

*Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz  
GbS-Bericht Nr. 853*

***Jahresbericht 2007 / 2008  
des Geschäftsbereiches  
Sicherheit und Strahlenschutz***

*Herausgeber: R. Lennartz  
Redaktion: B. Heuel-Fabianek  
H. Kupper*

*September 2009*

---

**Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz  
Jahresbericht 2007 / 2008  
GbS-Bericht Nr. 853**

September 2009

Anschrift:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz (S)  
D-52425 Jülich

Dr. Reinhard Lennartz (Hrsg.)  
Burkhard Heuel-Fabianek u. Heike Kupper (Red.)

Email 1: [r.lennartz@fz-juelich.de](mailto:r.lennartz@fz-juelich.de)

Email 2: [b.heuel-fabianek@fz-juelich.de](mailto:b.heuel-fabianek@fz-juelich.de)

Email 3: [h.kupper@fz-juelich.de](mailto:h.kupper@fz-juelich.de)

Internet: [www.fz-juelich.de/gs](http://www.fz-juelich.de/gs)

Telefon: +49 (0) 2461 61-5215

Telefax: +49 (0) 2461 61-2166

## VORWORT

Der Schutz der Mitarbeiter, der Bevölkerung und der Umwelt ist wesentliche Voraussetzung für erfolgreiche und anerkannte Forschung und Entwicklung. Betriebs- und Umgebungsüberwachung, betrieblicher Strahlenschutz sowie Arbeitsschutz sind nur einige Schlagworte, die die hierzu notwendigen übergeordneten Aktivitäten im Forschungszentrum Jülich und damit die Kernaufgaben des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (S) beschreiben.

S unterstützt die Institute und Infrastruktureinrichtungen des Forschungszentrums bei der Wahrnehmung der ihnen übertragenen Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben auf administrative und technische Betreuung.

Die administrative Betreuung beinhaltet u. a. die Regelung der Strahlenschutz- und Sicherheitsorganisation, die zentrale Abwicklung des Meldewesens an Behörden, die Betreuung der in Kontrollbereichen tätigen Fremdfirmen, die Übertragung der Unternehmerpflichten im Arbeitsschutz auf die Institute, die zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe einschließlich Kernmaterialüberwachung und das Management von Genehmigungsverfahren.

Die technische Betreuung besteht im wesentlichen in der Wartung, Reparatur und Entwicklung von Strahlenmessgeräten, in der Auswertung von Dosimetern, in der Durchführung von Inkorporationskontrollen für beruflich strahlenexponierte Personen sowie in der Durchführung von besonders aufwändigen Messungen, die von den einzelnen Organisationseinheiten nicht durchgeführt werden können.

Ein weiterer Schwerpunkt sind Überwachungsaufgaben im Hinblick auf die Einhaltung von Strahlenschutzvorschriften, behördliche Auflagen für die Gentechnik, die arbeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen, die Sicherung der Anlagen gegen Einwirkungen Dritter und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt.

Der Geschäftsbereich S betreibt die akkreditierte *"Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle*

*Jülich"* zur Ermittlung der Körperdosis der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter.

Seit einer Umstrukturierung im September 2008 gehört auch die Werkfeuerwehr (S-F) zum Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz.

Besondere Bedeutung haben Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich des Strahlenschutzes, der Strahlenbiologie und der Strahlenmesstechnik. Im Rahmen zahlreicher, auch internationaler Projekte und Kooperationen mit Instituten und Einrichtungen innerhalb und außerhalb des Forschungszentrums bringen Techniker und Wissenschaftler von S Kompetenz und Erfahrung ein. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass bei besonderen Problemen und Fragestellungen S um Unterstützung gebeten wird.

Beispielhaft sei hier auf ein Forschungsprojekt zur Strahlenbiologie unter Beteiligung der Universitäten Essen, Hamburg und Rostock verwiesen, das von Dr. Ralf Kriehuber (S-US) koordiniert wird. Forschungsschwerpunkte sind die biologische Dosimetrie und die individuelle Strahlenempfindlichkeit. Das Projekt ist in den vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Kompetenzverbund Strahlenforschung (KVVSF) eingebunden.

Erstmals erscheint der vorliegende Bericht als Zweijahresbericht, was sowohl eine Bündelung der Informationen aus zwei Jahren ermöglicht als auch seine Erstellung und Verteilung optimiert.

Bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die durch ihren Einsatz, durch ihre Ideen und Initiative dazu beigetragen haben, dass der Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz erfolgreich die Einrichtungen und Wissenschaftler im Forschungszentrum unterstützen konnte, möchte ich mich auch auf diesem Weg herzlich bedanken.

Jülich, September 2009 *Dr. Reinhard Lennartz*



# INHALT

## VORWORT

### INHALT ..... 0-1

#### 1 AUFGABEN UND ORGANISATION ..... 1-1

- 1.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G ..... 1-2
- 1.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B .. 1-5
- 1.3 Umgebungsüberwachung / S-U..... 1-7
- 1.4 Messtechnik / S-M ..... 1-9
- 1.5 Arbeitsschutz / S-A ..... 1-10
- 1.6 Objektsicherung / S-O..... 1-12
- 1.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS..... 1-13

#### 2 ERGEBNISSE ..... 2-1

- 2.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G ..... 2-1
- 2.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B .2-12
- 2.3 Umgebungsüberwachung / S-U..... 2-23
- 2.4 Messtechnik / S-M ..... 2-46
- 2.5 Arbeitsschutz / S-A ..... 2-52
- 2.6 Objektsicherung / S-O..... 2-57
- 2.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS..... 2-60

#### 3 SCHWERPUNKTE UND FORSCHUNGSPROJEKTE ..... 3-1

- 3.1 Hintergrund ..... 3-1
- 3.2 Kooperationen und Zusammenarbeit ..... 3-1
  - 3.2.1 Innerhalb des Forschungszentrums 3-1
  - 3.2.2 Außerhalb des Forschungszentrums ..... 3-1
- 3.3 Beiträge und Berichte..... 3-3

- 3.3.1 Automatisierung der Probenvorbereitung zur Strontium-90-Bestimmung im Low-Level-Proportionalzähler ..... 3-3
- 3.3.2 Bau der Lagerhalle V..... 3-7
- 3.3.3 Jülichs „Dido“ und Zyperns „Lido“ – Die Bedeutung des Artikels 37 Euratom-Vertrag für den Rückbau des Forschungsreaktors FRJ-2..... 3-8
- 3.3.4 In vitro Studie zum Photoneninduzierten Auger-Effekt in spezifisch markierten DNA-suchenden Molekülen ..... 3-13
- 3.3.5 Wetterradar auf der Sophienhöhe .3-16
- 3.3.6 Rückbau im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR) - Fortsetzung von 2006..... 3-17
- 3.3.7 Identifizierung und Charakterisierung von Genexpressionsmustern nach Strahlenexposition - Grundlagen für eine biodosimetrische Anwendung..... 3-19

#### 4 BIBLIOGRAPHIE UND LEHRTÄTIGKEITEN ..... 4-1

- 4.1 Wissenschaftliche Veröffentlichungen ..... 4-1
- 4.2 Vorträge ..... 4-3
- 4.3 Poster ..... 4-3
- 4.4 Berichte ..... 4-4
- 4.5 Lehrtätigkeiten ..... 4-4
- 4.6 Ausschusstätigkeiten..... 4-6

#### 5 GB S IN DEN MEDIEN ..... 5-1

#### 6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... 6-1



# 1 AUFGABEN UND ORGANISATION

Das Forschungszentrum Jülich ist Mitglied der "Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren" (HGF). Es betreibt interdisziplinäre Spitzenforschung zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen in den Bereichen

- Gesundheit,
- Energie & Umwelt,
- Informationstechnologie,
- Schlüsseltechnologien (Physik, Scientific Computing).

Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe betreibt das Forschungszentrum Einrichtungen, denen eine besondere sicherheitstechnische Bedeutung zukommt. Neben den kerntechnischen Einrichtungen sind verschiedene Anlagen, in denen mit Gefahrstoffen oder biologisch wirksamen Substanzen umgegangen wird, von zunehmender sicherheitstechnischer Bedeutung. In dieser Hinsicht verdienen die gentechnischen Laboratorien der Sicherheitsstufen 1 und 2 Beachtung.

Der Umgang mit chemischen Gefahrstoffen im Forschungszentrum zeichnet sich weniger durch große Mengen als durch große Vielfalt aus und stellt von daher spezifische Sicherheitsanforderungen.

Von den ca. 4.500 Mitarbeitern des FZJ arbeiten ca. 1.200 Personen in Kontrollbereichen als beruflich strahlenexponierte Personen.

Der Schutz der Mitarbeiter, der Bevölkerung und der Umwelt vor biologischen und chemischen Gefahrstoffen sowie ionisierender Strahlung ist wesentliche Voraussetzung für erfolgreiche und anerkannte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Betriebs- und Umgebungsüberwachung, betrieblicher Strahlenschutz sowie Arbeitsschutz sind nur einige Schlagworte, die die hierzu notwendigen übergeordneten Aktivitäten und damit die Kernaufgaben des **Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (S)** beschreiben.

Zusätzlich unterstützt S die Institute und Infrastrukturabteilungen des Forschungszentrums bei der Wahrnehmung der ihnen vor Ort übertragenen Strahlenschutz- und Sicherheitsaufgaben durch technische und administrative Betreuung.

Die technische Betreuung besteht im Wesentlichen in der Wartung, Reparatur und Entwicklung von Strahlenmessgeräten, in der Auswertung von Dosimetern und in der Durchführung von Inkorporationskontrollen für beruflich strahlenexponierte Personen.

Die administrative Betreuung beinhaltet u. a. die Regelung der Strahlenschutz- und Sicherheitsorganisation, die zentrale Abwicklung des Meldewesens an Behörden, das Genehmigungsmanagement, die Fremdfirmenbetreuung, die Pflichtenübertragung und die zentrale Buchführung radioaktiver Stoffe.

Ein weiterer Schwerpunkt sind Überwachungsaufgaben im Hinblick auf die Einhaltung von Strahlenschutzvorschriften, behördliche Auflagen für die Gentechnik, die arbeitsgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen und die Sicherung der Anlagen gegen Einwirkungen Dritter.

Entsprechend der beschriebenen Aufgabenstellung gliedert sich der Geschäftsbereich S in sechs Fachbereiche (s. Organigramm, *Abbildung 1-1*):

- Genehmigungen und Sicherheit (S-G)
- Betrieblicher Strahlenschutz (S-B)
- Umgebungsüberwachung (S-U)
- Messtechnik (S-M)
- Arbeitsschutz (S-A)
- Objektsicherung (S-O)
- Feuerwehr (S-F)

Die Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz (S-NS) ist als Stabsstelle der Leitung des GB S direkt zugeordnet.

Die Planung von Notfallschutzmaßnahmen erfolgt in einer fachbereichsübergreifenden Projektgruppe, dem Arbeitskreis Notfallschutz (ANS).

Der Geschäftsbereich S betreibt darüber hinaus die "Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle Jülich" zur Ermittlung der Körperdosis der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter gemäß Strahlenschutzverordnung (Kap. 2.2). Diese Messstelle wird im Bedarfsfall auch für andere Institutionen tätig. Sie ist innerhalb des GB S dem Fachbereich S-B zugeordnet (*Abbildung 1-1*).

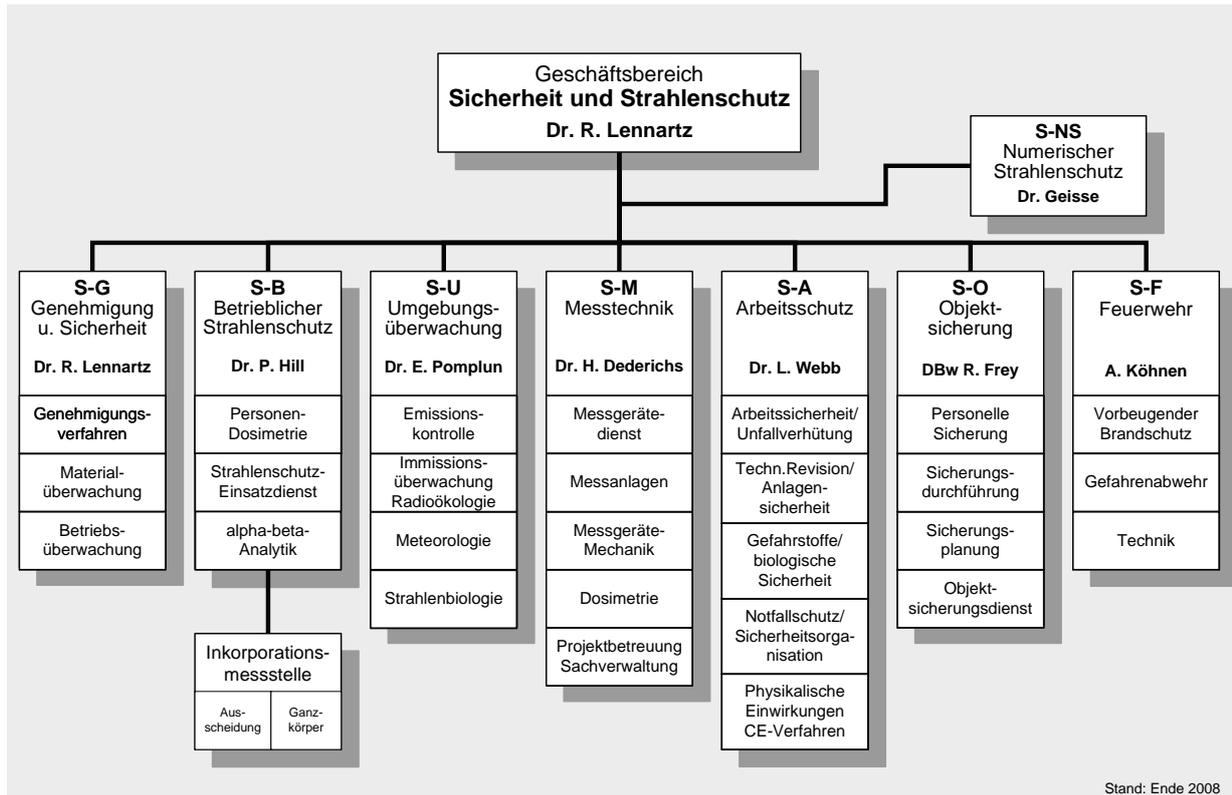


Abbildung 1-1: Organisationsplan des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz (GB-S)

Seit der Umstrukturierung am 15.09.2008 gehört auch die Werkfeuerwehr zum Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz. Sie hat das Kürzel S-F.

## 1.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G

Der Fachbereich *Genehmigungen und Sicherheit* (S-G) besteht aus den Gruppen *Genehmigungsverfahren* (S-GG), *Materialüberwachung* (S-GM) sowie *Betriebsüberwachung* (S-GB).

Neben den in den nachfolgend dargestellten Aufgaben der Arbeitsgruppen gehört auch die Mitarbeit in Ausschüssen und Arbeitskreisen zur Normgebung oder Beratung im Strahlenschutz, der Kernmaterialkontrolle oder der Abfallbeseitigung zum Aufgabenspektrum. Der Fachbereich S-G stellt auch einen Teil des Strahlenschutzdienstes des Forschungszentrums.

Über diese Tätigkeiten hinaus arbeitet S-G u. a. in folgenden Arbeitskreisen und Projekten mit:

- ⇒ AVR-Entsorgung
- ⇒ Arbeitskreis für biomedizinische Versuche des Forschungszentrums Jülich
- ⇒ Sanierung/Rückbau der Kontrollbereiche im Gebäude Nr. 05.3
- ⇒ Stilllegung und Abbau FRJ-2 („DIDO“)

- ⇒ Planung und Errichtung AVR-Zwischenlager
- ⇒ Projektgruppe PRO GHZ

### 1.1.1 Genehmigungsverfahren (S-GG)

Die Vielfalt der Aktivitäten im Forschungszentrum Jülich spiegelt sich auch in der Vielfalt der zu beachtenden Regelwerke und der zuständigen Behörden wieder.

Die Rechtsgrundlagen für die Anmeldungen, Anzeigen, Erlaubnisse und Genehmigungen, die das Forschungszentrum für seine Tätigkeiten benötigt, sind die in Abbildung 1-2 dargestellten Gesetze.

In Genehmigungs- oder Anzeigeverfahren führt das Team S-GG (Genehmigungsverfahren) federführend für die jeweiligen Institute und Einrichtungen die unterschriftsreife Antragsbearbeitung und die Koordination des Verfahrensablaufes einschließlich der Auflagenerfüllung nach erteilter Genehmigung durch.

Nach erteilter Genehmigung müssen gegebenenfalls gewünschte oder erforderliche Änderungen beantragt oder angezeigt werden. Falls erforderlich wird auch in Rücksprache mit den betroffenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums Widerspruch gegen Genehmigungsbescheide eingelegt.

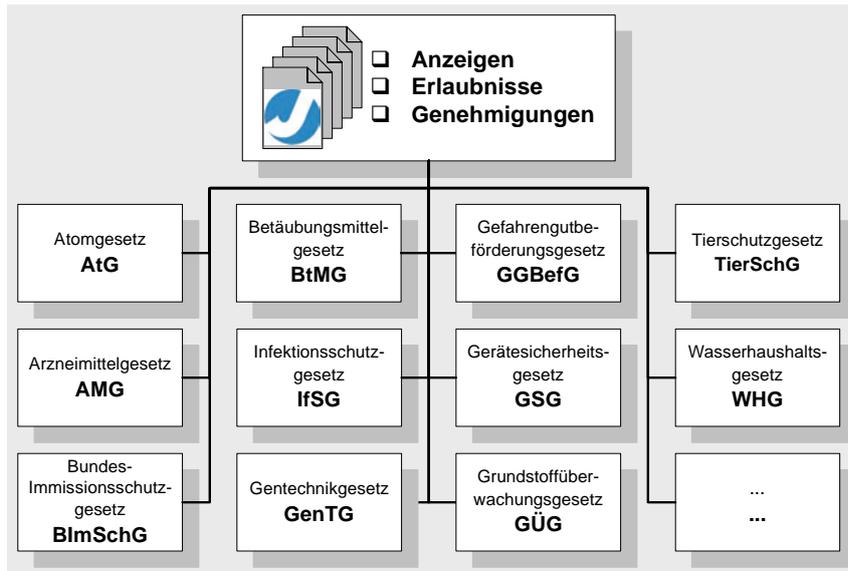


Abbildung 1-2: Rechtsgrundlagen für Aktivitäten

Durch S-GM erfolgt die Buchführung des Bestands an radioaktiven Stoffen, insbesondere Kernmaterial, die Anzeige von Erwerb, Abgabe und Bestand dieser Stoffe an die nationalen Aufsichtsbehörden und bei Kernmaterial an EURATOM/IAEO sowie die Erstellen von Design-Informationen und Tätigkeitsrahmenprogrammen.

§ 70 der deutschen Strahlenschutzverordnung regelt die Mitteilungspflichten über Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und sonstigen Verbleib sowie den Bestand an radioaktiven Stoffen einschließlich der

erforderlichen Buchführung.

Änderungen, die sich nicht auf die Sicherheit auswirken, werden als unwesentlich eingestuft. In diesem Fall ist eine Anzeige ausreichend. Für wesentliche Änderungen werden dagegen Genehmigungsänderungen bei den jeweils zuständigen Behörden beantragt.

S-G vertritt auch in Genehmigungsverfahren Dritter bei Bedarf die Interessen des Forschungszentrums.

Nähere Informationen zu den Aufgaben von S-GG sowie für „Antragsteller“:

<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/genehmigungsverfahren/>

Die Überwachung von Kernmaterial durch EURATOM wird in der EURATOM-Verordnung 302/2005 über die Anwendung der EURATOM-Sicherungsmaßnahmen geregelt und in den besonderen Kontrollbestimmungen im Einzelnen festgelegt. Ferner haben die IAEO, die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Atomgemeinschaft ein Verifikationsabkommen abgeschlossen. In diesem Abkommen und seinen ergänzenden Abmachungen, die die anlagenspezifischen Anhänge (Facility Attachments) enthalten, sind die Modalitäten für die Kontrolle durch die IAEO festgelegt.

**1.1.2 Materialüberwachung (S-GM)**

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen und deren Überwachung fällt je nach Zuordnung unter unterschiedliche atomrechtliche Vorschriften und internationale Verpflichtungen. National oder international ist das zu überwachende Material unterschiedlich definiert (Tabelle 1-1).

Die Kernmaterialüberwachung nutzt dabei organisatorische und physikalische Prüfmethoden, die eine Überwachung des spaltbaren Materials ermöglichen und die unerlaubte Entnahme entdecken. Hier setzen die Aufgaben und Tätigkeitsfelder der Materialüberwachung des Forschungszentrums (S-GM) an.

Tabelle 1-1: Überwachungspflichten - Definition und rechtliche Grundlage

	Radioaktive Stoffe	Kernmaterial
Definition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernbrennstoffe</li> <li>• sonstige radioaktive Stoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• besonderes spaltbares Material</li> <li>• Ausgangsmaterial</li> <li>• Erze</li> </ul>
Rechtliche Grundlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomgesetz</li> <li>• § 70 StrlSchV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NV-Vertrag</li> <li>• EURATOM-Vertrag</li> <li>• EURATOM-Verordnung 302/2005)</li> <li>• Zusatzprotokoll</li> </ul>
Anlagenspezifische Grundlagen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• besondere Kontrollbestimmungen</li> <li>• Verifikationsmaßnahmen</li> <li>• Facility Attachment</li> </ul>
Anmerkung:	Überwachung im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht	Kernmaterial unterliegt verschärften Überwachungsmaßnahmen

Mit dem Inkrafttreten des Zusatzprotokolls am 30.04.2004 hat die IAEO offiziell das Recht, einen „erweiterten Zutritt“ zu verlangen. Nach Art. 4 und 5 des Zusatzprotokolls verpflichtet sich der Staat, den Inspektoren der IAEO auf Ersuchen Zugang zu jeder Stelle eines Standortes zu gewähren, um sich zu vergewissern, dass es dort kein nicht-deklariertes Kernmaterial und keine nicht-deklarierten Tätigkeiten gibt. Hierbei koordiniert S-GM die Kernmaterialinspektionen und wickelt diese ab.

