktor

Abréviations

AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
BRISSA	Belarus Research Institute for Soil Science und Agrochemistry
BSU	Belarus State University
CC	Chornobyl Centre for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology, Kiev
CEI	Communauté des États Indépendants
CESP	Complete Estimate of Soil Properties
Com Chern	Chernobyl Committee
CSRVL	Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory
EDF	Electricité de France
EU	Union Européenne
Etats du G7	groupe des sept pays les plus industrialisés du monde
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Germany
HWZ	Période de demi-vie (T)
IBRAE	Nuclear Safety Institute
ICC	International Chornobyl Centre
IEG	Institute for Environmental Geochemistry
IFA	Initiative Franco-Allemande pour Tchernobyl
IHB	Institute of Hydrobiology
IRB	Institute of Radiobiology
IREP	Institute of Radioecological Problems
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, France
ISGEO	Intelligence Systems GEO Ltd
JSP-6	Joint Study Project (6) of the Collaborative Programme on the Consequences of the Chernobyl Accident between the European Commission and the Ministries responsible for Chernobyl Affairs in Belarus, Russia and Ukraine
MECA	Ministry on Emergencies und Affairs of population protection from the consequences of Chornobyl catastrophe
RCRCM	Republican Centre of Radiation Control und Environment Monitoring
REDAC	RadioEcological Database After Chernobyl
RF	Facteur de Réduction

Abbreviations

BRISSA	Belarus Research Institute for Soil Science und Agrochemistry
BSU	Belarus State University
CC	Chornobyl Centre for Nuclear Safety, Radioactive Waste and Radioecology, Kiev
CIS	Commonwealth of Independent States
CESP	Complete Estimate of Soil Properties
Com Chern	Chernobyl Committee
CSRVL	Central Scientific Radiological Veterinary Laboratory
EDF	Electricité de France
EU	European Union
FGI	French-German Initiative for Chernobyl
FR	Fracteur de transfert
G7-Staaten	Group of the 7 largest industrialised nations
GIS	Geographical information system
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, Germany
HWZ	Half life
IAEA	International Atom Energy Agency
IBRAE	Nuclear Safety Institute
ICC	International Chornobyl Centre
IEG	Institute for Environmental Geochemistry
IHB	Institute of Hydrobiology
IRB	Institute of Radiobiology
IREP	Institute of Radioecological Problems
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, France
ISGEO	Intelligence Systems GEO Ltd
JSP-6	Joint Study Project (6) of the Collaborative Programme on the Consequences of the Chernobyl Accident between the European Commission and the Ministries responsible for Chernobyl Affairs in Belarus, Russia and Ukraine
MECA	Ministry on Emergencies und Affairs of population protection from the consequences of Chornobyl catastrophe
RCRCM	Republican Centre of Radiation Control und Environment Monitoring
REDAC	RadioEcological Database After Chernobyl

Сокращения

BRISSA	Институт почвоведения и агрохимии НАН РБ
БГУ	Белорусский государственный университет
ЧЦ	Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности, радиоактивных отходов и радиозологии
CESP	Метод полной оценки свойств почвы
Комчернобыль	Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС
CSRVL	Центральная научно-производственная ветеринарная радиологическая лаборатория
ГФИ	Германо-французская инициатива по Чернобылю
ФГИ	Франко-германская инициатива по Чернобылю
EDF	Electricité de France, энергопроизводящая компания Франции
EU	Европейский Союз
„Большая семёрка“	группа семи крупнейших индустриальных держав
GIS	геоинформационная система
GRS	Общество технической и ядерной безопасности мбХ, Германия
СНГ	Содружество Независимых Государств
ППР	период полураспада
МАГАТЭ	Международное агенство атомной энергии
ИБРАЭ	Институт безопасного развития атомной энергетики
МЧЦ	Международный Чернобыльский центр
IEG	Научно-исследовательский институт геохимии биосферы
ИГБ	Институт гидробиологии
ИРБ	Институт радиобиологии
ИРЭП	Институт радиозоологических проблем
IRSN	Институт радиационной защиты и ядерной безопасности, Франция
ISGEO	Intelligence Systems GEO Ltd
JSP-6	Joint Study Project (6) / Совместный проект Еврокомиссии и компетентных министерств Белоруссии,