Weitere Informationen zur Materialüberwachung im Forschungszentrum Jülich:

<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/Kernmaterialueberwachung>

**1.1.3 Betriebsüberwachung (S-GB)**

Das „Unternehmen Forschungszentrum“ ist Strahlenschutzverantwortlicher im Sinne des Atomrechts. Aus der entsprechenden Kontrollpflicht ergeben sich für GB S Überwachungsaufgaben. Diese betreffen die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Genehmigungsaufgaben an den Arbeitsplätzen. Hierzu sind interne Regelungen, wie z.B. die Allgemeine Sicherheitsordnung, die Abfallordnung oder die Transportordnung erlassen worden. Sie werden ergänzt durch Richtlinien und Strahlenschutz-Mitteilungen bei Einzelfragen. All diese Regelwerke und Vorgaben sind Grundlage für die Überwachung, die seitens S-GB (Betriebsüberwachung) durchgeführt werden.

Der Vorstand des Forschungszentrums hat als Strahlenschutzverantwortlicher (SSV) Strahlenschutzbeauftragte (SSB) schriftlich bestellt. Die vom Vorstand nicht an SSB übertragbaren oder aus Gründen der Zweckmäßigkeit nicht übertragenen Aufgaben werden vom Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz (S) im Auftrag des Vorstandes durchgeführt. Zur Abgrenzung dieser Aufgaben zwischen dem SSV bzw. S und den SSB wurde eine „Strahlenschutzanweisung zur Aufga-

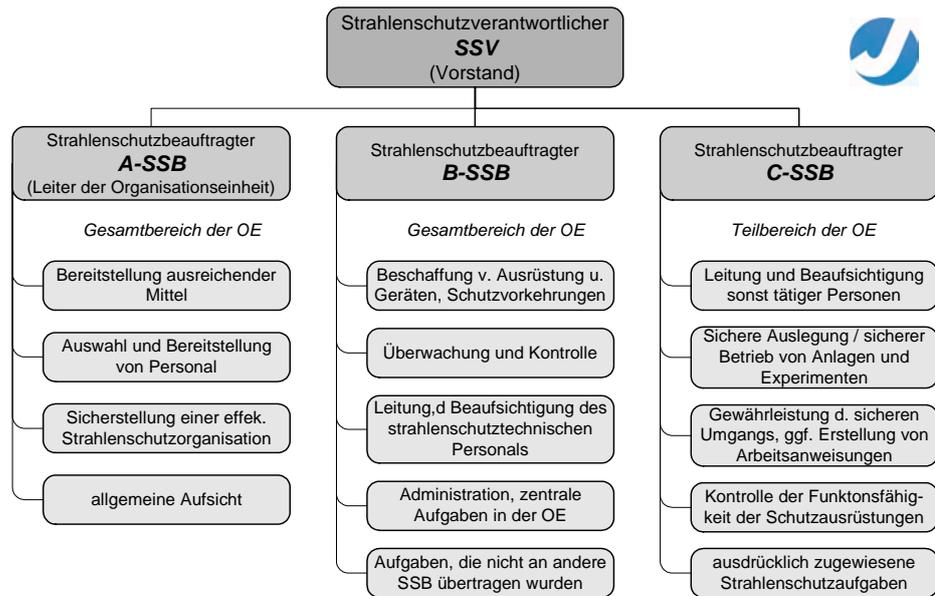


Abbildung 1-3: Aufgaben und Zuständigkeitsabgrenzungen der bestellten SSB

benzuweisung und Zuständigkeitsabgrenzung im Strahlenschutz“ erlassen.

Im Aufgabenbereich der Strahlenschutzbeauftragten (SSB) wird im Forschungszentrum Jülich eine Dreigliederung vorgenommen. Dabei wird zwischen A-, B- und C-SSB unterschieden (siehe Abbildung 1-3). S-GB betreut die SSB und versorgt diese mit aktuellen Informationen.

Die beruflich strahlenexponierten Personen im Forschungszentrum werden, soweit sie nicht zu SSB bestellt sind, als „Sonst tätige Personen“ bezeichnet. Neben Mitarbeitern des Forschungszentrums gehören zu diesem Kreis auch die Gäste von Universitäten, Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland, die in den Kontrollbereichen des Forschungszentrums tätig werden. Die Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen bei den „Sonst tätige Personen“ erfolgt zum einen durch den zuständigen SSB, zum anderen durch S-GB.

Bei der Entlassung von radioaktiven Stoffen (Betonstrukturen, Baumaterialien oder Lüftungsteile) aus dem Atomrecht (Verwaltungsakt zur Freigabe nach §29 StrlSchV) führt S-GB die Entscheidungsmessung durch, stellt die erforderliche Dokumentation zusammen bzw. überprüft die von der OE vorgelegte Dokumentation und erteilt für alle Genehmigungen nach der StrlSchV die Freigabe. Näheres dazu regelt die Freigabe- und Abgabeordnung des Forschungszentrum Jülich GmbH.

Für das Herausbringen von Gegenständen (Werkzeuge, Geräte, Experimenteile, u. ä. m.) aus

Strahlenschutzbereichen im Sinne der StrlSchV nach § 44 ist im Wesentlichen die OE zuständig. Hier wird bei komplexeren Fragenstellungen bei Bedarf S-GB eingebunden.

Weiterhin werden die Melde- und Anzeigepflichten an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden wahrgenommen sowie alle prüfpflichtigen umschlossenen radioaktiven Stoffe im Forschungszentrum erfasst.

Für jede beruflich strahlenexponierte Person ist im Personenregister eine Strahlenschutzakte vorhanden, die alle strahlenschutzrelevanten Unterlagen enthält.

Alle Fremdfirmen sowie Forschungseinrichtungen, Sachverständigenorganisationen, deren Mitarbeiter in Kontroll- oder Überwachungsbereichen des FZJ tätig werden, müssen über eine Genehmigung nach § 15 StrlSchV verfügen und haben vor Beginn der Tätigkeit mit dem Forschungszentrum eine Strahlenschutzvereinbarung zu treffen. Die im Forschungszentrum eingesetzten Mitarbeiter müssen darüber hinaus einen gültigen Strahlenpass mit den amtlichen Dosisangaben besitzen.

Das Forschungszentrum ist selbst im Besitz einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV, weil Mitarbeiter als beruflich strahlenexponierte Personen in anderen Einrichtungen tätig werden, z. B. bei:

- Inspektionstätigkeiten in Kernkraftwerken durch Mitarbeiter der ISR-Produktkontrollstelle
- Aufbau und Betrieb von Experimenten an der Außenstelle München
- Experimenten für die Neutronenstreuung durch Mitarbeiter des IFF am HMI und BESSY in Berlin
- Unterstützende Tätigkeiten z. B. in anderen Einrichtungen des Bundes

Weiterhin leitet und verfolgt S-GB Maßnahmen bei Zwischenfällen im Forschungszentrum.

Mehr Details zu S-GB:

<http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/gs-betriebsueberwachung/>

## 1.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B

Der Fachbereich Betrieblicher Strahlenschutz (S-B) hat im Wesentlichen Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Strahlenschutzüberwachung im Forschungszentrum Jülich stehen.

Die Arbeitsergebnisse sind von besonderer behördlicher Bedeutung. So gewährleistet der Fachbereich die Ermittlung der Körperdosen, den Betrieb eines Radionuklidlaboratoriums zur Durchführung radiochemischer Einzelnuklidbestimmungen und Freigabekontrollen, den Betrieb der Inkorporationsmessstelle, die Organisation und Mitarbeit in den Strahlenschutz-Einsatzdiensten. Dabei werden neben den Eigenaufgaben auch Dienstleistungen für andere Teile des Geschäftsbereiches geleistet.

Die rechtlichen Grundlagen für die Arbeit des Fachbereiches S-B ergeben sich zum einen aus den Vorschriften zur Körperdosismessung gemäß §§ 40-42 StrlSchV und § 35, 35a RöV mit den nachgeordneten Richtlinien (Abbildung 1-4).

Für die berufliche Strahlenexposition bei Tätigkeiten sind dies die *„Richtlinie zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV)“* und in der *„Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40,41 und 42 StrlSchV)“*. Letztere trat am 12.01.2007 in Kraft. Bis dahin musste die Inkorporationsüberwachung auf der Basis der alten Vorgängerrichtlinien (Phys. Strahlenschutzkontrolle, Berechnungsgrundlage, Messstellenanforderungen) durchgeführt werden und zwar modifiziert für aktuelle Dosisgrenzwerte und Dosisfaktoren.

Für die berufliche Strahlenexposition bei Arbeiten gilt die *„Richtlinie für die Überwachung der Strahlenexposition bei Arbeiten nach Teil 3 Kapitel 2 Strahlenschutzverordnung (Richtlinie Arbeiten)“*. Jedoch spielt diese Art der Strahlenexposition im Forschungszentrum Jülich allenfalls eine sehr geringfügige Rolle.

Die indirekte Messung der Körperaktivität und der Aktivität der Ausscheidungen zur Körperdosismessung durch Inkorporationen kann gemäß § 42(6) StrlSchV nur von einer behördlich bestimmten Messstelle durchgeführt werden. Die Anforderungen für die staatliche Anerkennung sind in der *„Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle Teil 2“* mit geregelt. Sie definieren Mindestanforderungen an Nachweisgrenzen der Verfahren, technische Ausstattung und Personal. Der Nachweis der Kompetenz des Prüflaboratoriums durch eine Akkreditierung ist vorgesehen.

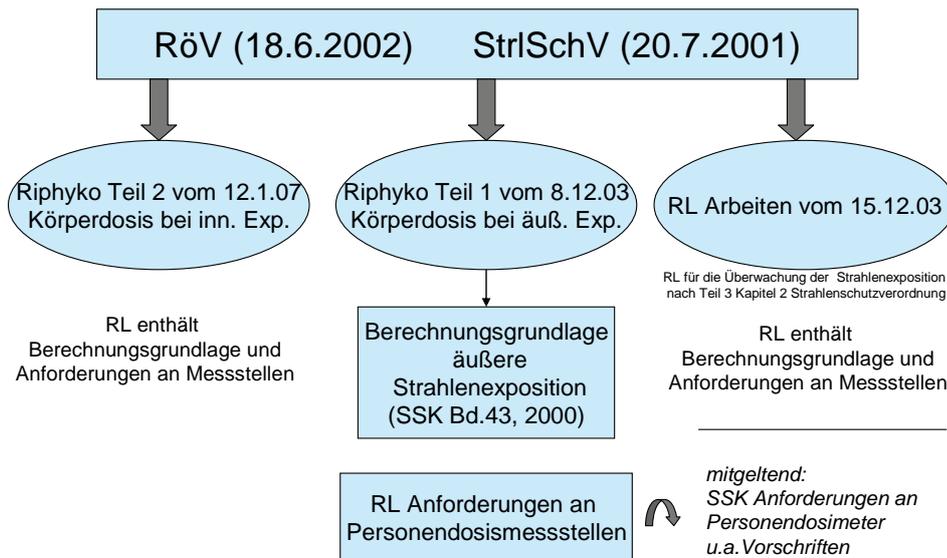


Abbildung 1-4: Rechtsvorschriften zur Körperdosisermittlung

Grundlage für (Dosis-) Meldungen beruflich strahlenexponierter Personen an die zuständige Berufsgenossenschaft bei Beginn und Ende ihrer Tätigkeit ist die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift „BGV A4 - Arbeitsmedizinische Vorsorge“. Die Meldungen führt S-B in enger Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzarzt im betriebsärztlichen Dienst durch.

Der Fachbereich erbringt interne Dienstleistungen in den Bereichen Immissionsüberwachung und Freigabemessungen. Die Rechtsgrundlagen sind in den Berichtsteilen der dafür federführenden Fachbereiche S-U (Kap. 1.3) bzw. S-G (Kap. 1.1) dargestellt.

Der Fachbereich umfasste 2007/2008 zur Erfüllung seiner Aufgaben vier Arbeitsgruppen (Teams). Die amtlich anerkannte (und für die Länder Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen gemäß StrlSchV behördlich bestimmte) Inkorporationsmessstelle des Forschungszentrums ist dem Fachbereich angegliedert.

Teamübergreifend gewährleistet der Fachbereich eine angemessene Mitwirkung in Beratungs- und Normungsgremien (e. g. DIN, FS, IAEA) und nimmt an den Querschnittsaufgaben des Geschäftsbereiches teil.

**1.2.1 Personendosimetrie (S-BP)**

Das Team Personendosimetrie (S-BP) trägt für die zentrale Körperdosisermittlung gemäß §§ 40-42 der Strahlenschutzverordnung und §§ 35 und 35a

der Röntgenverordnung Sorge. Das bedeutet insbesondere die Gewährleistung der amtlichen Personendosimetrie mit Film-, Albedo-, TLD- und Kernspurdosimetersonden, den Betrieb des Ganzkörpermesslabors für die Inkorporationsüberwachung, die Ermittlung der Körperdosen, die Dosisbilanzierung, die Prüfung der Strahlenschutzrelevanz der Ergebnisse, die Vordosisermittlung, Ermittlung der Strahlenbelastung in Sonderfällen

und Aufgaben im Bereich des Meldewesens. 2007/2008 werden durchschnittlich 1.100 beruflich strahlenexponierte Personen überwacht. Hinzu kommen Leistungen für das im Forschungszentrum eingesetzte Fremdpersonal.

**1.2.2 Radiochemische Analytik (S-BA)**

Die Aufgabe des Teams Radiochemische Analytik (S-BA) besteht in der chemisch-analytischen Bestimmung von  $\alpha$ - und  $\beta$ -strahlenden Radionukliden im low-level Bereich für die Inkorporations-, Betriebs- und Umweltüberwachung. Das Team betreibt das Ausscheidungsmesslabor der Inkorporationsmessstelle. Typische Messverfahren sind die Alpha- und Beta-Spektrometrie, Flüssigzintillationsmessungen und die Massenspektrometrie. Proben werden auch für Messungen der Gammastrahlung in anderen Laboratorien vorbereitet. Im Kontrollbereich werden Referenzmaterialien, wie Referenzstrahler, erstellt. Jährlich werden um die 1.800 Proben unterschiedlicher Art analysiert.

**1.2.3 Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle (S-BI)**

Die amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle (S-BI) führt mit behördlicher Bestimmung (gemäß Strahlenschutzverordnung) die Inkorporationsüberwachung im Forschungszentrum Jülich für Eigen- und Fremdpersonal durch. Aufträge kommen aber auch von anderen Stellen im In- und Ausland.

Die Inkorporationsmessstelle ist nach DIN EN/ISO 17025:2005 akkreditiert. Die flexibilisierte Akkreditierung bestätigt über Normanwendungen hinaus im Ganzkörpermesslabor und im Ausscheidungsmesslabor die Kompetenz Dosimetrieverfahren neu zu entwickeln, weiterzuentwickeln und zu modifizieren.

Im Internet des Forschungszentrums:

[http://www.fz-juelich.de/gs/sb\\_inkorporationsmessstelle/](http://www.fz-juelich.de/gs/sb_inkorporationsmessstelle/)

### 1.2.4 Einsatzdienste (S-BE)

Durch das Team Einsatzdienste (S-BE) erfolgt die Organisation der Strahlenschutz-Einsatzdienste und die Sicherstellung ihrer Einsatzfähigkeit.

Personell und ausstattungsmäßig wird eng mit anderen Teilen des Geschäftsbereiches zusammengearbeitet. Im Einsatzfall stehen dem eigenen Einsatzstab ein Einsatztrupp, ein Umgebungsaufklärungs- und ein Probennahmetrupp mit entsprechenden Fahrzeugen zur Verfügung. Ergänzt wird dies durch Hilfsdienste in den Messlaboratorien und der Meteorologie. In den dienstfreien Zeiten wird eine Rufbereitschaft unterhalten.

## 1.3 Umgebungsüberwachung / S-U

Im Forschungszentrum Jülich werden an verschiedenen Stellen für wissenschaftliche Zwecke offene radioaktive Stoffe eingesetzt, die mit der Fortluft oder dem Abwasser in die Umwelt gelangen können. Die somit erforderliche kontinuierliche Überwachung der Ableitungen in die Umgebung umfasst im Wesentlichen die nuklidspezifische Kontrolle der Emissionsquellen sowie die Messung des aktuellen Strahlungspegels in der Umgebung. Letzteres geschieht einerseits durch stationäre Einrichtungen, dazu zählen mehrere Messstationen im Umkreis des Forschungszentrums und Festkörperdosimeter entlang des Geländezaunes. Diese kontinuierlichen Messungen in stationären Anlagen werden ergänzt durch die Untersuchung von Umweltproben auf Radioaktivität nach einem detailliert festgelegten Messprogramm. Zur Erfüllung dieser Aufgaben arbeiten drei Gruppen eng aufeinander abgestimmt zusammen: Emissionskontrolle (S-UE), Meteorologie (S-UM) sowie Immissionsüberwachung und Radioökologie (S-UI).

Die Ableitung radioaktiver Stoffe unterliegt hinsichtlich möglicher radiologischer Auswirkungen auf die Bevölkerung den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Dort ist der Grenzwert der effektiven Dosis für die Bevölkerung auf 1 mSv im Kalenderjahr (§ 46 StrlSchV) festgelegt. Die Grenzwerte infolge der Ableitungen über den Abluft- bzw. Abwasserpfad betragen jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr (§ 47 StrlSchV).

Alle Ableitungen sind zu überwachen und nach Art und Aktivität spezifiziert mindestens jährlich der Aufsichtsbehörde mitzuteilen (§ 48 StrlSchV). Für die einzelnen Institute des Forschungszentrums wurden nuklidspezifische Jahreshöchstwerte (teilweise auch Monats- bzw. Wochen- und Tageshöchstwerte) festgelegt.

Durch eine Gesamtbetrachtung aller Emittenten wird gewährleistet, dass aus der Überlagerung aller Einzelemissionen am Standort keine Überschreitung des Dosisgrenzwertes in der Umgebung resultiert.

Auf der Grundlage der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung“ (REI) wurde im Jahre 1995 mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde ein Immissionsmessprogramm für das Forschungszentrum Jülich erstellt, in dem alle Einzelmessungen hinsichtlich der Art, der jeweiligen Nachweisgrenzen sowie ihrer Häufigkeit detailliert festgelegt sind. Dieses Messprogramm wird regelmäßig von der Gruppe Immissionsüberwachung/Radioökologie (Kap. 1.3.2) durchgeführt.

Kontrollmessungen erfolgen durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) sowie durch den Technischen Überwachungsverein (TÜV). Zur Qualitätssicherung (s. § 48 StrlSchV) beteiligt sich das Gammaskopie-Labor regelmäßig an den Ringversuchen des Bundesamtes für Strahlenschutz.

Bei den gammaskopischen Messungen von Umweltproben ist gemäß Messanleitung<sup>1</sup> zu verfahren; hinsichtlich der Nachweis- und Erkennungsgrenzen ist DIN 25482<sup>2</sup> anzuwenden.

<sup>1</sup> Messanleitung für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen, Hrsg.: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1992

<sup>2</sup> DIN-Norm Nr. 25482 Teil 5, Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen, Juni

Die Dosisberechnungen für Genehmigungsverfahren werden entsprechend der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift<sup>3</sup> (AVV) durchgeführt. Die dabei zu verwendenden Dosiskoeffizienten leiten sich aus ICRP-Empfehlungen<sup>4</sup> ab. Das gleiche gilt für die Jahresbilanz<sup>3</sup>, allerdings wird hier abweichend von der AVV nicht mit dem Langzeitausbreitungsfaktor gerechnet, sondern es wird zunächst durch stundenweise Überlagerung entsprechend den simultan zu den Emissionen gemessenen meteorologischen Ausbreitungsparametern für jedes Nuklid und jeden Emittenten die zeitintegrierte Konzentrationsverteilung berechnet. Die sich daraus für die einzelnen Nuklide über die verschiedenen Expositionspfade ergebenden Strahlenexpositionen der Organe werden addiert und zu Jahresdosen zusammengefasst. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen, d. h. die Orte der Dosismaxima, werden durch die äußeren Bestrahlungen (Gamasubmersion, Bodenstrahlung und Betasubmersion) und den Inhalationspfad festgelegt. Aus der Addition dieses Dosismaximums mit dem Maximalwert für die Ingestion ergibt sich die Jahresdosis für die einzelnen Organe. Die Messung der meteorologischen Parameter erfolgt nach Maßgabe der REI unter den in der KTA 1508 festgelegten Verfahren.

Die Dokumentation aller Emissionswerte sowie aller Ergebnisse aus dem Immissionsmessprogramm erfolgt in Form von Quartals- und Jahresberichten, mit denen die Aufsichtsbehörden regelmäßig informiert werden.

Der Fachbereich bearbeitet ferner wissenschaftliche Fragestellungen mit Schwerpunkten bei der atmosphärischen Ausbreitung in komplexem Gelände. Diese Arbeiten werden im Rahmen von interdisziplinären FE-Projekten bzw. in Form von Gutachten für Behörden und Industrie durchgeführt.

### 1.3.1 Emissionskontrolle (S-UE)

Die Gruppe Emissionskontrolle überwacht die von den Betreibern der kerntechnischen Einrichtungen zu messenden Emissionen über die Abluft hinsichtlich Einhaltung der Genehmigungswerte. Im

---

1993 Normenausschuss Kerntechnik, Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

<sup>3</sup> Bundesanzeiger Jg. 42, Nr. 64a (21.2.90) S. 3-25 und Entwurf der AVV zu §47 StrlSchV (Neufassung 2001), Stand 13.05.2005

<sup>4</sup> The ICRP Database of Dose Coefficients, Stockholm 1998-2001

Bereich des Forschungszentrums gibt es 12 Einrichtungen, die Ausnahmegenehmigungen zur Ableitung festgesetzter Höchstmengen einzelner Nuklide bzw. Nuklidgruppen in die Atmosphäre besitzen. Das radioaktiv kontaminierte Abwasser wird zentral in den Dekontaminationsbetrieben (B-ND) gesammelt, gereinigt und abgegeben. Auch diese Abgabe wird hinsichtlich der Grenzwert-Einhaltung in der Arbeitsgruppe kontrolliert. Aus den Emissionsdaten des Abluft- und Abwasserpfades wird am Jahresende die Dosisbelastung der Bevölkerung für das Berichtsjahr berechnet, mit den gesetzlichen Grenzwerten verglichen und in Berichten öffentlich dokumentiert.

Mehr Informationen zu S-UE:

<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=47>

### 1.3.2 Immissionsüberwachung und Radioökologie (S-UI)

Die Gruppe Immissionsüberwachung/Radioökologie führt das mit den Aufsichtsbehörden abgestimmte Messprogramm nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung“ REI (s. o.) durch. Dieses Programm besteht aus verschiedenen Komponenten: (1) die Sammlung und gammaspektrometrische Untersuchung verschiedener Umweltproben (Wasser, Milch, Gras, Boden, Niederschlag, Luftfilter), (2) 7 Stationen, die den inneren Überwachungsring an der Geländegrenze bilden, messen kontinuierlich die Ortsdosisleistung und die Aerosolkonzentration in der Luft. Eine Übertragung dieser Innenring-Daten erfolgt im Rahmen des RFÜ (Radiologisches Fernüberwachungssystem) zusammen mit meteorologischen Parametern im 10-Minuten-Takt zum Landesumweltamt nach Essen. (3) Ein äußerer Überwachungsring mit vier Stationen in benachbarten Ortschaften misst und registriert ebenfalls kontinuierlich die Ortsdosisleistung.

Außerdem wird regelmäßig die Strahlenexposition mit einem mobilen Messlabor an zusätzlichen, festgelegten Positionen ermittelt. Quartals- und Jahresberichte dokumentieren die Ergebnisse aller Messungen.

Darüber hinaus werden Rechenprogramme entwickelt, um Umgebungsbelastungen durch radioaktive Emissionen nach den Vorgaben der §§ 47 bzw. 49 StrlSchV abzuschätzen.

Details zu Aufgaben und Tätigkeiten von S-UI:

<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=35>

### 1.3.3 *Meteorologie (S-UM)*

Die Gruppe Meteorologie liefert die notwendigen meteorologischen Parameter zur Beurteilung der atmosphärischen Ausbreitung als Basis für die Dosisberechnung der Bevölkerung aufgrund der emittierten Radioaktivität. Dazu verfügt sie über eine Wetterstation mit einer komplexen Mess- und Datenerfassungsanlage an einem 124 m hohen Beobachtungsturm. Die Station ist darüber hinaus als Klimastation in das Messnetz des Deutschen Wetterdienstes integriert. Ihre Daten werden regelmäßig von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten innerhalb des Forschungszentrums genutzt und zum Teil an Behörden weitergegeben. Der Wasserturm dient im Rahmen von Kooperationen auch anderen Instituten als Plattform für wissenschaftliche Experimente.

S-UM im Internet des Forschungszentrums:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/index.php?index=26>

### 1.3.4 *Strahlenbiologie (S-US)*

Die Gruppe Strahlenbiologie gehört seit Oktober 2006 zum Fachbereich S-U. Schwerpunkte dieser Gruppe sind Arbeiten zur Biologischen Dosimetrie mit dem Ziel, nach Strahlenexpositionen via sog. Early-Response-Proteine eine individuelle Dosisabschätzung zu ermöglichen, sowie Arbeiten auf dem Gebiet der Auger-Elektronen-Emitter, die zum besseren Verständnis von Strahlenwirkungsmechanismen beitragen und darüber hinaus das Potential dieser Nuklide in der Tumorthherapie ausloten sollen. Computergestützte Untersuchungen zur Mikrodosimetrie inkorporierter Radionuklide liefern die modelltheoretische Basis für diese Arbeiten.

## 1.4 Messtechnik / S-M

Der Fachbereich Messtechnik (S-M) betreut alle im Strahlenschutz erforderlichen messtechnischen Systeme. Hierzu zählen Prüfung, Wartung, Reparatur und Kalibrierung der verwendeten beweglichen und fest installierten Strahlenschutzmessgeräte und -messsysteme des Forschungszentrums Jülich. Ein weiteres Tätigkeitsfeld des Fachbereiches ist die Messung der externen Direktstrahlung für die Umgebungsüberwachung.

Durch grundlegende Untersuchungen zur Strahlungsmesstechnik und durch die Entwicklung neuartiger Methoden und Geräte sowie durch die Bearbeitung spezieller, aus der Betriebspraxis abgeleiteter Fragestellungen ist der Fachbereich mit

der Verbesserung der messtechnischen Strahlenschutzüberwachung befasst.

Außerdem ist der Fachbereich an speziellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten zur Untersuchung der radiologischen Folgen des Reaktorunfalls in Tschernobyl beteiligt.

Die Grundlage für die Aufgaben des Fachbereiches S-M bildet neben der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung eine Vielzahl von technischen Regelwerken, in denen Anforderungen an die Messtechnik beim Umgang mit ionisierender Strahlung festgelegt sind. Als wichtigste Regelungen sind hier zu nennen:

- § 67 der Strahlenschutzverordnung (StriSchV) stellt die grundlegenden Anforderungen an die Ausführung und die regelmäßige Überprüfung der Strahlenschutzinstrumentierung, einschließlich der damit in Zusammenhang stehenden Aufgaben und Pflichten bezüglich der Wartung und Kalibrierung.
- Die Eichordnung regelt als Verordnung zum "Gesetz über das Mess- und Eichwesen" die Prüfung und Eichung für Strahlenschutzmessgeräte, wenn sie für Strahlenschutzmessungen aufgrund gesetzlicher Vorschriften verwendet werden. Die administrative Koordination der erforderlichen Nacheichungen sowie die eventuell notwendigen Kontrollmessungen zur Verlängerung der Eichpflicht werden von S-M durchgeführt.
- Durch die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) werden die Anforderungen an das Messverfahren zur Bestimmung der Ortsdosen durch externe Strahlung für die Umgebungsüberwachung vorgegeben. Die Durchführung der Messungen erfolgt in Anlehnung an DIN 25483 "Verfahren zur Umgebungsüberwachung mit integrierenden Festkörperdosimetern".
- Weitere Anforderungen an die Strahlenschutzinstrumentierung und die Prüfungen von Strahlenschutzmesssystemen sowie die anzuwendenden Prüfverfahren ergeben sich aus einschlägigen DIN-, ISO-Normen und den Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA). Sie bilden die Basis für die Festlegung des Prüfumfanges bei den regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen der Strahlenschutzinstrumentierung an kerntechnischen Anlagen.

Der Fachbereich besteht aus den nachfolgend genannten Arbeitsgruppen.

### 1.4.1 *Messanlagen (S-MA)*

Der Arbeitsgruppe „Messanlagen“ obliegt die Wartung und Reparatur verschiedener stationärer Messanlagen für die Strahlenschutzüberwachung und für die Meteorologie im Forschungszentrum Jülich. Darüber hinaus werden Strahlenschutzmesssysteme erprobt und für besondere Einsatzzwecke modifiziert sowie spezielle elektronische Komponenten bzw. Baugruppen entwickelt und gebaut.

Ein weiteres Tätigkeitsfeld ist die Datenerfassung der meteorologischen Messwerte.

### 1.4.2 *Physikalische Dosimetrie (S-MD)*

Die Gruppe „Physikalische Dosimetrie“ prüft und kalibriert fest installierte und tragbare Strahlenschutzmessgeräte und -instrumentierungen im Strahlenfeld bzw. mit radioaktiven Kalibrierquellen. In verschiedenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums werden die gemäß behördlichen Auflagen durchzuführenden regelmäßig wiederkehrende Prüfungen (WKP), teilweise in Zusammenarbeit mit externen Sachverständigen, durchgeführt.

Die Messung der Ortsdosen für Gamma- und Neutronenstrahlung mit passiven Dosimetern zur Umgebungüberwachung im Forschungszentrum ist eine weitere Hauptaufgabe.

Darüber hinaus werden spezielle messtechnische Probleme im Strahlenschutz behandelt und die Strahlenschutzüberwachung durch die Entwicklung neuartiger Methoden und Geräte verbessert.

### 1.4.3 *Messgerätedienst (S-MG)*

Der Messgerätedienst prüft, wartet und repariert ortsfeste sowie tragbare Strahlenschutzmessgeräte für die verschiedenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums Jülich. Neue Strahlenschutzmessgeräte werden auf ihre Eignung geprüft und die Anwender in den Organisationseinheiten beim Ankauf neuer Geräte beraten. Für spezielle Einsatzzwecke werden neue Strahlungsmessgeräte entwickelt und gebaut.

### 1.4.4 *Messgeräte-Mechanik (S-MM)*

Die Bearbeitung technisch-konstruktiver Aufgaben und die Herstellung von speziellen mechanischen

Einrichtungen und Geräten erfolgt durch die Arbeitsgruppe Messgeräte-Mechanik. Spezielle mechanische Komponenten für Strahlungsmessgeräte bzw. deren Prototypen, die im Geschäftsbereich S entwickelt wurden, werden von S-MM gefertigt.

Die technische Wartung der mechanischen Komponenten von Strahlenschutzinstrumentierungen in verschiedenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums ist eine weitere Hauptaufgabe von S-MM.

### 1.4.5 *Projektbetreuung / Sachverwaltung (S-MS)*

Durch die Projektbetreuung/Sachverwaltung erfolgt die Verwaltung der zugewiesenen finanziellen Haushaltsmittel für Investitionen und Sachaufwendungen sowie der eingeworbenen Drittmittel. Die Verwaltung des Abteilungsinventars des Geschäftsbereiches S erfolgt ebenfalls bei S-MS.

Eine weitere wesentliche Hauptaufgabe ist die organisatorische und technische Vorbereitung und Abwicklung verschiedener drittmittelfinanzierter Forschungs- und Entwicklungsprojekte (F & E).

## 1.5 Arbeitsschutz / S-A

Die vielfältigen Aufgaben des Fachbereichs Arbeitsschutz werden schwerpunktmäßig auf fünf fachspezifische Teams aufgeteilt. Von den zwölf Mitarbeitern dieses Fachbereichs sind neun Fachkräfte für Arbeitssicherheit, die nach dem Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) den Vorstand beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung unterstützen.

Das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) bildet die Grundlage für die Tätigkeit der Fachkräfte für Arbeitssicherheit, die den Arbeitgeber in seiner Pflicht einen gut funktionierenden Unfallschutz zu organisieren unterstützen müssen. Hierzu gehören die Umsetzung der Arbeitssicherheitsgesetze und -vorschriften und ihre Anpassung an die besonderen Betriebsverhältnissen. Die anzuwendenden Vorschriften und Gesetze umfassen sowohl die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften als auch die aus der europäischen Gesetzgebung und in nationales Recht umgesetzten Gesetze und Verordnungen wie die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV).

Der *Immissionsschutzbeauftragte* hat für das gesamte Forschungszentrum auf die Einhaltung der gesetzlichen Immissionsgrenzwerte und die Umsetzung entsprechender Verordnungen des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes (BImSchG) hinzuwirken.

Der *Gefahrgutbeauftragte* ist für die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften zur Beförderung gefährlicher Güter mit den unterschiedlichen Verkehrsträgern zuständig.

### **1.5.1 Arbeitssicherheit und Unfallwesen (S-AA)**

Die Aufgabe des Teams *Arbeitssicherheit und Unfallwesen (S-AA)* ist im Wesentlichen durch die Vorgabe des ASiG bestimmt und beinhaltet die Kontrolle aller Rund 60 Organisationseinheiten (OE) des Forschungszentrums mit den mehr als 4.300 Beschäftigten in Bezug auf Arbeitssicherheit durch Begehungen. Auf eine gesetzeskonforme Arbeitsweise in Büros, Laboratorien und Werkstätten und die Verwendung von geeigneter Schutzausrüstung und -einrichtungen wird geachtet. Weitere Aufgaben der Arbeitsgruppe sind die Bearbeitung von Unfällen und die Untersuchung ihrer Ursachen. Aktive Unfallprävention wird durch zahlreiche Beratungsgespräche und Schulungen der Mitarbeiter betrieben.

Mehr Informationen zur Arbeitssicherheit:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/arbeitssicherheit>

### **1.5.2 Technische Revision und Anlagensicherheit (S-AT)**

Die Hauptaufgabe des Teams *Technische Revision und Anlagensicherheit (S-AT)* besteht in der Organisation und Dokumentation der wiederkehrenden Prüfungen der prüfpflichtigen Anlagen im Forschungszentrum. Zu diesen Anlagen gehören u. a. Druckgeräte, Lüftungsanlagen, Abwasserauffanganlagen in Aktivbereichen, Krane, Gabelstapler, Aufzüge und die elektrischen Anlagen der Gebäude und Experimente. Ferner wird die Ausbildung und Prüfung der Gabelstaplerfahrer und Kranführer organisiert. Zu weiteren Aufgaben gehört auch die sicherheitstechnische und fachspezifische Beratung des Arbeitgebers und der Betreiber von genehmigungs- bzw. prüfpflichtigen Anlagen und Komponenten. Alle Mitarbeiter dieses Teams sind als befähigte Personen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung tätig und wirken an

der Ausbildung und Unterweisung der Mitarbeiter mit.

Mehr Informationen zu S-AT:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/techrevision>

### **1.5.3 Gefahrstoffe und biologische Sicherheit (S-AG)**

Das Team *Gefahrstoffe und biologische Sicherheit (S-AG)* hat wegen der wissenschaftlich orientierten Arbeit des Forschungszentrums bedeutende Aufgaben bei der Umsetzung maßgeblicher Gesetze, wie Betriebssicherheits- und Gefahrstoffverordnung. Es berät bei dem Umgang mit Gefahrstoffen, bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen, Betriebsanweisungen und der Explosionsschutzdokumenten ebenso wie bei der Planung von Experimenten und Großanlagen und hilft bei den Unterweisungen.

Auf dem Gebiet der Gentechnologie überwacht die Gruppe die gentechnischen Anlagen und die Umsetzung der Biostoffverordnung. Das zentrale Gefahrstoffkataster für das Forschungszentrum wird hier verwaltet.

In diesem Team sind der Immissionsschutzbeauftragte, der für die Überwachung von drei nach dem BImSchG genehmigten Anlagen zuständig ist, und der Gefahrgutbeauftragte integriert (Kap. 1.5).

Mehr Informationen zur Gruppe S-AG:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/gefahrstoffe>

### **1.5.4 Notfallschutz und Sicherheitsorganisation (S-AN)**

Das Team *Notfallschutz und Sicherheitsorganisation (S-AN)* ist für die betriebliche Notfallschutzorganisation (NSO) die fachlich zuständige Koordinationsstelle. Sie organisiert die interne Notfallschutzorganisation des Forschungszentrums. Dazu gehört das Betreiben der Sicherheitszentrale, welche Melde- und Koordinationszentrale für die Gefahrenabwehr des Forschungszentrums ist.

Alle sicherheitsrelevanten Meldungen wie z. B. Feueralarm, Gasalarm oder Versuchsüberwachungen sind zur Sicherheitszentrale geschaltet, von wo aus die Alarmierung der erforderlichen Einsatzdienste (z. B. Werkfeuerwehr oder Rufbereitschaften des FZJ) ausgelöst und koordiniert wird. Das Team ist für die Aufrechterhaltung des Dienstbetriebes in der Sicherheitszentrale zuständig, d. h. technische und personelle Organisation.

Es werden Alarmierungs- und Einsatzpläne erstellt und gepflegt (einschließlich der Datenpflege des Einsatzleitrechners) und die Mitarbeiter der Notfallschutzorganisation (IvD, FvD und ElvD) geschult.

Die Wahrnehmung und Beantwortung aller Fragen, die sich aus dem Brand-, Katastrophen- und Zivilschutz für das gesamte FZJ ergeben (auch gegenüber externen Stellen wie z. B. dem Kreis Düren) gehört ebenso zu den Aufgaben wie die Planung und Durchführung von Räumungsübungen.

Mehr Informationen zu S-AN:

<http://www.fz-juelich.de/gS/notfallschutz>

### 1.5.5 *Physikalische Einwirkungen und CE-Verfahren (S-AP)*

Im Forschungszentrum gibt es eine Vielzahl von Geräten und Experimenten deren Wirkung auf den Menschen gesetzlichen Regelungen unterliegt. Dazu zählen z. B. starke magnetische Felder aus der Kernresonanzspektroskopie, elektromagnetische Felder, Laser, Mikrowellen, aber auch Lärm und Vibration. Im Team *Physikalische Einwirkungen und CE-Verfahren* werden die Quellen erfasst und die erforderlichen Meldungen an die Behörden bearbeitet. Daneben wird die Umsetzung der Maschinenrichtlinie für das Forschungszentrum von dieser Stelle aus koordiniert und Hilfestellung bei der Umsetzung der Maschinenrichtlinien wie z. B. der Gefahrenanalyse gegeben.

Mehr zum CE-Konformitätsverfahren:

<http://www.fz-juelich.de/gS/index.php?index=62>

## 1.6 Objektsicherung / S-O

Der Fachbereich S-O ist für den Präventivschutz gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter im Forschungszentrum, seinen kerntechnischen Anlagen und Transporten von radioaktiven Materialien zuständig. Er besteht aus den Teams:

- Personelle Sicherung (S-OP),
- Sicherungsdurchführung (S-OD),
- Sicherungstechnik (S-OT),
- Objektsicherungsdienst (S-OO).

Diese haben folgende Aufgaben:

- Bewachung von Anlagen und Gebäuden des FZJ sowie der angrenzenden Firmen AVR und ETC (ehemals: URENCO),
- Kontrolle der Zugangs- und Aufenthaltsberechtigungen auf dem Betriebsgelände,

- Führung des Ausweissystems, Beschaffung und Verwaltung von Ausweisen,
- Veranlassung von Sicherheitsüberprüfungen und Zuverlässigkeitsüberprüfungen,
- Sicherung von radioaktiven Transporten,
- Aufklärung und Abwehr von Straftaten und sonstigen sicherungsrelevanten Vorkommnissen,
- Erstellung von Sicherungskonzepten und Verwaltung des Schließwesens.

Die Fremdvergabe von Aufgaben des Objektsicherungsdienstes wurde in 2007 fortgesetzt. Insgesamt werden 16 Projektstellen von einer Fremdfirma übernommen.

Es handelt sich hierbei um die Überwachung des Zutritts am Haupttor, am Tor Hambach sowie zum ehemaligen BAW.

Gesetzliche Grundlage für die Tätigkeit des Objektsicherungsdienstes ist das Atomgesetz (AtG). Für Genehmigungen nach §§ 3, 4, 6, 7 und 9 AtG ist Voraussetzung, dass

- a) keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit der Antragsteller sowie der verantwortlichen Person ergeben und
- b) der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist.

In der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) sind u. a. für Umgangsgenehmigungen nach § 7 die oben genannten Genehmigungsvoraussetzungen sinngemäß vorgesehen.

Diese beiden Grundforderungen (Zuverlässigkeit und Schutz gegen Störmaßnahmen) werden in nachgeordneten Rechtsvorschriften konkretisiert:

- Die „Verordnung für die Überprüfung der Zuverlässigkeit zum Schutz gegen Entwendung oder erhebliche Freisetzung radioaktiver Stoffe nach dem Atomgesetz. (AtZüV)“ legt fest, bei welchen Personen und in welchem Umfang eine Zuverlässigkeitsüberprüfung durchzuführen ist.
- Die „Anforderungen an den Objektsicherungsdienst und an den Objektsicherungsbeauftragten in kerntechnischen Anlagen der Sicherungskategorie I“<sup>5</sup>
- Die „Anforderungen an die Aus- und Fortbildung des Objektsicherungsdienstes in kerntechnischen Anlagen der Sicherungskategorie

---

<sup>5</sup> Anforderungen an den Objektsicherungsdienst..., Bek. des BMI v. 8.4.1986

l<sup>6</sup> enthalten Vorgaben zur Ausrüstung und Bewaffnung, zum Inhalt der Rechtskundefortbildung sowie zu Einstellungs Voraussetzungen für die Mitarbeiter des Objektsicherungsdienstes.

- Die „Richtlinien über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstige kerntechnische Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen unberechtigter Einzelpersonen“<sup>7</sup> schreiben technische und administrative Sicherungsmaßnahmen gegen die Gefahren eines sog. „Innentäters“ vor.
- In der „Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter bei der Beförderung“<sup>8</sup> werden die Schutzziele, die Sicherungsgrundsätze und die an die Sicherungsmaßnahmen zu stellenden Anforderungen bei der Beförderung radioaktiver Stoffe auf der Straße und der Schiene festgelegt.
- Die „Sicherungsmaßnahmen für den Schutz von kerntechnischen Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter“<sup>9</sup> finden Anwendung bei der Sicherung des sog. Abfalllagers im FZJ. Bei den Sicherungsanforderungen und -maßnahmen für Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III werden massenabhängig zwei Anforderungsstufen AF 1 und AF 2 unterschieden, die sich am Gefährdungspotential im Hinblick auf die Herstellung einer kritischen Anordnung unter realistischen Bedingungen orientieren.

Auf dieser Grundlage wurde für die spezifischen Sicherungsbelange des Forschungszentrums von der zuständigen Behörde eine „Ordnungsverfügung (OV) des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen vom 20. Juni 1979“ erlassen.

In der OV wurden detaillierte Forderungen bezüglich der Sicherungsmaßnahmen an und in den kerntechnischen Anlagen und über die Personalstärke des Objektsicherungsdienstes aufgestellt, die nach wie vor Gültigkeit haben.

Mehr Informationen zu den Aufgaben- und Tätigkeitsfeldern von S-O:

<http://www.fz-juelich.de/gs/objektsicherung/>

<sup>6</sup> Anforderungen an die Aus- und Fortbildung des Objektsicherungsdienstes..., Bek. des BMU v. 23.8.1990

<sup>7</sup> Richtlinien über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen ... Einzelpersonen, Bek. des BMU v. 28.1.1991

<sup>8</sup> Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen ... bei der Beförderung, BMU, RS I 3 v. 28.5.1991

<sup>9</sup> Sicherungsmaßnahmen für ... Kategorie III... , BMU, RS I 3, 4/1993

## 1.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS

Die datenverarbeitungsbezogene Betreuung von Aufgaben und Projekten des Geschäftsbereichs S erfolgt zum überwiegenden Teil in der direkt der Abteilungsleitung unterstellten Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz und Informationssysteme (NS).