RIARAE	Russian Institute of Agricultural Radiology und AgroEcology
RIR	Research Institute of Radiology
SIP	Shelter Implementation Plan
SPA TYPHOON	Scientific und Production Association „Typhoon“
TF	Transferfaktor
UHMI	Ukrainian HydroMeteorological Institute
UIAR	Ukrainian Institute of Agricultural Radiology
UIR	International Union of Radioecology
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft – VDEW e.V. ■

RIARAE	Russian Institute of Agricultural Radiology und AgroEcology
RIR	Research Institute of Radiology
SIG	Système d'Information Géographique
SIP	Shelter Implementation Plan
SPA TYPHOON	Scientific und Production Association „Typhoon“
TF	Facteur de Transfert
UHMI	Ukrainian HydroMeteorological Institute
UIAR	Ukrainian Institute of Agricultural Radiology
UIR	Union Internationale de Radioécologie
VDEW	German Electricity Association ■

RIARAE	Russian Institute of Agricultural Radiology und AgroEcology	МЧС	России и Украины по исследованию последствий чернобыльской аварии
RIR	Research Institute of Radiology		Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий чернобыльской катастрофы
SIP	Shelter Implementation Plan		
SPA TYPHOON	Scientific und Production Association "Typhoon"	РБМК	уран-графитовый энергетический реактор большой мощности канальный
TF	Transfer factor	РЦРКМ	Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
UHMI	Ukrainian HydroMeteorological Institute	REDAC	Радиоэкологическая база данных последствий чернобыльской аварии
UIAR	Ukrainian Institute of Agricultural Radiology	RF / ФУ	Reduktionsfaktor / Фактор уменьшения
IUR	International Union of Radioecology	RIARAE	Всероссийский НИИ сельхозрадиологии и агроэкологии
VDEW	German Electricity Association ■	RIR	РНИУП Институт радиологии
		SIP	Shelter Implementation Plan / План обеспечения безопасности объекта „Укрытие“
		НПО Тайфун	Научно-производственное объединение „Тайфун“
		TF / ФП	Transferfaktor / Фактор переноса
		UHMI	Институт гидрометеорологии НАНУ
		УкрНИИСХР	Украинский институт сельскохозяйственной радиологии
		IUR	Международный союз радиоэкологов
		VDEW	Объединение энергопроизводителей Германии ■

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) mbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln
Tel.: +49 221 20 68-0
Fax: +49 221 20 68-888

Forschungsinstitute
85748 Garching b. München
Tel.: +49 89 32004-0
Fax: +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200
10719 Berlin
Tel.: +49 30 88589-0
Fax: +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4
38122 Braunschweig
Tel.: +49 531 8012-0
Fax: +49 531 8012-200

www.grs.de

**INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE
SURETE NUCLEAIRE (IRSN)**

B.P. 6
F-92265 Fontenay-aux Roses Cedex
Tel.: +33 1 5835-7304
Fax: +33 1 5835-8509

www.irsn.fr

**RISKAUDIT
IRSN/GRS INTERNATIONAL**

40-44bis, boulevard Félix Faure
92320 Châtillon
France
Tel.: +33 1 5558-3111/12
Fax: +33 1 5558-3118

RISKAUDIT IRSN/GRS

ul. Pechotnaja 32-1
123182 Moscow
Russia
Tel.: +7 495 221-1802
Fax: +7 495 221-1803

RISKAUDIT IRSN/GRS

Prospekt Nauki, 47
252058 Kiev
Ukraine
Tel.: +38 044 265-1084
+38 044 265-1450
Fax: +38 044 265-7152

**Chornobyl Center for Nuclear Safety,
Radioactive Waste and Radioecology**

77th Gvardiiska Dyviziya str.7/1
Slavutych 07100
Ukraine
Tel. +38 044 7923-016

www.icc.gov.ua