Neue Systeme, Verfahren und Programmmodule werden entwickelt und bestehende Programme aktualisiert, um sie den jeweiligen, wechselnden Anforderungen und technischen Änderungen anzupassen. Für den Routinebetrieb und Sonderanfragen werden Daten kontrolliert, verändert und umstrukturiert. Die dafür erforderlichen Voraussetzungen in den Bereichen Hardware, Betriebssysteme, Netzwerke und Entwicklungswerkzeuge werden evaluiert und implementiert. Außerdem werden die Rechnerbenutzer bei Anwendungen an PC, Workstation und Großrechner geschult, beraten und unterstützt.

Im Vordergrund stehen Aufgaben in den Bereichen

- Personendosimetrie,
- Umweltüberwachung,
- Arbeitsschutz,
- Genehmigungsverfahren und
- Monte-Carlo-Simulationen zum Strahlenschutz (MCNP) und Abschirmrechnungen

Auf der technischen Seite erfordern die

- immer umfassender werdende Erfassung von Daten
- immer komplexer werdende Bearbeitung und Auswertung der Daten, welche auch nach Jahren noch nachvollziehbar sein soll (gesetzliche Vorgaben!)
- sowie ein immer komplexer werdendes Meldewesen an Behörden, Institutionen und Organisationen mit immer kürzeren Meldefristen

eine Dezentralisierung der Datenerfassung, Formalisierung und Dokumentation der Verfahren, umfangreiche Datenbestände sowie flexible Ausgabemöglichkeiten.

Von daher ergeben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Internet-/Intranet-Technologien
- Datenbanken
- Entwicklungs- und Dokumentationswerkzeuge

- standardisierte, leicht anpassbare Schnittstellen und Protokolle
- Entwicklung von Simulationsverfahren und numerische Berechnungen
- sowie die Schulung und Unterstützung von Mitarbeitern

Die Arbeitsgruppe Numerischer Strahlenschutz versteht sich dabei als Dienstleister, um neben der Unterstützung von Routineaufgaben und der Begleitung von Projekten die Weiterentwicklung von Strahlen-, Umwelt- und Arbeitsschutz mit moderner Informationstechnologie zu fördern.

Besonders erfreulich ist der erfolgreiche Abschluss der ersten Diplomarbeit in diesem Fachbereich. Herr Thomas Willems erlangte den Grad eines Diplom-Mathematikers an der Fachhochschule Aachen-Jülich im Februar 2008 mit dem Thema „Konzeption und Implementierung eines Emissions-Katasters“.

Weitere Informationen zu S-NS:  
<http://www.fz-juelich.de/gs/nis/>

## 2 ERGEBNISSE

### 2.1 Genehmigungen und Sicherheit / S-G

#### 2.1.1 Genehmigungsverfahren / S-GG

R. Heet, B. Heuel-Fabianek, B. Kober, R. Lennartz

Die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadenersatzverpflichtungen (Deckungsvorsorge) wird für das Forschungszentrum Jülich durch entsprechende Gewährleistungsverpflichtungen der Gesellschafter Bund und Land in Form von Garantierklärungen übernommen.

Die Höhe der zu erbringenden Deckungsvorsorge ist für die letzten 12 Jahre in Abbildung 2-1 dargestellt. Dabei bedeutet der erste Balken (blau) die Gesamtsumme aller Deckungsvorsorgebeträge (außer Beförderungsgenehmigungen). Er enthält alle Genehmigungen für die Radionuklidlaboratorien, die Betriebsabteilung Dekontamination, die verschiedenen Beschleunigeranlagen, die AVR-Entsorgung sowie die Reaktoren.

Seit 1998 sank die Deckungsvorsorge wieder aufgrund der Rückgabe verschiedener Genehmigungen sowie dem Abschluss der AVR-Core-Entleerung. Eine erneute Erhöhung der Deckungsvorsorge ist bei den Reaktoren des Forschungszentrums wegen der anstehenden Novellierung der atomrechtlichen Deckungsvorsorge-Verordnung (AtDeckV) zu erwarten. Die Deckungsvorsorge für die Genehmigungen im Betriebsgebäude der Betriebsabteilung Dekontamination (N-D) ist aufgrund der neuen Deckungsvorsorgeverordnung im Jahr 2004 um 20 Millionen € angestiegen.

Da entsprechend der neuen StrlSchV sonstige radioaktive Stoffe (einschließlich Kernbrennstoffe < 15 g bzw. < 15 g/100 kg) genehmigungsfrei befördert werden, sofern deren Beförderung nach dem Gefahrgutbeförderungsgesetz erfolgt, ist nur noch für wenige Beförderungsvorgänge eine Deckungsvorsorge zu erbringen. Wegen der geringen Anzahl der Beförderungen, die nicht unter das Gefahrgutbeförderungsgesetz fallen, treten bei den Beförderungsgenehmigungen große Schwankungen in der Deckungsvorsorge auf.

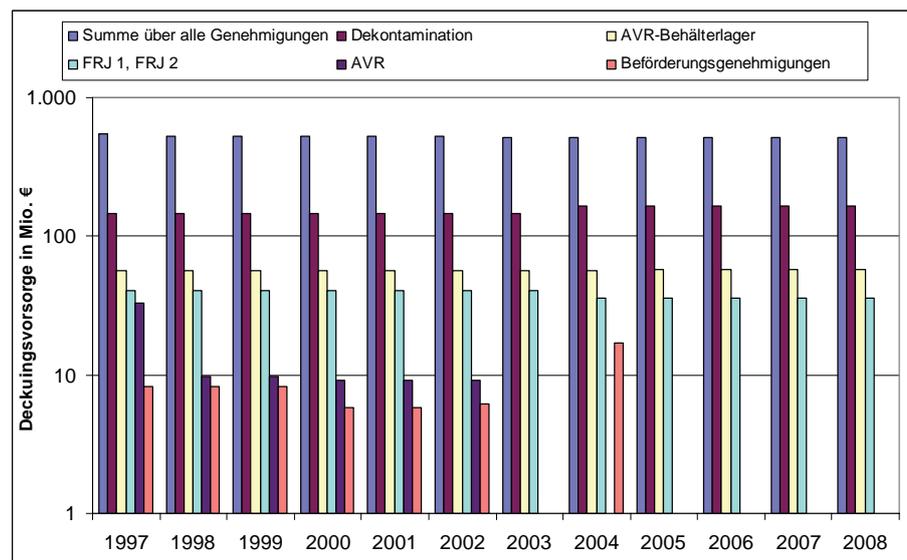


Abbildung 2-1: Atomrechtliche Deckungsvorsorge für die Jahre 1997 - 2008

Der Genehmigungsbestand des Forschungszentrum Jülich Ende 2007 und 2008 zeigt Tabelle 2-1. Nicht aufgeführt wurde die Anzahl der Anträge, Anzeigen, Nachtragsgenehmigungen, beantragten und bewilligten Verlängerungen von Genehmigungen etc.

Ein Schwerpunkt der Tätigkeiten in den Jahren 2007 und 2008 sind wasserrechtliche Verfahren. Diese stellen zwar bezüglich der Zahl der vorhandenen bzw. neu zu beantragenden Erlaubnisse bzw. Bewilligungen einen kleinen Teil dar, doch sind wasserrechtliche Verfahren ähnlich wie atomrechtliche Verfahren oft mit großem

Tabelle 2-1: Genehmigungsbestand (Ende 2007 / Ende 2008)

Genehmigungen nach	Art der Genehmigung	2007	2008
AtG	§4; Beförderung von Kernbrennstoffen	-	-
	§6; Aufbewahrung Kernbrennstoffe	1	1
	§7; Genehmigung von Anlagen	2	1
	§9; Umgang mit Kernbrennstoffen außerhalb genehmigungspflichtiger Anlagen	6	6
StrlSchV	§7; Gen. zum Umgang mit radioaktiven Stoffen	38	39
	§11; Errichtung/Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung	10	10
	§16; Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe	-	-
	§23; Anwendung rad. Stoffe/ Strahlung am Menschen i. d. med. Forschung (zusammen mit §40 AMG)	16	13
	§46 Abs. 3 StrlSchV <sup>alt</sup> ; Ableitungen höherer Aktivitätskonzentrationen	14	-
RöV	§ 3; Betrieb von Röntgeneinrichtungen (genehmigungs- bzw. anzeigepflichtig)	35	32
BImSchG	§§ 4, 15	7	7
GenTG	§8; gentechnischen Anlagen: S1 S2	14	14
		1	1
IfSG	§ 44; Tätigkeiten mit Krankheitserregern	-	-
TierSchG	§8; Genehmigung von Tierversuchen	14	9
	§10; Anzeigen zur Aus-, Fort- Weiterbildung	2	2
	§11; Tierhaltung	3	3
AMG	§13 Herstellungserlaubnis	1	1
	§40 Klinische Prüfungen	19	14
WHG	§§ 7, 8 Erlaubnis/Bewilligung	6	6
	§ 19c; Bestehende Rohrleitungen	2	2
GSG		-	-
GÜG		-	-

Auch Rückbaumaßnahmen in Kontrollbereichen stellten wieder ein wichtiges Thema bei den Tätigkeiten von S-G dar. Über ein Rückbauprojekt im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR/IEF-6) wird in Kapitel 3 berichtet.

Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren „Stilllegung und Abbau der Reaktoranlage FRJ-2“ („Dido“) wurde ZFR (Zentralabteilung Forschungsreaktoren) von S umfangreich unterstützt. Bei der Vorbereitung der Antragskonferenz wurde ein „Scoping-Papier“ durch S-G erstellt, in dem die beabsichtigte Vorgehensweise zur Erstellung einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) inkl. der dafür erforderlichen Fachgutachten beschrieben wurde. Gemeinsam mit dem von ZFR bearbeiteten Sicherheitsbericht wurde als wesentliche Antragsunterlage die daraufhin erarbeitete UVU bei der zuständigen Behörde (Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie (MWME), Düsseldorf) eingereicht. Grundlage der UVU sind zahlreiche Fachgutachten, die zum Teil auch von S erstellt wurden, z. B. Schallpegelmessungen, Verkehrszählung, Ausbreitungsberechnungen und

Antragsaufwand und Öffentlichkeitsbeteiligung verbunden.

Die 2006 begonnenen Vorbereitungen zur Erneuerung der Erlaubnis zur Förderung von Grundwasser als Trink-, Brauchwasser und Spülwasser aus den Tief- und Flachbrunnen des Forschungszentrums wurde fortgesetzt und mündete 2008 im Antrag auf Erteilung einer neuen Erlaubnis. Weiterhin begannen 2007 die Vorbereitungen und Abstimmungen für einen Antrag auf Erteilung einer Einleiterlaubnis für Abwässer des Forschungszentrums, da die bestehende Erlaubnis 2009 ausläuft. Die Antragstellung erfolgte im September 2007. Nach Vorlage aller Unterlagen wird 2009 mit der Neerteilung der Einleiterlaubnis gerechnet.

-prognosen.

Ergänzend wurden die Angaben gemäß Art. 37 EURATOM-Vertrag (siehe Kap. 3.3.3) durch S-G für die Europäische Kommission zusammengestellt. Anhand dieser Angaben kam die Kommission in einer Stellungnahme vom 18.07.2008 zum Ergebnis, dass sowohl beim normalen Rückbaubetrieb als auch bei einem Unfall keine Beeinträchtigung der Gesundheit der Bevölkerung in einem anderen EU-Mitgliedsstaat zu erwarten ist.

Tabelle 2-2: Materialbilanzzonen des Forschungszentrums für die Überwachung durch EURATOM

Materialbilanzzone	Kerntechnische Anlage		Merkmale
	Bezeichnung	Beschreibung	
WF2J	FRJ-2	Forschungsreaktor DIDO	1 Genehmigung 5 Schlüsselmeßpunkte
WABL	AVR-BL	Lager des Forschungszentrums für abgebrannte AVR-BE in CASTOR-THTR/AVR-Behältern	1 Genehmigung 2 Schlüsselmeßpunkte
WKLf	AVR-KL	Lager des Forschungszentrums für abgebrannte AVR-BE in AVR-(50 Kugeln) und Trockenlagerkannen (950 Kugeln)	5 Genehmigungen 4 Schlüsselmeßpunkte
WKLH	N-NZ	Heiße Zellen	2 Genehmigungen 3 Schlüsselmeßpunkte
WKLg	IEF-6	Chemiezellen und Laboratorien im IEF-6	2 Genehmigungen 2 Schlüsselmeßpunkte
WKLJ	Laboratorien	verschiedene Einrichtungen in den Organisationseinheiten (OE) des Forschungszentrums	15 Genehmigungen 6 Schlüsselmeßpunkte
WKLW	N-ND	nicht rückgewinnbarer, kernmaterialhaltiger Abfall	3 Genehmigungen
WWWW	CAM	kleinere Kernmaterialmengen	7 Genehmigungen 1 Schlüsselmeßpunkte

## 2.1.2 Materialüberwachung / S-GM

### W. Diesel

Bei der Überwachung radioaktiver Materialien wird als Grundprinzip die Materialbilanzierung angewendet, die ergänzt wird durch Beobachtungen (Inspektionen, Kamera) und räumliche Eingrenzungen (z. B. Siegel). Hierzu sind die kerntechnischen Anlagen, soweit sie einer Überwachung durch EURATOM unterliegen, in genau definierte Materialbilanzzonen aufgeteilt (Tabelle 2-2).

Eine Materialbilanzzone ist ein Bereich (Anlage, Teile einer Anlage, Gruppe von kleineren Einrichtungen) innerhalb dessen Grenzen die Materialbewegungen frei sind, bei deren Überschreitung aber eine Materialbilanz aufgestellt wird. Neben der Erfassung von Kernmaterialmengen, die von anderen Materialbilanzzonen kommen oder dahin gehen, werden auch sonstige Bestandsänderungen, z. B. nukleare Umwandlungen, erfasst.

An den Schlüsselmeßpunkten (SMP) einer Materialbilanzzone liegt das Kernmaterial in einer Form vor, die eine Messung zur Bestimmung des Materialflusses oder des Bestandes erlaubt.

Im Forschungszentrum besteht das Kernmaterialinventar zum erheblichen Teil aus einer Vielzahl von kleinen Einzelposten in unterschiedlichen Konfigurationen. Diese sind in den Inventarlisten mit ihrem Verwendungsort und ihrer

Chargenzuordnung aufgelistet. Diese Inventarlisten sind Arbeitsgrundlage bei der jährlichen Inventur, bei denen die Einzelposten identifiziert und gegebenenfalls gemessen werden.

In den einzelnen Materialbilanzzonen (MBZ) des Forschungszentrums fanden zur Kontrolle des Buchbestandes durch die internationalen Behörden Euratom und IAEA, je nach Art der Anlage und Höhe des Inventars, eine bis acht Inspektionen statt. Jeweils eine wurde als sogenannte PIV (physical inventory verification) unmittelbar nach der jährlichen Inventur durchgeführt. Über diese Routineinspektionen hinaus finden auch sogenannte ad-hoc-Inspektionen statt, z. B. vor dem Versand von mehr als einem effektiven Kilogramm Kernmaterial an andere Betreiber.

Einen Überblick über die Inspektionen durch IAEA und EURATOM gibt Tabelle 2-3. Für ad-hoc-Inspektionen gab es keinen Anlass. Umfang und Form der periodischen und fallweisen Berichterstattung über Bestände und Bestandsänderungen von Kernmaterial, radioaktiven Stoffen und Schwerwasser ergibt sich aus internationalen Abkommen, nationalen Gesetzen und Verordnungen.

Aus internationalen Lieferabkommen bestehen darüber hinaus spezielle Berichtspflichten (*particular obligations*) für Kernmaterial- und Schwerwasserlieferungen mit Staaten, die nicht Mitglied der Europäischen Gemeinschaft sind (Drittländer).

Für Kernmaterial wurden im Rahmen der internationalen Überwachung monatliche Bestandsänderungsberichte für die 7 relevanten MBZ (insges. 84) und jährliche Materialbilanzberichte und Aufstellungen des realen Bestandes (je 6) weitergeleitet. Ferner gab es zwei Vorausmeldungen größerer Kernmaterialtransporte und drei Schwerwassermeldungen.

Für die nationalen Aufsichtsbehörden wurden für radioaktive Stoffe folgende Anzeigen erstellt:

- für das gesamte Forschungszentrum und für alle 65 Umgangs- bzw. Betriebsgenehmigungen je ein Verzeichnis des Bestandes am Jahresende,
- für die nach den Vorschriften des AtG erteilten Genehmigungen (außer MERLIN und DIDO) 10 monatliche Anzeigen über Zu- und Abgänge und monatlich je ein Bestandsverzeichnis.

Die buchmäßige Erfassung der Materialbestände findet unter Anwendung eines rechnergestützten Buchhaltungssystems statt, welches die Materialbestände und -bewegungen dokumentiert und die Berichte an die nationalen und internationalen Überwachungsbehörden erstellt. Daneben ermöglicht es interne Auswertungen im Hinblick auf die Einhaltung der atomrechtlichen Umgangs- und Betriebsgenehmigungen sowie betrieblicher Erfordernisse.

Von den in den Genehmigungsbereichen des Forschungszentrums beim Umgang mit Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen aufgetretenen Bestandsänderungen waren im Berichtszeitraum 6337 (1077 AVR-Entsorgung, 5628 andere) durch die zentrale Buchhaltung erfassungspflichtig.

Jeweils zum Jahresende wurde eine Neuberechnung für die Aktivitätswerte der AVR-BE, die ab 1991 angeliefert wurden, durchgeführt. Die korrigierten Aktivitätswerte wurden mit Kontrollrechnungen an für die BE-Verteilung signifikanten AVR-Kannen, Trockenlagerkannen und CASTOR-THTR/AVR-Behältern überprüft.

In der Materialbilanzzone WKLW (nicht rückgewinnbarer, kernmaterialhaltiger Abfall) erfolgt nach Abstimmung mit den internationalen Behörden eine jährliche Inspektion durch EURATOM. Die IAEO nimmt an dieser Inspektion nicht teil, da „nicht-rückgewinnbarer Abfall“ nicht der Überwachung durch die IAEO unterliegt.

### 2.1.3 Betriebsüberwachung / S-GB

*M. Hermanns, W. Romm, P. Schulte*

#### Strahlenschutzbeauftragte (SSB)

Eine Übersicht über die insgesamt in den einzelnen Organisationseinheiten (OE) nach StrlSchV bzw. RöV bestellten Strahlenschutzbeauftragten geben Tabelle 2-4 für 2007 und Tabelle 2-5 für 2008.

Anlässlich von Neubestellungen oder Abberufungen von SSB, neuen Genehmigungen bzw. Genehmigungsänderungen wurden Strahlenschutzorganigramme überarbeitet oder neu erstellt.

Dem nach der StrlSchV bzw. RöV bestellten SSB wird von S-GB mit seiner Bestellung eine Strahlenschutzinformationsmappe (SSB-Mappe) ausgehändigt. Sie enthält die relevanten gesetzlichen Vorschriften, interne Anweisungen, Regelungen und sonstige Informationen. Zur Zeit läuft das Projekt zügig weiter, die Mappen als komplette zum Teil verlinkte PDF-Datei allen SSB zur Verfügung zu stellen. Damit wird er zukünftig Informationen wesentlich schneller nachschlagen können. Außerdem lassen sich dann die Inhalte zeitnaher aktualisieren.

#### Personenregister

Das Personenregister, das alle strahlenschutzrelevanten Unterlagen beruflich strahlenexponierter Personen enthält, umfasst derzeit die Akten von:

- überwachten „Sonst tätigen Personen“ ca. 1.500
- bisher ausgeschiedenen Personen ca. 4.800

Aufgrund der Aufzeichnungs- und Mitteilungspflicht (§ 42 StrlSchV) sind diese Unterlagen so lange aufzubewahren, bis die überwachte Per-

*Tabelle 2-3: Jährlicher Inspektionsaufwand durch IAEO und EURATOM*

Anlage	Inspektion		Inspektormanntage
	interim	PIV	
FRJ-2	3	1	9
AVR-BL	3	1	9
AVR-KL	3	1	9
N-ND	-	-	-
N-NZ	-	1	2
IEF-6	-	1	2
Laboratorien	-	1	2

son das 75. Lebensjahr vollendet hat oder vollendet hätte, mindestens jedoch 30 Jahre nach Beendigung der jeweiligen Beschäftigung.

Im Berichtsjahr wurden von den Organisationseinheiten gemeldet:

- Neuzugänge „Sonst tätiger Personen“: ca. 100
- Abgänge „Sonst tätiger Personen“: ca. 100

### Fremdfirmenbetreuung

Nach Beendigung des Probebetriebes der N-Personen Regelung (Strahlenschutzmitteilung 01-2008) im Jahr 2006 kann dieses Verfahren

seit dem Jahr 2007 für das ganze Forschungszentrum angewendet werden. Der Umsetzung für das Forschungszentrum Jülich haben sowohl die Bezirksregierung Köln als auch das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie in Düsseldorf zugestimmt. Diese Vorgehensweise ermöglicht Fremdfirmen Arbeiten in Kontrollbereichen des FZJ durchzuführen, auch wenn diese nicht im Besitz einer Genehmigung nach §15 Strahlenschutzverordnung sind. Voraussetzung für die Anwendung der N-Personen-Regelung ist eine Dosisabschätzung des zuständigen SSB bezüglich der zu erwartenden Dosis während des Einsatzes, und die Berücksichtigung der Strah-

Tabelle 2-4: Strahlenschutzbeauftragte nach StrlSchV und RöV (2007)

OE	SSB nach StrlSchV			SSB nach RöV		
	A	B	C	A	B	C
S	1	1	5	1	1	3
B-ND	1	3	7			
B-NM (HML)	1	1	2	1	1	1
B-NZ (GHZ)	1	1	5	1	1	2
INB-1 (IBI 1)	1	1	1			
INB-2 (IBI 2)				1	1	1
IBT 1	1	1	1			
ICG-1	1	1				
ICG-2	1	1				
ICG-3	1	1	1	1		
ICG-4	1	1	4	1	1	1
ICG-4 / INC	1	1				
IFF	1	1		2	1	3
IKP	3	1	5	2	1	2
INB-3 (IME)	1	1	4			
INB-3 (IME) (med. Forschung)		7 <sup>1)</sup>				
INB-3-INB-4 (IME-INC)	1	1				
INB-4 (INC)	1	1	5	1		
INB-4-IFF (INC-IFF)	1	1				
INC-IME	1	1	1			
IEF-4 (IPP)	1	1	3	1	1	3
ISG 1/2	1	1	1	1	1	2
ISG 3/4				1		1
IEF-6 (ISR)	1	3	3	1	1	1
IEF-1 (IWV)				1	1	
KME		7 <sup>1)</sup>			2 <sup>1)</sup>	
ZAT	1	1	1	1	1	3
ZCH				1		1
ZEL		1	1			
ZFR	1	1	6			
Anzahl A-, B-, C-SSB	27	29	57	18	12	24
Anzahl SSB		113			54	
<b>Anzahl SSB (Gesamt)</b>			<b>167</b>			
<b>Anzahl Personen</b>			<b>115</b>			

<sup>1)</sup> Bei den SSB der KME (Klinik) im INB-3 (IME) und den SSB des INB-3 wird nicht nach A-, B- und C-SSB unterschieden. Somit sind diese auch nicht in den „Anzahlen“ enthalten. Einige SSB sind gleichzeitig sowohl nach der StrlSchV als auch nach der RöV bestellt.

Tabelle 2-5: Strahlenschutzbeauftragte nach StrlSchV und RöV (2008)

OE	SSB nach StrlSchV			SSB nach RöV		
	A	B	C	A	B	C
S	1	1	6	1	1	2
N-ND (B-ND)	1	3	6			
N-NZ (B-NM, HML, BZL)	1	1	3	1	1	1
N-NZ (GHZ)	1	1	2	1	1	2
ISB-1 (INB-1, IBI 1)	1	1	1			
ISB-2 (INB-2, IBI 2)				1	1	1
IBT 1	1	1	1			
ICG-1	1	1				
ICG-2	1	1				
ICG-3	1	1	1	1	1	
ICG-4	1	1	3	1	1	1
ICG-4 (INC)	1	1	1			
IFF	1	1	1	3	1	3
IKP	3	1	6	1	1	3
INM-1 (INB-3, IME)	1	1	4			
INM-? (INB-3, IME) (medizinische Forschung)		7 <sup>1)</sup>				
INM-5 (INB-4, INC)	1	1	6	1		
INM-5 (INB-4, INC / IFF)	1	1	2			
IEF-4 (IPP)	1	1	3	1	1	2
IBN-1/2 (ISG1/2)	1	1	1	1	1	4
IBN-3/4 (ISG 3/4)				1	1	1
IEF-6 (ISR-3, ISR-CZ)	1	2	2	1	1	
IEF-1/2 (IWW-1/2)				1	1	1
KME		7 <sup>1)</sup>			2 <sup>1)</sup>	
ZAT	1	1	1	1	1	2
ZCH				1	1	2
ZEL	1	1	1			
N-ZFR (ZFR)	1	2	6			
Anzahl A-, B-, C-SSB	26	29	64	17	14	24
Anzahl SSB		119			55	
<b>Anzahl SSB (Gesamt)</b>			<b>174</b>			
<b>Anzahl Personen</b>			<b>132</b>			

<sup>1)</sup> Bei den SSB der KME (Klinik) im INB-3 (IME) und den SSB des INB-3 wird nicht nach A-, B- und C-SSB unterschieden. Somit sind diese auch nicht in den „Anzahlen“ enthalten. Einige SSB sind gleichzeitig sowohl nach der StrlSchV als auch nach der RöV bestellt.

lenexposition dieser Person über das gesamte Jahr. Diese Dosis darf im Kalenderjahr 1 mSv nicht überschreiten. Zudem sollte eine Inkorporationsgefahr für die entsprechenden Fremdfirmenmitarbeiter ausgeschlossen sein, da bei einer Inkorporation radioaktiver Stoffe schnell höhere Körperdosen zu erwarten sind.

Die N-Personen-Regelung erlaubt dem Forschungszentrum eine flexiblere Auswahl von Fremdfirmen für Tätigkeiten in Kontrollbereichen. So kann in einigen Fällen auf Firmen zurückgegriffen werden, die nicht im Besitz einer Genehmigung nach § 15 Strahlenschutzverordnung sind. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die Kosten für das entsprechende Projekt aus.

Zudem kann bei der N-Personen Regelung seit 2007 auf die amtlichen Dosimeter verzichtet werden. Dadurch wird der Arbeitsaufwand für die entsprechende Organisationseinheit erheblich gesenkt und das Verfahren vereinfacht.

**Überwachung**

Die im Forschungszentrum Jülich vorhandenen Kontrollbereiche, Röntgenanlagen, Störstrahler usw., die der Überwachung durch S-GB unterliegen, sind in Abbildung 2-2 in einem Übersichtsplan dargestellt.

Tabelle 2-6 (2007) und Tabelle 2-7 (2008) zeigen in detaillierter Übersicht u. a. den Bestand offener und umschlossener radioaktiver Stoffe in



# Ergebnisse

Tabelle 2-6: Umgang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung im Forschungszentrum Jülich – Resultierende Strahlenbelastung der beruflich strahlenexponierten Personen Ende 2007

1	Räumlich-sachliche Überwachung								Personenüberwachung										
	Bestand radioaktiver Stoffe			Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung				überwachte Bereiche	Personendosis in mSv										
	2	3	4	5	6	7	8		Rumpf					Hände					
Organisationsseinheit	Art 1)	offen	umschlossen	Röntgeneinrichtungen	Störstrahler	Beschleunigeranlagen	Bestrahlungsanlagen	in 100 m <sup>2</sup>	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 5	5 < H <sub>p</sub> < 15	15 < H <sub>p</sub> < 50	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 50	50 < H <sub>p</sub> < 150	150 < H <sub>p</sub> < 500	500 < H <sub>p</sub>
<b>Reaktoren und Neutronenleiterlabor</b>																			
ZFR	K	6,1E+04	-																
	A	7,0E-03	-					40	66	54	12	0	0	12	3	9	0	0	0
	N	5,4E+07	1,4E+05																
ELLA	K	1,3E+00	-					15	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	1,1E+07	1,2E+02																
<b>Beschleunigeranlagen und Plasmaanlage</b>																			
INB-4 INB-3/-4	A	1,4E-01	-																
	N	1,6E+04	4,2E+02	0	1	2		30	58	50	8	0	0	34	1	31	2	0	0
IKP	A	1,4E-01	-																
	N	7,1E+02	1,1E+02	1	3	2	1	50	162	159	3	0	0	3	1	2	0	0	0
IFF	N	2,2E+01	4,3E+04	9	8	3		22	41	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBN (ISG)	N	-	-	6	3	2		3,5	32	32	0	0	0	1	0	1	0	0	0
IEF-4 (IPP)	N	-	9,2E+02	0	13			8	66	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Dekontaminations- und Abfalleinrichtungen</b>																			
B-ND	K	5,8E+05	-																
	A	3,5E+03	-					100	72	48	24	0	0	11	2	9	0	0	0
	N	2,7E+11	5,8E+07																
<b>Zellenbetriebe</b>																			
B-NZ	K	2,7E+04	-																
	A	4,5E+01	-	0	2			30	46	44	2	0	0	2	0	2	0	0	0
	N	4,1E+08	5,8E+07																
IEF-6 (ISR-CZ)	K	6,7E+02	-																
	A	3,1E+03	-	1	1			12	29	27	2	0	0	3	0	3	0	0	0
	N	1,5E+06	1,8E+05																
<b>Laboratorien</b>																			
IME + KME	A	5,0E-02	-																
	N	1,6E+04	7,1E+07	2				20	93	53	40	0	0	13	1	12	0	0	0
IEF-6 (ISR)	K	-	-																
	A	-	-		1			10	19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	5,2E+00	-																
ICG	N	4,6E+04	1,4E+03	1				36	90	88	2	0	0	0	0	0	0	0	0
IBT	N	2,5E+02	5,9E-01		1			2	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INB (IBI)	A	-	-																
	N	2,2E+02	5,2E-01	2	1			2,5	30	30	0	0	0	10	10	0	0	0	0
IEF-1 (IWV-1)	A	-	-																
	A	-	-																
	N	-	-	3				0,1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZCH	N	-	-	2	1			0,5	17	17	0	0	0	1	1	0	0	0	0
S	A	1,4E-01	-																
	N	1,3E+04	1,2E+06	1				4	108	106	2	0	0	0	0	0	0	0	0
ZAT	N	-	-	8	3			1,5	70	64	6	0	0	0	0	0	0	0	0
ZEL	N	3,7E-01	1,7E+04					2	30	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sonstige Dienste</b>																			
B	N	7,0E+02	-					8	128	114	14	0	0	0	0	0	0	0	0
F-A		-	-						3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMME ÜBER ALLE OE</b>	K	<b>6,7E+05</b>	-																
	A	<b>6,6E+03</b>	-	36	38	9	1	397,10	1507	1343	164	0	0	92	19	71	2	0	0
	N	<b>2,7E+11</b>	<b>1,9E+08</b>																

1) Bestand radioaktiver Stoffe

K: Kernbrennstoff in g (nach §2 AtG) N: Sonstiger radioaktiver Stoff in MBq A: Ausgangsmaterial in kg (nach EUR-Verordnung 3222/76)

Tabelle 2-7: Umgang mit radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung im Forschungszentrum Jülich – Resultierende Strahlenbelastung der beruflich strahlenexponierten Personen Ende 2008

1	Räumlich-sachliche Überwachung								Personenüberwachung											
	Bestand radioaktiver Stoffe			Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung				überwachte Bereiche	Personendosis in mSv											
									Rumpf						Hände					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Organisationseinheit	Art 1)	offen	umschlossen	Röntgeneinrichtungen	Störstrahler	Beschleunigeranlagen	Bestrahlungsanlagen	in 100 m <sup>2</sup>	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 5	5 < H <sub>p</sub> < 15	15 < H <sub>p</sub> < 50	Summe überwachter Personen	ohne Befund	0 < H <sub>p</sub> < 50	50 < H <sub>p</sub> < 150	150 < H <sub>p</sub> < 500	500 < H <sub>p</sub>	
<b>Reaktoren und Neutronenleiterlabor</b>																				
N-ZFR (ZFR)	K	0,0E+00	-					25	61	60	1	0	0	8	1	7	0	0	0	
	A	6,7E+00	-																	
	N	5,1E+07	1,4E+05																	
ELLA	K	1,3E+00	-					15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	N	1,1E+07	1,2E+02																	
<b>Beschleunigeranlagen und Plasmaanlage</b>																				
INM-5 (INB-4, INB-3/-4)	A	1,2E+03	-	0	0	2		30	55	41	14	0	0	32	5	27	0	0	0	
	N	3,1E+04	1,9E+03																	
IKP	A	1,3E-01	-	1	3	2	1	50	161	160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	N	6,9E+02	3,4E+05																	
IFF	N	2,8E+01	4,3E+04	9	8	2		22	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IBN (ISG)	N	-	-	6	3	2		3,5	27	27	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
IEF-4 (IPP)	N	-	7,1E+02		13			8	54	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Dekontaminations- und Abfalleinrichtungen</b>																				
N-ND (B-ND)	K	6,1E+05	-					120	78	62	16	0	0	8	2	6	0	0	0	
	A	3,5E+03	-																	
	N	1,7E+09	1,8E+04																	
<b>Zellenbetriebe</b>																				
N-NZ (B-NZ)	K	1,4E+03	-		2			30	47	46	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
	A	2,1E+01	-																	
	N	3,7E+08	5,4E+07																	
IEF-6 (ISR-CZ)	K	6,7E+02	-	1	1			12	29	18	11	0	0	2	2	0	0	0	0	
	A	2,0E+02	2,8E-01																	
	N	1,2E+06	3,9E+05																	
<b>Laboratorien</b>																				
IME + KME	A	5,0E-02	-	2				20	111	88	23	0	0	13	2	11	0	0	0	
	N	1,4E+04	6,9E+07																	
IEF-6 (ISR)	K	-	-		1			10	27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	-	-																	
	N	2,9E+00	-																	
ICG	N	5,0E+04	1,4E+03	1				36	89	88	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
IBT	N	2,2E+02	5,7E-01		1			2	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ISB (INB, IBI)	A	-	-	2	1			2,5	30	30	0	0	0	13	8	5	0	0	0	
	N	2,1E+01	5,0E-01																	
IEF-1 (IWW-1)	A	-	-	3				0,1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	N	-	-																	
ZCH	N	-	-	2	1			0,5	14	14	0	0	0	1	0	1	0	0		
S	A	2,9E+01	-	1				4	128	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	N	1,3E+04	1,2E+06																	
ZAT	N	-	-	8	3			1,5	69	64	5	0	0	0	0	0	0	0		
ZEL	N	3,7E-01	1,6E+04					2	28	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Sonstige Dienste</b>																				
B	N	7,0E+02	-					8	116	66	50	0	0	0	0	0	0	0	0	
F-A		-	-						2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>SUMME ÜBER ALLE OE</b>	K	6,1E+05	-	36	37	8	1	402,10	1446	1298	147	1	0	81	21	60	0	0	0	
	A	4,9E+03	-																	
	N	2,1E+09	1,3E+08																	

1) Bestand radioaktiver Stoffe

K: Kernbrennstoff in g (nach §2 AtG) N: Sonstiger radioaktiver Stoff in MBq A: Ausgangsmaterial in kg (nach EUR-Verordnung 3222/76)

## Ergebnisse

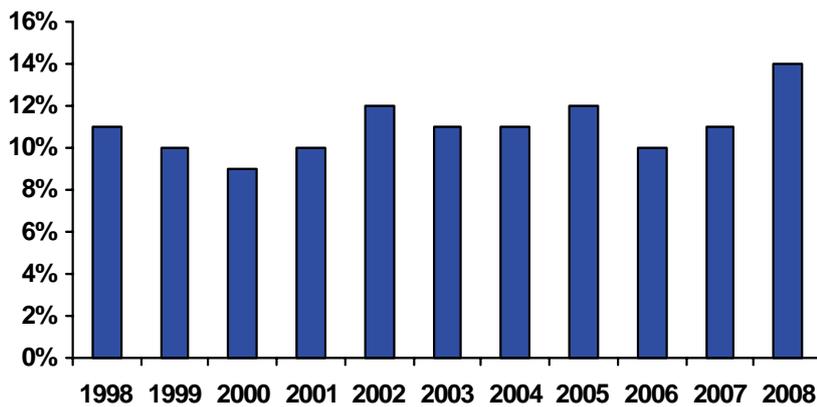


Abbildung 2-3: Anteil der beruflich strahlenexponierten Personen mit einer Dosis > Nachweisgrenze (NWG)

Bei der Überwachung des Umgangs im Rahmen bestehender Genehmigungen lag 2007/2008 weiterhin ein deutlicher Schwerpunkt im Bereich des Rückbaus und Umbaus kerntechnischer Anlagen. Hauptaugenmerk wurde hier auf die Einhaltung

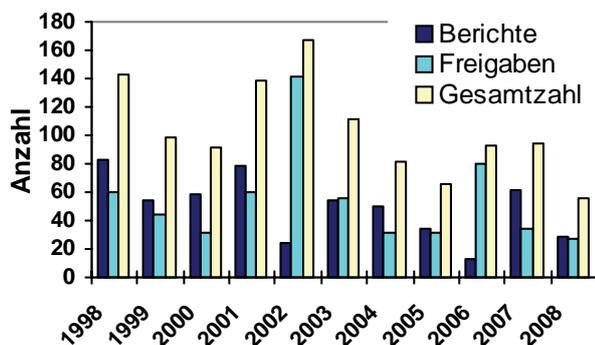


Abbildung 2-4: Überblick über die in den letzten 10 Jahren erstellten Prüfberichte

der behördlichen Auflagen gelegt, um den einwandfreien Arbeitsablauf jederzeit zu gewährleisten.

Die Erfassung und Zusammenstellung messtechnischer Ergebnisse, besonders die Kontroll- und Freigabemessungen, haben weiterhin eine zentrale Bedeutung bei der Betriebsüberwachung. Abbildung 2-4 ist erkennbar, dass gegenüber dem Vorjahr die Gesamtzahl der Berichte (Mess-, Kalibrierberichte) etwa auf gleichem Niveau halten, während die Zahl der Freigabeberichte und Freigabebescheide etwas abgenommen hat. Sehr deutlich wird jedoch zum Vorjahr der Vergleich der freigegebenen Massen. Während im Jahre 2006 etwa 52 Tonnen Material von S-GB freigegeben wurden, hatte sich die Gesamtmasse in 2007 mit 218 Tonnen nahezu vervierfacht.

### Messtechnik und Labortätigkeit

Das Betriebsmesslabor wurde im Rahmen der Überprüfung der Umgangsorte und von Freiga-

bemessungen wie folgt eingesetzt:

- Prüfung und Kalibrierung von Tritiumüberwachungsanlagen aus verschiedenen OE
- Vorbereitungen und Messungen im Rahmen von Dichtheitsprüfungen an ca. 120 umschlossenen radioaktiven Quellen des Forschungszentrums,
- Durchführung besonderer Messaufgaben (z. B. C-14 oder H-3-Überwachung der Raumluftaktivitätskonzentration, Radonmessungen),
- Auswertung von Wisch-, Luftstaub- und Flüssigkeitsproben aus Rückbaubereichen,
- Wischtestmessungen im Rahmen von Transporten radioaktiver Stoffe
- Messaufgaben im Zusammenhang mit Stör- oder Unfällen.

Freigabe- und Kontrollmessungen nahmen einen erheblichen Umfang an. Im Jahr 2007 wurden in den Mechanischen Werkstätten der ZAT an 48 Containern mit metallischen Abfällen Kontaminationsmessungen und Sichtkontrollen durchgeführt; 2008 waren es 34 Container (Abbildung 2-5). Danach wird jeder dieser Container gemäß einer internen Festlegung an der Wache 01 nochmals auf Radioaktivität detektiert. Bei allen Überprüfungen wurde keine messbare Kontamination festgestellt.

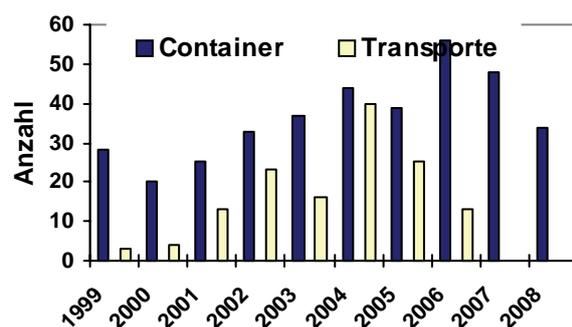


Abbildung 2-5: Kontrollmessungen im Rahmen von Transporten radioaktiver Stoffe und bei der Freigabe von Containern

### Transportüberwachung

Mit der Stilllegung des FRJ-2-Reaktors DIDO endeten auch die Aufträge zur Bestrahlung von Urantargets und den damit verbundenen Transporten. Die letzten bestrahlten Urantargets wurden im April 2006 abtransportiert.

### 2.1.4 Ausbildung und Informationsvermittlung in Strahlenschutzfragen

*R. Lennartz, R. Heet, M. Hermanns, P. Hill, P. Klein, A. Knaps, M. Möllmann-Coers, P. Ostapczuk, J. Pillath, E. Pomplun, M. Schläger, P. Schulte*

#### Auszubildende im GB S, Doktoranden

Es waren Auszubildende des Forschungszentrums im Rahmen ihrer praktischen Ausbildung 2007/2008 bei S tätig, darunter:

- 1/1 "Fachkräfte für Schutz und Sicherheit"
- 2/1 „Physiklaboranten/-innen“
- 1/3 Biologielaboranten
- 5 „Elektroniker für Betriebstechnik“
- 1/1 „Math.-technischer Assistent“

3 (2007) bzw. 6 (2008) Doktoranden erstellten ihre Promotionsarbeiten. (Schüler-)Praktikanten führten in verschiedenen Fachbereichen ein Betriebspraktikum durch.

#### Ausbildung und Kenntnisvermittlung bei Mitarbeitern des Forschungszentrums

In den Berichtsjahren lag der Schwerpunkt bei der internen Schulung der Strahlenschutzbeauftragten (SSB) zum Erhalt der eigenen Fachkunde nach RöV. Hierbei wurden zwei vom Team S-GB organisierte Aktualisierungskurse zum Erhalt der Fachkunde für Strahlenschutzbeauftragte angeboten. Referenten aus dem Forschungszentrum und der FH Jülich präsentierten verschiedene aktuelle Themen u. a. zu Fragen aus dem Bereich Strahlenschutzrecht, naturwissenschaftliche Grundlagen und biologische Strahlenwirkung. Die Veranstaltungen boten auch Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch und zur Information über Aktuelles.

Die Richtlinie über die Fachkunde im Strahlenschutz<sup>1)</sup> bzw. die Fachkunderichtlinie Technik<sup>2)</sup> ist für nach StrlSchV bzw. RöV neu zu bestellende SSB maßgebend. Hiernach müssen jeweils entsprechende Kursbesuche nachgewiesen werden.

Im Rahmen der Fachkundevermittlung führt das Forschungszentrum für seine neu zu bestellenden Strahlenschutzbeauftragten im Anschluss an die Schulung an öffentlichen Kursstätten eine Zusatz-

ausbildung durch. Sie umfasst 20 Unterrichtseinheiten über 11 verschiedene Themen. Dabei wird die Durchführung des praktischen Strahlen- und Notfallschutzes im Hinblick auf die anlagenspezifischen, organisatorischen und administrativen Gegebenheiten im FZJ erläutert.

Jeden zweiten Monat führt S eine zweistündige Vortragsveranstaltung zur Unterweisung derjenigen Mitarbeiter durch, die erstmalig als "Sonst tätige Personen" (beruflich strahlenexponierte Personen, die nicht als SSB bestellt sind) an Röntgenanlagen arbeiten oder mit radioaktiven Stoffen umgehen sollen. Dabei erhalten die Teilnehmer eine Broschüre<sup>3)</sup>, in der der Inhalt dieser sogenannten „Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen“ zusammengefasst ist. Diese Vortragsveranstaltungen wurden 2007 von insgesamt 42 Personen, 2998 von 46 Personen besucht.

#### Strahlenschutzausbildung und Informationen für Dritte

Im April 2007 wurde im Rahmen eines überregionalen ABC-Erkunderlehrganges für Feuerwehren, welcher vom Kreis Aachen organisiert wurde, eine Strahlerlokalisierungsübung durchgeführt. Hierbei wurden spezielle Feuerwehrfahrzeuge eingesetzt, welche es gestatten, während der Fahrt Strahlenquellen aufzuspüren.

Im Oktober wurde eine gleichartige Übung für fünf Städte des Regierungsbezirks Düsseldorf sowie des Bundesamtes für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz (BBK) aus Ahrweiler durchgeführt. Ebenfalls im Oktober wurde für einen Strahlenschutzlehrgang im Rahmen einer Grundausbildung der Berufsfeuerwehr Hagen ein ganztägiges Informations- und Besichtigungsprogramm von verschiedenen radiologisch interessanten Arbeitsplätzen im Forschungszentrum durchgeführt.

Bei der Strahlenschutzausbildung an externen Ausbildungsstätten (wie z. B. Kursstätte der FH Aachen in Jülich, Haus der Technik in Essen) von Strahlenschutzbeauftragten, Strahlenschutzärzten, dem Personal von Fremdfirmen und „Sonst tätige Personen“ wirkten Mitarbeiter von S als Referenten mit (siehe Kap. 4.5).

In den Berichtsjahren besuchten zahlreiche ausländische Wissenschaftler zu Informationszwecken den Geschäftsbereich S.

<sup>1)</sup> Richtlinie über die Fachkunde im StrlSch nach der StrlSchV vom 18.06.2004 GMBI Nr. 40/41, S. 797

<sup>2)</sup> Richtlinie über die Fachkunde im StrlSch nach der RöV vom 27.05.2003 GMBI, S. 638

<sup>3)</sup> Einführung in den Strahlenschutz, 8. überarb. Auflage, S-Bericht Nr. 0509, März 2007

## 2.2 Betrieblicher Strahlenschutz / S-B

### 2.2.1 Radiochemische Analytik/ S-BA

*P. Ostapczuk, M. Burow, R. Flucht, A. Hölter, S. Laumen-Sentis*

Die Untersuchung von Proben mit überwiegend sehr niedriger Aktivität erfolgt in den Low-Level-Laboratorien von S-BA.

Einen Überblick über die Art der in den Labors von S-BA behandelten Proben und deren Messzweck gibt Tabelle 2-8.

Der analytische Aufwand hängt von der Probenmatrix und dem zu bestimmenden Nuklid bzw. Nuklidvektor ab. Diese bedingen einen sehr unterschiedlichen Zeitaufwand. Einige Beispiele für den Bereich Umweltanalytik zeigt Tabelle 2-9.

Im Berichtsjahr 2007 wurden insgesamt ca. 1.700 Proben (Umweltproben (35 %), Ausscheidungsproben (53 %), Proben für Ringversuche (13 %)) bearbeitet. Im Berichtsjahr 2008 wurden insgesamt ca. 1.850 Proben (Umweltproben (45 %), Ausscheidungsproben (48 %), Proben für Ringversuche (7 %)) bearbeitet. Dabei standen Einzelnuclidbestimmungen im Vordergrund, hauptsächlich H-3, C-14, K-40, Sr-90, Th, U, Np, Pu, Am, und Cm.

In Zusammenarbeit mit dem Institute of Nuclear Physics in Almaty, Kasachstan, wurden Pflanzen und Bodenproben aus der Umgebung der Stadt Aktau (Kasachstan) auf die Gehalte an U, Th und andere Elemente untersucht. Schwerpunkt dieses Projektes ist die Umweltbelastung der Aktau-Region am Kaspischen Meer mit natürlichen Radionukliden.

Tabelle 2-8: Übersicht über die Messzwecke und die Matrices von Proben bei der radiochemischen Analytik

	Matrix	Zweck
Inkorporationsüberwachung	<u>Ausscheidungen</u> (Urin, Faeces, Nasenschleim)	Messungen für Inkorporationsmessstelle, Messungen für Dritte: (z. B. bei Rückbau von Anlagen, bei Produktion von radionuklidhaltigen Apparaten)
	Blut	Betriebsarzt
Umweltüberwachung	<u>Wasser</u> (Trinkwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser, Abwasser, Sediment, Klärschlamm) <u>Boden</u> (Weideboden, Ackerboden, Waldboden) <u>Bewuchs</u> (Gras, Feldfrüchte, Hölzer) <u>Aerosole</u> (Abluft aus kerntechn. Anlagen, Umwelt, Arbeitsplatz)	Erfüllung von behördlichen Auflagen, Messungen für Dritte
Rückbau und Entsorgung	<u>Betriebs- und Abrissmaterialien</u> (Asche, Schlacke, Stahl, Aluminium und andere Metalle, Pumpenöl, Ablagerungen, Putz, Wandfarbe, Bodenbelag, Bauschutt, Wischtete)	Bestimmung von Nuklidvektoren, Freigabemessungen zur Kontrolle, Messungen für Dritte
Gerichtsmedizin	<u>Proben von Obduktionen</u> (Lunge, Milz, Leber, Knochen)	Dosisrekonstruktion für exponierte Personen
Forschung und Entwicklung	<u>Nahrung</u> (Tägliche Gesamtnahrung, Babynahrung, Milch, Getränke) <u>Ausscheidungen</u> (Urin, Faeces)	Bilanzierung natürlicher Zufuhr und Ausscheidung zur Überwachung
	<u>Aerosole</u> (Atemluft, Schweißbrauche, Stäube)	Bilanzierung beruflich bedingter Zufuhr und Ausscheidungen zur Strahlenschutzüberwachung
	Knochen, Lebensmittel	Datierung, Gehalt
Prüfung auf Dekontaminierbarkeit	Oberflächen, Beschichtungen, Beläge	Dekontaminierbarkeit nach DIN 25415-1

Tabelle 2-9: Zeitaufwand für die Umweltanalytik

Nuklid	Matrix	Arbeitszeit	Σ Messzeiten	Nachweisgrenze
H-3	Wasser, Milch	10 - 60 min	500 min	10 Bq/l
	Reaktorabluft	60 min	100 min	10 Bq/m <sup>3</sup>
	Pumpenöl	24 h	150 min	0,3 Bq/d
	Bauschutt	24 h	500 min	10 Bq/d
C-14	Reaktorabluft	3 h	100 min	0,5 Bq/m <sup>3</sup>
Fe-55	Stahl, Aluminium	4 h	910 min	0,5 Bq/g
Ni-59	Stahl, Aluminium	3 h	920 min	0,5 Bq/g
Ni-63	Stahl, Aluminium	4 h	920 min	0,5 Bq/g
Sr-89	Wasser, Milch	4,5 – 15 h	500 min	40 mBq/d
Sr-90	Wasser, Milch	4,5 – 15 h	500 min	30 mBq/d
Sr-90	Böden, Sediment	16 h	2.000 min	80 mBq/kg 60 mBq/kg
	Aerosole	10 h	2.000 min	1 µBq/m <sup>3</sup> 0,5 µBq/m <sup>3</sup>
	Stäube	16 h	2.000 min	6 mBq/Probe 8 mBq/Probe
	Knochen	10 h	3.000 min	2 mBq/g Ca
I-131	Milch	1,5 h	1.000 min	10 mBq/l
Po-210	Niederschlag	6 – 14 h	22 h	2 mBq/l
U-nat	Wasser	5 min	2 min	0,01 µg/l
	Boden	2 h	2 min	0,01 µg/kg
	Lebensmitteln	2 h	2 min	0,01 µg/kg
Ra-226	Trink-, Mineralwasser	6 h	22 h	1,5 mBq /d
Alpha-beta-Übersichts-Messungen	Wischteste, Wischlösungen, Aerosolfilter, Kratzproben von beschichteten Oberflächen	4 h	22 hg	
Th-228, Th-230, Th-232, U-232, U-233, U-234, U-235, U-236, U-238, Pa-231, Np-237, Pu-238, Pu-239+240, Am-241, Cm-242, Cm-244, Bk-247, Cf-252	Niederschlag	10 h	22 h	2 mBq/l je Nuklid
	Aerosole	-	22 h	0,16 µBq/m <sup>3</sup> je Nuklid
	Böden, Sedimente	4 – 7 d	22 h	
	Wischteste	6 h - 3 d	22 h	1 mBq/Probe je Nuklid
	Gewebe	2-6 d	22 h	0,5 mBq/Probe je Nuklid

Abbildung 2-6 zeigt die Entwicklung der Probenzahl im Umweltbereich (einschließlich Abrissproben) und bei der Personenüberwachung (Ausscheidungsproben) in den letzten 18 Jahren.

Im Vergleich zum Jahr 2006 ist nach einem kleinen Rückgang 2007 wieder ein Anstieg der Probenanzahl zu beobachten. 2006 wurden mehr Proben aus der internationalen Zusammenarbeit vermessen als in den Folgejahren.

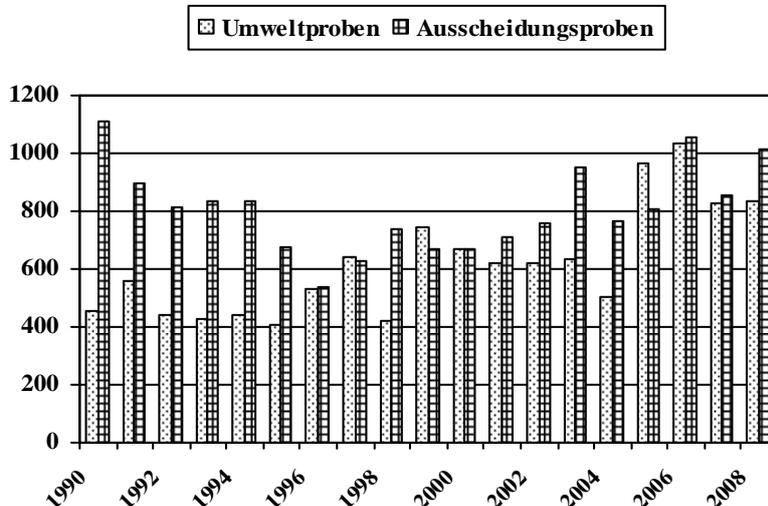


Abbildung 2-6: Anzahl der von S-BA untersuchten Proben

Im Jahr 2007 wurden durch S-BA 40 % der Einzelnuklidbestimmungen an Umweltproben, 20 % in Ausscheidungsproben (Urin und Stuhl) und dementsprechend im Jahr 2008 45 % an Umweltproben und 25 % in Ausscheidungsproben (Urin und Stuhl) durchgeführt. Die Analysen für Abrissproben, für FE-Vorhaben und für Qualitätssicherung betragen zusammen 20 % der Gesamtzahl.

Für die Qualitätssicherung in der Analytik wurden zahlreiche Kontroll-Präparate untersucht. Als Bei-

spiel werden hier die Ergebnisse eines Ringversuches (PROCORAD-2007) für die Sr-90-Bestimmung im Urin Abbildung 2-7 und PROCARD-2008 für die H-3-Bestimmung im Urin (Abbildung 2-8). dargestellt.

Die Werte von S-BA für Sr-90 und H-3 entsprechen den Sollwerten. Für diese Bestimmung wurde uns durch PROCORAD ein Zertifikat verliehen.

Um eine gute Qualität der Analysen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik auch in Zukunft sicherzustellen und neuen Anforderungen gerecht zu werden, werden Methoden und Verfahren ständig weiterentwickelt (siehe auch Kap. 3).

### 2.2.2 Personendosimetrie / S-BP

M. Schläger, E. Backmann, H. Driesch, M. Hintzen, R. König, I. Richert

#### 2.2.2.1 Äußere Strahlenexposition

Tabelle 2-10 zeigt eine statistische Übersicht über die Kontrolle der äußeren Strahlenexposition von Mitarbeitern des FZJ in den Berichtsjahren 2007 und 2008. Bei keiner der überwachten Personen wurden die relevanten Grenzwerte (Effektive Dosis 20 mSv/a, Hände 500 mSv/a, Augenlinse 150 mSv/a) überschritten oder auch nur annähernd erreicht.

#### Ganzkörperexposition

Für Röntgen- und Gammastrahlung erfolgt die amtliche Überwachung durch Filmdosimetrie mit monatlichen Überwachungszeiträumen. Dabei wurde bei 163 (2007) bzw. 147 (2008) von

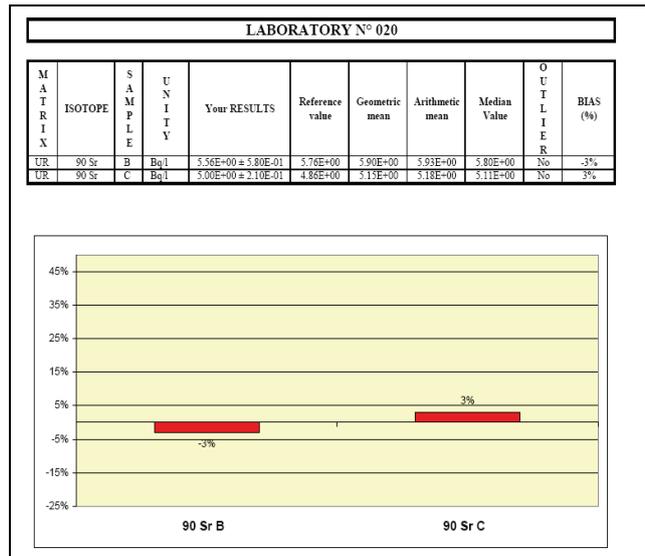


Abbildung 2-7: Ringversuch "PROCARD 2007" (Urine) zur Sr-90-Bestimmung (Laborcode 20)

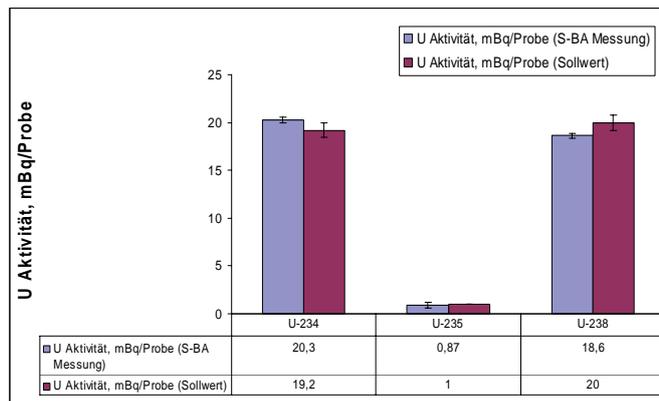


Abbildung 2-8: Ringversuch „PROCORAD 2008“ (Urine) zur H-3-Bestimmung

Tabelle 2-10: Überwachung der äußeren Strahlenexposition in den Jahren 2007/2008

Überwachungsart	Überwachungszeitraum (Monate)	Gesamtzahl der Überwachungen	Mittlere Zahl der pro Überwachungszeitraum überwachten Personen	Jahresdosis pro Person (mSv/a)	
				Mittelwert	Maximalwert
Film (Amtl. Überwachung)	1	13.104/12.579	1.092/1.048	0,042/0,031	3,0/1,8
Film (Betriebl. Eigenüberw.)	6	76/62	38/31	0,000/0,000	0,0/0,0
Direkt ablesbare Personendosimeter (Eigenüberw.)	1	14.153/13.225	1.179/1.102	0,102/0,100	2,5/2,6
Albedodosimeter (amtlich)	3	668/785	167/196	0,002/0,023	0,3/1,5
Albedodosimeter (amtlich)	1	81/92	7/8	0,000/0,013	0,0/0,1
Kernspurdosimeter (amtlich)	3	496/389	124/97	0,147/0,065	1,5/1,3
TLD Hand (Eigenüberw.)	1	1.066/905	89/75	3,9/3,2	49,0/15,7
TLD Kopf (Eigenüberw.)	1	31/21	3/2	0,1/0,1	0,2/0,3

insgesamt 1445 (2007) bzw. 1377 (2008) überwachten Personen eine Jahresdosis  $\geq 0,1$  mSv festgestellt; bei den übrigen überwachten trat im Berichtszeitraum keine messbare Dosis auf.

Tabelle 2-11 gibt für die Jahre 2007 und 2008 die Zahl der Überwachten und die mittleren Jahresdosen aus der amtlichen Überwachung in den einzelnen Arbeitsbereichen an.

*Tabelle 2-11: Mittlere Jahresdosis der überwachten Personen in den einzelnen Arbeitsbereichen (2007/2008)*

Arbeitsbereich	Amtliche Überwachung	
	Zahl der Überwachten	Mittlere Jahresdosis (mSv)
COSY/IKP	178/175	0,085/0,037
Reaktorbetrieb	87/64	0,017/0,005
Dekontamination	79/86	0,077/0,036
Chemische Institute	167/159	0,018/0,029
Phys. Institute (ohne COSY/IKP)	294/295	0,016/0,019
Heiße Zellen	79/82	0,005/0,016
Biowissenschaften/Medizin	139/155	0,116/0,052
Infrastruktur (inkl. Feuerwehr)	525/478	0,030/0,030
Alle Bereiche	1532/1487	0,041/0,029

Zusätzlich zu der amtlichen Überwachung führt das Forschungszentrum bei einem Teil der beruflich strahlenexponierten Personen eine eigene Überwachung mit Filmdosimetersonden durch. Der Überwachungszeitraum für diese Eigenüberwachung beträgt ein Kalenderhalbjahr. Hauptsächlich in Folge der Abschaltung des Reaktors FRJ-2 wurde die Eigenüberwachung mit Beginn des Jahres 2007 wesentlich reduziert und umfasst jetzt nur noch spezielle Überwachungssituationen (z. B. Strahlenschutzsinsatztrupp, nebenberufliche Feuerwehr).

Allen Personen, die der amtlichen Überwachung unterliegen, werden zusätzlich direkt ablesbare Stabdosisimeter oder elektronische Personendosisimeter zur Verfügung gestellt, mit denen jederzeit die aktuelle Dosis durch Röntgen- und Gammastrahlung festgestellt werden kann.

Aus Neutronenstrahlung resultierende Personendosen werden durch eine amtliche Überwachung mit Albedodosimetern festgestellt. Sie enthalten eine zum Neutronennachweis im Energiebereich

von 0,5 eV bis 15 MeV geeignete Anordnung aus Thermolumineszenzdetektoren. Die Notwendigkeit zur Überwachung bestand besonders im Bereich Abfalllagerung und Dekontamination (B-ND) und bei IFF-Mitarbeitern, die am Forschungsreaktor FRM II in Garching tätig waren. Der Überwachungszeitraum beträgt normalerweise ein Kalenderquartal; im Bereich Heiße Zellen wird auflagenbedingt monatlich überwacht (Tabelle 2-10).

Am Beschleuniger COSY im IKP werden durch schnelle Neutronen ( $> 15$  MeV) verursachte Personendosen mit Kernspurdosimetern gemessen. Die untere Grenze des Messbereiches liegt mit dieser Methode bei 0,5 mSv. Im Bereich dieser Messgrenze kann es zu falsch-positiven Ergebnissen kommen.

### Teilkörperexposition

Die Überwachung der Extremitäten, insbesondere der Hände, erfolgt im Rahmen der Eigenüberwachung mit Thermolumineszenzdosimetern (TLD). Diese betriebliche Eigenkontrolle trägt durch die ständige Überprüfung der Effizienz der Strahlenschutzmaßnahmen bei bestimmten Arbeitsvorgängen wesentlich dazu bei, dass derzeit eine amtliche Überwachung im Bereich der Teilkörperdosimetrie nicht erforderlich ist.

In Tabelle 2-12 sind die Überwachungsergebnisse nach Institutsbereichen aufgeschlüsselt. Unter der Rubrik 'Sonstige' sind auswärtige Einrichtungen erfasst, die im Rahmen ihrer betrieblichen Eigenüberwachung TLD vom FZJ beziehen und auswerten lassen.

### 2.2.2.2 Innere Strahlenexposition

Von S-BP wird zur Bestimmung der Körperdosis durch inkorporierte Radionuklide ein Ganzkörperzähler zur direkten Messung der Körperaktivität betrieben. Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung sind in Kap. 2.2.4 dargestellt.

### 2.2.2.3 Meldewesen

a) Dosiszusammenstellungen und behördliche Mitteilungen

Zu den Aufgaben von S-BP gehört auch die Zusammenstellung von Dosismitteilungen für ehemalige Mitarbeiter des Forschungszentrums bzw. deren neue Arbeitgeber.

Weiterhin werden auflagenbedingte Dosiszusammenstellungen für Genehmigungsbereiche nach §§ 6 und 7 AtG vorbereitet und an die Aufsichts-

Tabelle 2-12: Mittlere Dosis der Hände in den einzelnen Arbeitsbereichen in den Jahren 2007/2008

Arbeitsbereich	Zahl der Überwachten			Mittlere Jahresdosis (mSv)	
	gesamt	rechte Hand	linke Hand	rechte Hand	linke Hand
COSY/IKP	3/0	3/0	0/0	0,1/—	—/—
Reaktorbetrieb	15/11	15/11	2/1	0,3/0,3	0,2/0,1
Dekontamination (B-D)	11/8	11/8	9/8	0,1/0,2	0,2/0,3
Chemische Institute	35/35	35/35	34/33	3,7/2,8	4,3/2,6
Physikalische Institute (ohne COSY/IKP)	1/1	1/1	0/0	0,1/0,4	—/—
Heiße Zellen	5/3	5/3	5/3	0,3/0,3	0,3/0,2
Biowissenschaften und Medizin	23/26	23/26	13/13	0,7/1,0	3,6/2,0
Infrastruktur (ohne B-D)	0/0	0/0	0/0	—/—	—/—
<i>Summe bzw. Mittelwert (FZJ)</i>	<i>93/84</i>	<i>93/84</i>	<i>63/58</i>	<i>1,7/1,6</i>	<i>3,1/2,0</i>
Sonstige	47/53	47/53	47/53	2,2/2,1	1,7/1,9

behörden weitergeleitet. Im Einzelnen handelte es sich in den Jahren 2007 und 2008 jeweils um vier Quartalsmeldungen für das AVR-Behälterlager und eine Jahresmeldung für den Reaktorbereich.

b) Vordosisermittlung und Mitteilungen nach BGV A4 (mit M. Froning, H. Kupper, L. Nicolai, E. Preuß-Offermann)

Das Verfahren der Vordosisermittlung beruht sowohl auf der Notwendigkeit bei der Einhaltung von Grenzwerten die berufliche Vorbelastung zu berücksichtigen und als auch auf der Aufzeichnungs- und Mitteilungspflicht nach § 42 der Strahlenschutzverordnung. Es wird zusammen mit dem Betriebsärztlichen Dienst und mit administrativer Unterstützung des Geschäftszimmers S durchgeführt.

Bei diesem Vorgang werden die Vordosen der beruflich strahlenexponierten Mitarbeiter des Forschungszentrums bei deren früheren Arbeitgebern durch schriftliche Anfragen ermittelt. Die Ergebnisse werden bewertet und fließen auch in die vorgenommene Mitteilung von Dosen an die Berufsgenossenschaft nach BGV A4, früher VBG100, zu Beginn der Tätigkeit von beruflich strahlenexponierten Personen im Forschungszentrum ein.

Auch bei Ende der beruflichen Strahlenexposition und beim Ausscheiden aus dem Forschungszentrum werden die Dosen zusammengestellt.

### 2.2.3 Strahlenschutz-Einsatzdienste/ S-BE

*P. Klein*

Die Strahlenschutz-Einsatzdienste werden bei radiologischen Betriebsunregelmäßigkeiten oder Störfällen eingesetzt und repräsentieren als solche einen Teilbereich der Notfallschutzorganisation des Forschungszentrums. Sie rekrutieren sich aus Mitarbeitern von S und bestehen im Wesentlichen aus drei Teildiensten, dem Strahlenschutz-Einsatztrupp, dem Umgebungsaufklärungstrupp und dem Einsatzstab. Zur labormäßigen Unterstützung sind ferner bis zu 11 verschiedene Hilfsdienste für spezifische Mess- und Hilfsaufgaben vorgesehen. Die ständige Erreichbarkeit wird durch eine dreiköpfige Rufbereitschaft außerhalb der Dienstzeit gewährleistet. Die diesbezüglichen Einsatzunterlagen werden laufend aktualisiert.

Für extreme Störfälle, bei denen die Gefahrenabwehr nicht mehr vom Gelände des Forschungszentrums aus gesteuert werden kann, ist eine Ausweichstelle in der Abteilung Jülich der Fachhochschule Aachen vorhanden, in der Räume für den Einsatzstab sowie Laboratorien und Messräume zur Verfügung stehen. Neben Hilfsmitteln und Messgeräten werden dort auch die erforderlichen Kommunikationsmittel bereitgehalten.

Tabelle 2-13: Besondere Vorkommnisse 2008

Monat	Anlass	radiol. Auswirkungen	betroffene Personen	Maßnahmen
Feb.	Brand in einem Kontrollbereich	-	-	Reinigung des betroffenen Bereiches
April	Beschädigung eines Notgebläses	-	-	Reparatur, Änderung des Standortes, Änderung der Betriebsvorschriften
Nov.	Überschreitung einer genehmigten Emission	Freisetzung	-	Änderung der Betriebsweise

### 2.2.3.1 Einsätze bei Zwischenfällen

Im Zusammenhang mit betrieblichen Störungen wurden die Strahlenschutz-Einsatzdienste im Jahre 2008 wiederholt tätig. Von den insgesamt 60 Fällen waren neunzehn Überprüfungen von aufgelaufenen Alarmen außerhalb der Dienstzeit durch die Rufbereitschaft ohne weitere Konsequenzen. Lediglich in drei Fällen kam es zu einer Meldung an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden. Diese sind in Tabelle 2-13 aufgeführt.

Ein genereller Einsatzschwerpunkt der letzten Jahre ist die Fahrzeugmessaanlage an der Wache 01. Im Jahr 2008 musste der Einsatztrupp hier sechs- und dreißigmal verifizierend messen.

Aufgrund angemessener sachgerechter Maßnah-

Tabelle 2-14: Übungsnachweis 2007

Art	Zielgruppe / Inhalt	Datum
Bereitschaftsübungen	S-OO-Dienste / Antreteübung ZAM	30. Januar
	S-OO-Dienste / Antreteübung 110 kV-Station	02. April
	S-OO-Dienste / Antreteübung Cosy	23. Oktober
	S-OO-Dienste / Antreteübung Kasse Verwaltung	18. November
	S-OO-Dienste / Antreteübung Chemiezellen	15. Dezember
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung FRJ-2	08. März
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-NZ/HML	17. Mai
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung INC	17. Mai
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-NZ / GHZ	22. Juli
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-ND / Abfallzellen	01. November
Einsatzübungen	S-BE Einsatztrupp / Mess- und Kommunikationsübungen	wöchentlich
	S-BE E-Trupp, U-Trupp / Atemschutzübung	14. + 28. Nov.
Räumungsübungen	S, Geb. 04.3 und 04.4 / Räumungsübung	11. Dezember
	ZFR-FRJ-2 Technikumschalle / Räumungsübung	05. Dezember
	ZFR-FRJ-2 Reaktoranlage, Ella / Reaktorunfallübung, Räumungsübung	05. Dezember

men, die von dem jeweils zuständigen SSB am Störfallort im Zusammenwirken mit den jeweils zuständigen Einsatzdiensten sowie dem GB S getroffen wurden, konnte erreicht werden, dass keiner der aufgetretenen Zwischenfälle zu einer radiologischen Gefährdung für die Mitarbeiter oder die Umwelt wurde.

### 2.2.3.2 Übungen

Die Organisation und Einsatzbereitschaft der Einsatzdienste und ihre technische

Ausstattung wird laufend im Rahmen von Planspielen, Bereitschafts-, Einsatz- sowie Räumungsübungen trainiert und kontrolliert. Hierbei werden u. a. die Wirksamkeit der Strahlenschutz-Einsatzdienste sowie die Kooperation mit den übrigen Diensten der Notfallschutzorganisation des FZJ überprüft.

Für den Einsatztrupp wird seit Mitte des Jahres 2003 ein Teil dieser Ausbildung in Form von kleinen Übungen durchgeführt, welche jeweils zu Beginn der wöchentlichen Dienstbereitschaft (mit je 4 Personen) stattfinden (Tabelle 2-14, Tabelle 2-15).

Tabelle 2-15: Übungsnachweis 2008

Art	Zielgruppe / Inhalt	Datum
Bereitschafts- übungen	S-OO-Dienste / Antreteübung COSY	19. März
	S-OO-Dienste / Antreteübung ZAM	15. Mai
	S-OO-Dienste / Antreteübung Chemiezellen	29. September
	S-OO-Dienste / Antreteübung Kasse Geb. 12.1	29. Oktober
	S-OO-Dienste / Antreteübung 110 kV-Station	26. November
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-NZ/HML	19. Februar
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung IEF-6/INB-4	16. März
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-ND /Abfallzellen	27. Mai
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung FRJ-2	18. Juli
	S-OO-Dienste / Alarmüberprüfung B-NZ/GHZ	16. Dezember
Einsatzübungen	S-BE Einsatztrupp / Mess- und Kommunikationsübungen	wöchentlich
	Werkfeuerwehr, S-E-Dienste/Brandschutz-Messübung	28. November
	FRJ-2 Ella, Technikumshalle, Notfallschutzorganisation/Reaktorunfall, Mess- und Koordinationsübung, Räumungsübung	04. Juni
Räumungs- übungen	ZFR-FRJ-2 Technikumshalle / Räumungsübung	19. November

### 2.2.3.3 Strahlenschutz Ausbildung und Informationen für Dritte

Im September 2008 wurde für Feuerwehren im Rahmen eines überregionalen ABC-Erkunderlehrganges, welcher vom Kreis Aachen organisiert wurde, eine Strahlerlokalisierungsübung durchgeführt. Hierbei wurden spezielle Feuerwehrfahrzeuge eingesetzt, welche es gestatten während der Fahrt Strahlenquellen aufzuspüren.

Im Oktober wurde für einen Strahlenschutzlehrgang im Rahmen einer Grundausbildung der Berufsfeuerwehr Hagen ein ganztägiges Informations- und Besichtigungsprogramm von verschiedenen radiologisch interessanten Arbeitsplätzen im Forschungszentrum durchgeführt.

### 2.2.4 Amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle (S-BI)

*P. Hill, M. Froning, P. Ostapczuk, M. Schläger*

Die Inkorporationsüberwachung durch Messung der Körperaktivität und der Aktivität von Ausscheidungen geschieht durch S-B im Rahmen der amtlich anerkannten *Inkorporationsmessstelle* des Forschungszentrums Jülich. Die behördliche Bestimmung als Messstelle im Sinne der „Richtlinie über Anforderungen an *Inkorporationsmessstellen*“ ist für die Länder Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen erfolgt.

Seit dem 11. November 2006 ist die amtlich anerkannte Inkorporationsmessstelle des Forschungszentrums Jülich akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005. Die Akkreditierung ist gültig für Prüfungen in den Bereichen Inkorporationsmessungen mittels

- direkter Messung der Körperaktivität (Ganz- und Teilkörpermessung),
- indirekter Bestimmung der Körperaktivität (Radiochemische Analytik von Ausscheidungsproben)

und bescheinigt neben der organisatorischen und technischen die fachliche Kompetenz der Messstelle.

Tabelle 2-16: Nachweisgrenzen bei Ganzkörpermessungen für einige repräsentative Nuklide

Nuklid	[Bq]	Messverfahren
I-131	37	Ganzkörper
Cs-137	35	Ganzkörper
Zn-65	58	Ganzkörper
Na-22	28	Ganzkörper
Co-60	27	Ganzkörper
K-40	240	Ganzkörper
I-131	6	Schilddrüse
I-125	5	Schilddrüse
Tc-99m	5	Schilddrüse

### 2.2.4.1 Eingesetzte Verfahren

In der amtlich anerkannten Inkorporationsmessstelle werden

- regelmäßige Inkorporationsüberwachungen,
- Inkorporationsüberwachung aus besonderem Anlass,
- analytische Auftragsuntersuchungen

durchgeführt. Zur direkten Messung der Körperaktivität steht ein Ganzkörperzähler zur Verfügung. Je nach Messzweck lassen sich die vier elektrisch gekühlten Germanium-Detektoren zu verschiedenen Anordnungen zusammenfassen. Standardmäßig genutzt werden eine 4-Detektoranordnung für Ganzkörpermessungen und eine 1-Detektoranordnung für Schilddrüsenmessungen. Die Nachweisgrenzen der beiden Messverfahren für einige repräsentative Nuklide sind in der Tabelle 2-16 aufgeführt.

Zeitgleich mit Schilddrüsenmessungen können zusätzlich auch Ganzkörpermessungen mit einer 3-Detektoranordnung durchgeführt werden. Die zur Überwachung auf  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahler erforderlichen Analysen von Ausscheidungen wie Urin und Stuhl werden im radiochemischen Laboratorium durchgeführt. Einige typische Radionuklide und deren Messverfahren sind in Tabelle 2-17 zusammengestellt. Dort sind auch die erreichbaren Nachweisgrenzen der Messverfahren angegeben.

### 2.2.4.2 Ergebnisse Ganzkörperzähler und Ausscheidungsanalytik

Die in den Jahren 2007 und 2008 durchgeführten Überwachungen sind statistisch zusammengestellt in Überwachungen mittels Ganzkörper- und Teilkörpermessungen und Ausscheidungsüberwachungen.

Insgesamt wurden mittels der direkten Messung der Körperaktivität (Ganzkörpermessungen, Schilddrüsenmessungen) im Jahr 2007: 1075 und im Jahr 2008: 846 Überwachungen durchgeführt. Mittels der Ausscheidungsanalyse wurden im Jahr 2007: 891 und im Jahr 2008: 890 Überwachungen. Hierbei versteht man unter den in der Tabelle 2-18 angegebenen durchgeführten Überwachungen alle zu einem bestimmten Fall durchgeführten Messungen (erste Messung plus ggf. durchgeführte Folgemessungen).

Durchgeführte und bewertete regelmäßige Überwachungen und Überwachungen aus besonderem Anlass (Unfälle, Umgang mit erhöhtem Inkorpora-

Tabelle 2-17: Analysenverfahren zur Ausscheidungsüberwachung (Matrix: U = Urin, S = Stuhl)

Nuklid	Messtechnik	Nachweisgrenze*
H-3	Flüssigszintillation	U: 100 Bq/l
C-14	Flüssigszintillation	U: 20 Bq/d
P-32	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
P-33	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
S-35	Flüssigszintillation	U: 3 Bq/d
Sr-89 + Sr-90	$\beta$ -Low-Level-Messplatz	U/ S: 0,02 Bq/d
Sr-89 Sr-90	$\beta$ -Low-Level-Messplatz	U/S: 0,05 Bq/d
Po-210	$\alpha$ -Spektrometrie	U: 1 mBq/d
Pb-210	Flüssigszintillation	U/ S: 0,05 Bq/d
Ra-226	$\alpha$ -Spektrometrie	U: 1 mBq/d S: 5 mBq/d
	ICP-MS	U/ S: 1 mBq/d
U (nat.)	ICP-MS (Direkt) ICP-MS	U: 0,4 $\mu$ g/l U: 0,01 $\mu$ g/l
U-234, U-235 U-238	$\alpha$ -Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d
U-234, U-235, U-238	ICP-MS	U/S: U-234: 1,0E-03 Bq/d U-235: 1,0E-04 Bq/d U-238: 1,0E-04 Bq/d
Th-228, Th-230, Th-232	$\alpha$ -Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d
Th-232	ICP-MS (Direkt) ICP-MS	U: 0,4 $\mu$ g/l U: 0,01 $\mu$ g/l
Np-237, Am-241, Pu-238, Pu-239, Cm-242, Cm-244	$\alpha$ -Spektrometrie	U: 0,4 mBq/d S: 1 mBq/d

\*Nachweisgrenzen mit  $k_{1-\alpha}=3,0$  und  $k_{1-\beta}=1,645$  berechnet. Sie repräsentieren Werte bei Standardbedingungen.

tionsrisiko, Aktivitätsfreisetzungen, Kontaminationen) erfolgen im Forschungszentrum gemäß den Kriterien der Richtlinie „Physikalische Strahlenschutzkontrolle“ (RiPhyKo).

Bei den sonstigen Überwachungen handelt es sich um betriebliche Eigenüberwachungen, Überwachungen von Fremdfirmenmitarbeitern oder begleitende Urin- und Stuhlmessungen.

Eine Aufschlüsselung der Überwachungen nach untersuchten Nukliden ist aus Abbildung 2-9 ersichtlich. Dabei gibt es auch mehrfach berücksichtigte Fälle, die auf der Untersuchung oder Feststellung mehrerer Nuklide im Rahmen einer Überwachung beruhen. In der Regel wird das gesamte Energiespektrum von 0,05 MeV - 2 MeV bei der  $\gamma$ -Messung erfasst. Insofern umfasst die letzte Säule in Abbildung 2-9 alle betrieblichen Über-

Tabelle 2-18: Anzahl der 2007/2008 durchgeführten Inkorporationsüberwachungen

	Überwachungen 2007				Überwachungen 2008			
	Ganzkörper		Ausscheidung		Ganzkörper		Ausscheidung	
	FZJ	Dritte	Dritte	FZJ	Dritte	Dritte	FZJ	Dritte
Institute/ Institutionen (Dritte)	22	52	13	22	21	42	9	16
Personen	251	207	95	169	242	173	114	183
Durchgeführte Überwachungen	426	649	337	554	380	466	363	527
regelmäßige (gem. RiPhyKo)	212	0	173	192	195	0	141	202
„außergewöhnlicher Anlass“ (gem. RiPhyKo)	29	4	36	12	4	2	7	9
Sonstige Überwachungen	185	645	128	350	179	464	215	316

wachungen ohne Befund. Bei der Ausscheidungsanalyse erfolgt ein wesentlicher Teil der Überwachungen auf Tritium. In der weiteren Rangfolge folgen Uran- und Sr-Untersuchungen. Erstere sind im Wesentlichen Auftragsanalysen, während letztere in der Regel der betrieblichen Überwachung des Forschungszentrums dienen.

Die Überwachungsergebnisse werden in Quartalsberichten zusammengestellt und in dieser Form den zuständigen Behörden übermittelt.

Diejenigen Messergebnisse der Ausscheidungsanalytik, die die Erkennungsgrenze überschritten, führten typischerweise zu effektiven Dosen kleiner 50 µSv.

Die maximal beobachtete Inkorporationsdosis betragen in den Jahren 2007/ 2008 max. 0,1 mSv. In den Jahren 2007/ 2008 lag also keines der Ergebnisse oberhalb der Nachforschungsschwelle von 6 mSv/a für die eff. Dosis bzw. 30 % der Grenzwerte der Organdosis eventuell

grenzwertbestimmender Organe.

### 2.2.4.3 Qualitätssicherung

Bei der Qualitätssicherung (QS) geht es um die Genauigkeit sowie die Darstellung und zeitliche Verfügbarkeit der Messergebnisse. Sie erfolgt durch Eigenkontrolle und Ringversuche. Die Messstelle des Forschungszentrums nimmt an den Vergleichsmessungen der Leitstelle für Inkorporationsüberwachungen des Bundesamtes für Strahlenschutz teil.

#### Direkte Messung der Körperaktivität

Zur Durchführung der Eigenkontrolle werden täglich ein Kalibriercheck und Nulleffektmessungen durchgeführt. Dazu kommen eine jährliche Grundkalibrierung und sporadische Messungen an Phantomen. Eine im Datenaufnahmesystem integrierte Qualitätssicherungs-Software unterstützt dabei die Überwachung der Stabilität von Kalibrierung und wichtigen Systemparametern.

Die Inkorporationsmessstelle nahm im Jahr 2007 und 2008 an von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführten Ringversuchen und Fallstudien für die direkte Messung der Körperaktivität mit Erfolg teil (Tabelle 2-19, Tabelle 2-20).

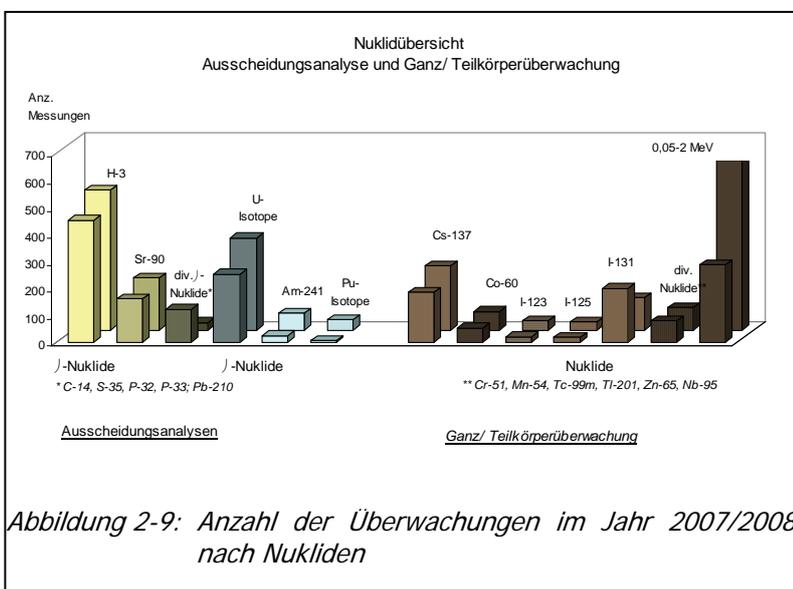


Abbildung 2-9: Anzahl der Überwachungen im Jahr 2007/2008 nach Nukliden

Tabelle 2-19: Ergebnisse des 2008 durchgeführten Ringversuches des BfS für den Ganzkörperzähler und Fallbeispiele

Messverfahren	Nuklid	Referenzwert [kBq]	Wert S-BI [kBq]
GK Phantom OLGA (P4)	K-40	2,8	2,96±0,38
	Co-60	1,34	1,40±0,06
	Cs-137	4,43	4,40±0,13
	Ba-133	2,7	2,73±0,14
GK Begleitperson	K-40	4,35	4,25±0,60

GK=Ganzkörperzähler

Tabelle 2-20: Ergebnisse des 2007 durchgeführten Ringversuches des BfS für den Ganzkörperzähler und Fallbeispiele

Messverfahren	Nuklid	Referenzwert [kBq]	Wert S-BI [kBq]
GK 50 kg-Phantom	K-40	2,8	3,39±0,34
	Co-60	1,55	1,62±0,06
	Cs-137	4,45	4,71±0,14
	Ba-133	2,9	3,09±0,19
GK Begleitperson	K-40	4,56	4,77±0,47
FastScan 50 kg-Phantom	Cs-137	4,54	4,27±0,14

Fastscan=mobiler Messplatz, GK=Ganzkörperzähler

Indirekte Messung der Körperaktivität (Ausscheidungsanalyse)

*Eigenkontrolle PROCORAD*

Im Jahr 2007 und 2008 beteiligte sich die Messstelle zur Eigenkontrolle an PROCORAD-Ringversuche zur Bestimmung von C-14, Sr-90 und Uran in Urin und Aktiniden in Urin und Stuhl teil.

Es kamen folgende Messverfahren zum Einsatz:

- C-14 mittels Flüssigszintillation
- Sr-90 mit dem Low-Level-Messplatz
- Uran wie auch U-234/235/238 mit dem ICP-MS-Messverfahren

Die Ergebnisse der Urinmessung sind im Allge-

Tabelle 2-22: Ergebnisse Laborvergleichsmessungen Po-210

Matrix	Nuklid	Probe	Vergleichswert HPA	Vergleichswert Drittlabor (UK)	Wert S-BI	Einheit
Urin	Po-210	1	2,0E+02 ± 2,2E+01	2,2E+02 ± 8,0E+01	1,5E+02 ± 8,0E+00	Bq/l
		2	2,2E+02 ± 3,0E+01	-	2,0E+02 ± 1,1E+01	Bq/l

meinen in guter Übereinstimmung mit den Referenzwerten. In Tabelle 2-21 dargestellt sind die Ergebnisse aus dem Jahr 2007.

Tabelle 2-21: Ergebnisse von durchgeführten Eigenkontrollen (Procorad) für Ausscheidungsmessungen (2007)

Matrix	Nuklid	Probe	arithm. Mittelwert	Wert S-BI	Einheit
Urin	Sr-90	B	5,9E+00	5,6E+00	Bq/l
		C	5,2E+00	5,0E+00	Bq/l
		B	9,3E+02	9,5E+02	Bq/l
Urin	C-14	C	1,6E+03	1,6E+03	Bq/l
		D	8,5E+02	8,5E+03	Bq/l
		A	2,0E+01	2,2E+01	µg/l
Urin	U-nat	B	9,7E-01	8,2E-01	µg/l
		A	1,7E-03	2,2E-03	Bq/Probe
	Pu-239		1,6E-03	1,8E-03	Bq/Probe

*Internationale Laborvergleichsmessung*

An einem internationalen Laborvergleich (HPA London) im Jahr 2007 für Po-210 in Urin beteiligte sich die Messstelle mit gutem Erfolg (Tabelle 2-22). Dabei wurden die Proben auf Po-210 mit dem Messverfahren der Alphaspektrometrie untersucht.

*BfS-Ringversuch*

Die Inkorporationsmessstelle nahm im Jahr 2007 an von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführten Ringversuch für die indirekte Messung der Körperaktivität teil. Der Ringversuch Pu-239 und Am-241 wurde erstmalig in einer Stuhlasche durchgeführt. Als Eigenkontrolle erfolgte ebenfalls die Messung auf U-234/235/238 und Th-232 in der angebotenen Matrix Stuhlasche. Dabei kamen folgende Messverfahren zum Einsatz:

- Am-241 und Pu-239 mittels α-Spektrometrie
- U-234/235/238 und Th-232 mit dem ICP-MS-Messverfahren

Die Ergebnisse der Stuhlmessung sind in guter Übereinstimmung mit den Referenzwerten (Tabelle 2-23).

## Ergebnisse

Tabelle 2-23: Ergebnisse des in 2007 durchgeführten BFS-Ringversuches in Stuhlasche

Nuklid	Probe	Referenzwert*	Wert S-BI	Einheit
Am-241	A	29,3	25,4±1,1	mBq/Probe
	B	59,0	55,4±4,2	mBq/Probe
Pu-239	A	26,8	23,5±4,7	mBq/Probe
	B	58,8	46,3±0,5	mBq/Probe
Th-232	A/B	0,68	0,72±0,04	mBq/g
U-234	A/B	10,8	7,3±0,7	mBq/g
U-235	A/B	0,4	0,32±0,03	mBq/g
U-238	A/B	6,0	6,0±0,6	mBq/g

\* für Th-232, U-234/235/238 Mittelwerte der Teilnehmer

Die Inkorporationsmessstelle nahm in den Jahren 2007 und 2008 an von der Leitstelle für Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführten Fallstudien für die direkte und indirekte Messung der Körperaktivität mit Erfolg teil. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2-24 und Tabelle 2-25 zusammengefasst.

Tabelle 2-24: Ergebnisse der 2007/2008 durchgeführten Fallstudien des BfS für die direkte Bestimmung der Körperaktivität

Jahr	Nuklid	Organdosis [mSv]	rel. Abweichung	Eff. Dosis [mSv]	rel. Abweichung
2007	I-131	30	-0,03	1,5	-0,02
	Eu-152	21	0,03	3,2	0,05
2008	Cs-137	-	-	0,22	-0,06
	I-125	100	-0,12	-	-

Tabelle 2-25: Ergebnisse 2008 durchgeführter Fallstudien des BfS für die indirekte Bestimmung der Körperaktivität

Nuklid	Organdosis [mSv]	Wert S-BI	Eff. Dosis [mSv]	Wert S-BI
	<i>Vorschlag BfS</i>		<i>Vorschlag BfS</i>	
Am-241 <i>Bsp. 1</i>	10,3	9,6	0,25	0,26
Am-241 <i>Bsp. 2</i>	0,88	0,94	0,02	0,03

## 2.3 Umgebungsüberwachung/S-U

### 2.3.1 Emissionskontrolle / S-UE

*M. Möllmann-Coers, E. Brunen, Th. Lexen*

Die Hauptemittenten auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich ergeben sich aus Abbildung 2-10. Es sind dies: Der 23-MW-Forschungsreaktor DIDO (FRJ-2), die Heißen Zellen N-NZ, HML und IEF-6/CZ, das Institut für Kernphysik (IKP) mit dem Cooler-Synchrotron COSY, das Institut für Festkörperforschung (IFF) mit verschiedenen kleineren Beschleuniger-Anlagen, das Baby-Zyklotron (INM-5/BabyZ) für die Isotopenproduktion, das Institut für Medizin (INB-3) mit seinen Isotopenanwendungen in der Nuklearmedizin, der Dekontaminations- und Abfallbereich (DE) mit der Verbrennungsanlage für schwachradioaktive Abfälle (JÜV 50/2) sowie die Uran-Anreicherungs-Firma Enrichment Technology ETC. Seit Mai 2006 ist der Forschungsreaktor DIDO (FRJ-2) abgeschaltet. Da der bereits seit Jahren stillgelegte Reaktor AVR noch nicht aus der Betriebsgenehmigung entlassen ist, wird auch er mit seinen Emissionen unter den Großemittenten geführt. Der ebenfalls stillgelegte Reaktor FRJ-1 wurde erst Ende des Jahres 2007 aus der Überwachung entlassen. Daher sind seine Emissionen 2007 noch aufgeführt. Seit Januar 2008 ist er vollständig zurückgebaut und wird im Berichtswesen nicht mehr berücksichtigt.

Den Emittenten lassen sich bestimmte Nuklidgruppen zuordnen (s. Tabelle 2-26 und Tabelle 2-28):  $^{14}\text{C}$  und  $^{131}\text{I}$ -Beiträge stammen überwiegend aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2, Tritium wird zu gleichen Teilen vom Reaktor FRJ-2 und der Verbrennungsanlage emittiert,  $^{41}\text{Ar}$  und die Aktivierungsprodukte  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{16}\text{N}$ ,  $^{18}\text{F}$ ,  $^{15}\text{O}$  und  $^{19}\text{O}$  aus den Beschleunigeranlagen INM-5/BabyZ, IFF und IKP.

Die Messung der Emissionen erfolgt durch die jeweiligen Betreiber/Institute. Für die Bestimmung von Tritium und  $^{14}\text{C}$  werden am FRJ-2 und an der Verbrennungsanlage JÜV50/2 Waschflaschen und Durchflusszähler eingesetzt. Aktivierungsgase und

Edelgase werden mit Proportionalzählern überwacht. Der Nachweis von Halogenen- und Aerosol-Emissionen erfolgt durch die  $\gamma$ -spektrometrische Auswertung von Filtern und Aktivkohle-Patronen.

Die im allgemeinen recht gut vorhersehbaren be-

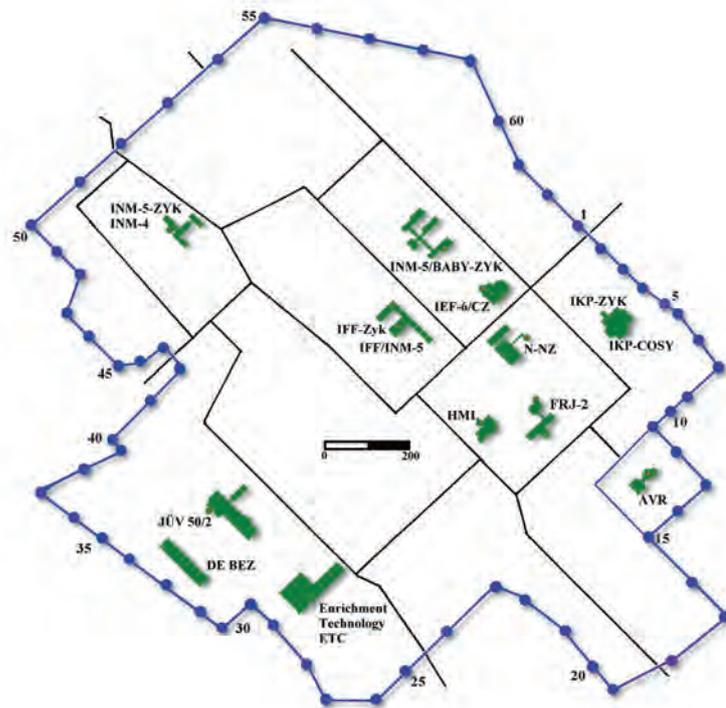


Abbildung 2-10: Lage der Emittenten und der Aufpunkte am Zaun, für die Organdosen berechnet wurden (vgl. Tabellen 2-26 und 2-28)

trieblich bedingten, quasikontinuierlichen Emissionen werden überlagert von diskontinuierlichen Aktivitätsableitungen, die auf besondere Betriebsbedingungen oder Experimente zurückzuführen und über deren Häufigkeit und Höhe in der Regel keine Prognosen möglich sind. Die Ergebnisse der Emissionsüberwachung werden im Folgenden diskutiert.

#### 2.3.1.1 Berichtsjahr 2007

Im Folgenden wird über die Emissionen im Jahr 2007 getrennt nach den Pfaden Fortluft und Abwasser berichtet, und es werden die resultierenden Strahlendosen für die am höchsten belastete Bevölkerungsgruppe dargestellt.

Tabelle 2-26: Gemessene Emissionen der wichtigsten Nuklide mit der Fortluft im Jahr 2007

Nuklid-Gruppe	Nuklid	Ableitungen mit der Fortluft [GBq]														Summe
		FRJ-1	FRJ-2	AVR	B-NZ	HML	IEF6/CZ	JUEV 50/2	IKP-ZYK	IKP-COSY	BABY-ZYK	IFF-ZYK	IEF6-ZYK	IFF / INB4	DE BEZ	
Tritium	<sup>3</sup> H	0.08	1350	153.00	2.01	0.02	0.12	1270.00	-	-	-	-	-	-	0.11	2775.23
Kohlenstoff	<sup>14</sup> C	0.04	6.29	0.73	0.74	0.09	0.20	217.00	-	-	-	-	-	-	-	225.08
Edelgase	<sup>41</sup> Ar	-	-	-	-	-	-	-	28.1	-	0.22	-	-	-	-	28.32
	<sup>85</sup> Kr	-	-	-	-	-	1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	1.80
	<sup>133</sup> Xe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>135</sup> Xe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aktivierungs-gase	<sup>11</sup> C	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59	146.00	-	17.80	-	-	165.39
	<sup>13</sup> N	-	-	-	-	-	-	-	116.0	1.35	-	-	-	-	-	117.35
	<sup>16</sup> N	-	-	-	-	-	-	-	116.0	1.59	-	-	-	-	-	117.59
	<sup>18</sup> F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	418.00	-	0.08	-	-	418.08
	<sup>15</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.70	-	0.06	-	-	1.76
	<sup>19</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-	-	0.04
Halogene	<sup>131</sup> I	-	-	-	2.2E-06	-	-	0.011	-	-	-	-	-	-	-	0.011
	<sup>82</sup> Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006
Aerosole	<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2E-06
	<sup>137</sup> Cs	-	-	-	1.7E-05	2.1E-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9E-05
	<sup>203</sup> Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>75</sup> Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>35</sup> S	-	-	-	-	-	-	0.202	-	-	-	-	-	-	-	0.202
	<sup>154</sup> Eu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>90</sup> Sr	4.9E-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3E-07
	Alpha	-	-	-	-	-	1.9E-07	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8E-08
	Beta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0E-07

Emissionen mit der Fortluft

Für die dosisrelevanten Ableitungen mit der Fortluft ergibt sich folgendes Bild (vgl. Tabelle 2-26): Die Tritiumemissionen des Jahres 2007 von 2.8E+12 Bq haben sich gegenüber der Vorjahresemission halbiert. Mit 1.27E+12 Bq entfällt hier von rund die Hälfte auf die Verbrennungsanlage JÜV50/2, deren Vorjahreswert um 2/3 reduziert werden konnte (vgl. Abbildung 2-12). Die <sup>14</sup>C-Emissionen von 2.25E+11 Bq sind gegenüber dem Vorjahr um 50% angestiegen. Zu 96 % stammen diese Emissionen aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2 (2.17E+11 Bq), deren Anteil in diesem Jahr auch erstmals dosisbestimmend ist. Die bisher ausschlaggebenden <sup>14</sup>C-Emissionen des FRJ-2 haben sich nach der Abschaltung im Mai 2006 weiter verringert und erreichen mit 6.29E+09 Bq einen Anteil von 3.5 % der gesamten <sup>14</sup>C-Emissionen. Die Edelgas-Emissionen (überwiegend <sup>41</sup>Ar) reduzieren sich mit 2.83E+10 Bq auf 16 % des Vorjahreswertes.

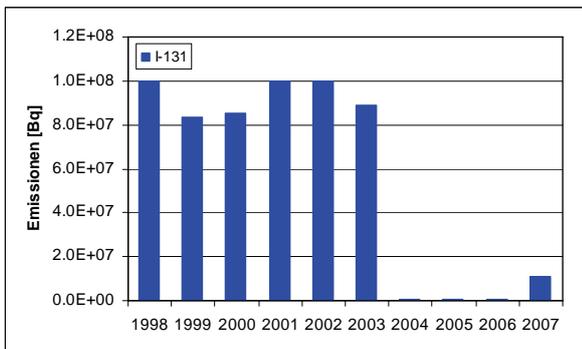


Abbildung 2-11: Zeitlicher Verlauf der I-131-Emissionen mit der Abluft (1998 – 2007)

Danach hat <sup>18</sup>F den größten Anteil an der Emission von Aktivierungsgasen und liegt mit einem Wert von 4.18E+11 Bq im Bereich des Durchschnittswertes der letzten Jahre. Die <sup>18</sup>F-Emissionen aus dem Babyzyklotron des Instituts für Nuklearchemie (INM-5) wurden in der Vergangenheit mit einem fehlerhaften Kalibrierfaktor ermittelt (siehe Abschnitt 2.3.1.3). Dies wurde zum Vergleich rückwirkend für die letzten 10 Jahre korrigiert. Danach hat <sup>18</sup>F den größten Anteil an der Emission von Aktivierungsgasen und liegt mit einem Wert von 4.18E+11 Bq im Bereich des Durchschnittswertes der letzten Jahre.

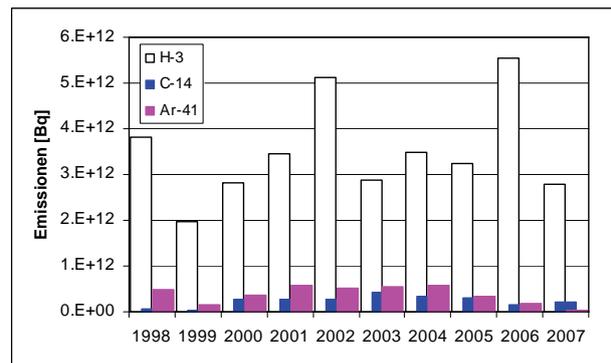


Abbildung 2-12: Zeitlicher Verlauf der <sup>3</sup>H-, <sup>14</sup>C- und <sup>41</sup>Ar-Emissionen mit der Abluft (1998 – 2007)

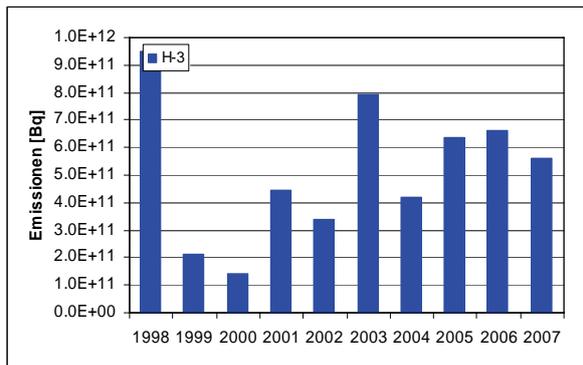


Abbildung 2-13: Zeitlicher Verlauf der Tritium-Emissionen mit dem Abwasser (1998 – 2007)

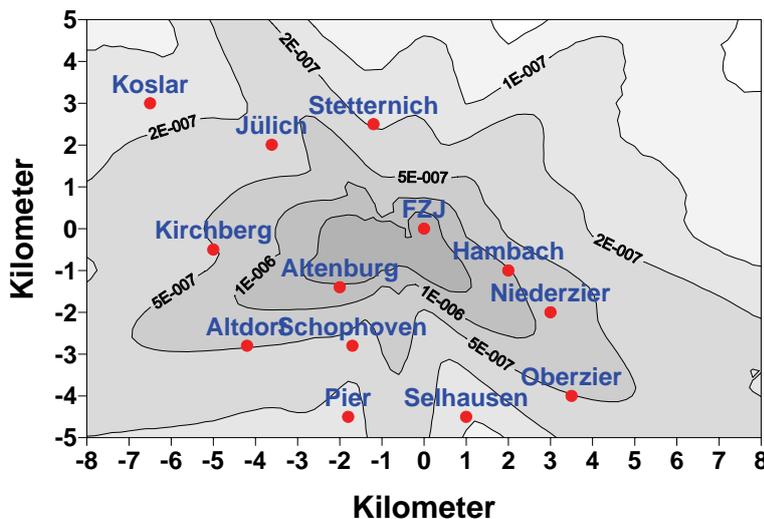


Abbildung 2-14: Verteilung der Effektivdosis für 1- bis 2-jährige Kinder in der Umgebung des Forschungszentrums [Sv a<sup>-1</sup>] im Jahr 2007

Abbildung 2-14 gibt einen Überblick über die Strahlenexposition 2007 in der Umgebung des Forschungszentrums für Kinder im Alter von 1 bis 2 Jahren als höchstbelasteter Bevölkerungsgruppe.

Die Emissionen des Nuklids <sup>14</sup>C erwiesen sich als dosisbestimmend. Das Maximum der effektiven Dosis (Kinder von 1 bis 2 Jahren<sup>1</sup>) lag bei 14.8 µSv/a (vgl. Tabelle 2-27) an Zaunposition 62 (vgl. Abbildung 2-10). Dieser Wert entspricht 5 % des zulässigen Grenzwertes nach §47 StrlSchV von 300 µSv/a bzw. 0.61 % der jährlichen natürlichen Strahlenbelastung von 2400 µSv. Die Verteilung der effektiven Dosis in der Jülicher Region (Abbildung 2-14) lässt die Hauptwindrichtungen Süd-Ost und Süd-West erkennen.

<sup>1</sup> In Klammer gesetzt ist jeweils die Bevölkerungsgruppe, für die sich relativ die größte Dosis ergibt.

Die höchste Schilddrüsendosis (Kinder von 1- bis 2 Jahren) ergibt sich mit 15 µSv/a an Zaunposition 62 als Folge von <sup>14</sup>C -Emissionen der Veranschungsanlage JÜV50/2 (vgl. Abbildung 2-12).

Emissionen mit dem Abwasser

Einen Überblick über die zeitliche Entwicklung der radioaktiven Emissionen mit dem Abwasser in die Rur geben die Abbildung 2-13 und Abbildung 2-15.

Bei den Abgaben mit dem Abwasser zeigt sich, dass die Tritium-Emissionen um 15 % gegenüber dem Vorjahr auf 5.6E+11 Bq zurückgegangen sind. Die Abgabe von <sup>90</sup>Sr dagegen liegt mit 5.2E+07 Bq etwa 7 % höher als im Jahr 2006. Um rund einen Faktor drei erhöht sind die <sup>131</sup>I-Emissionen von 2.32E+07 Bq. Die <sup>60</sup>Co-Emissionen entsprechen mit 2.9E+05 24 % des Vorjahreswertes. <sup>137</sup>Cs liegt mit 4.74E+7 Bq beim 3.8-fachen des Vorjahreswertes. Zusätzlich wurden im Berichtsjahr <8.10E+06 Bq α-Strahler und 3.26E+08 Bq (β+EC)-Strahler abgegeben. Aus den Emissionen resultieren im Flusswasser Konzentrationen von <1.67E-05 Bq/l α-Strahler, 7.28E-04 Bq/l β-Strahler und 1.16 Bq/l Tritium. Die Abwasser-Emissionen des Berichtsjahres führen zu Dosisbeiträgen von 18.5 µSv/a für die Knochenoberfläche (12-17-Jährige<sup>2</sup>), von 4.0 µSv/a für die Schilddrüse (Kleinkinder) und von 3.2 µSv/a für die effektive Dosis (Kleinkinder) (s. Tabelle 2-29). Diese Werte liegen weit unter den Dosisgrenzwerten der StrlSchV.

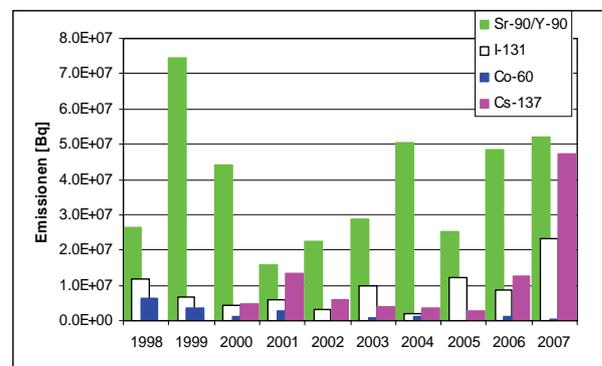


Abbildung 2-15: Zeitlicher Verlauf der <sup>89</sup>Sr/<sup>90</sup>Y-, <sup>131</sup>I-, <sup>60</sup>Co- und <sup>137</sup>Cs-Emissionen mit dem Abwasser (1998 – 2007)

Tabelle 2-27: Resultierende Dosiswerte im Jahr 2007

Emissionspfad	höchstbelastete Bevölkerungsgruppe	Organ	Aufpunkt (Abbildung 3.2)	Dosis [ $\mu\text{Sv}$ ]
Abluft	1-2 Jährige	Lunge	11	17.7
	1-2 Jährige	Schilddrüse	62	15.0
	1-2 Jährige	Effektive Dosis	62	14.8
Abwasser	12-17 Jährige	Knochenoberfläche		18.5
	0-1 Jährige	Schilddrüse		4.0
	0-1 Jährige	Effektive Dosis		3.2

Zusammenfassung

Tabelle 2-27 gibt eine Übersicht über die Dosisbelastung der Bevölkerung in der Umgebung des Forschungszentrums durch die betrieblich notwendigen und genehmigten Ableitungen radioaktiver Substanzen mit der Fortluft und dem Abwasser. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es im Berichtszeitraum durch radioaktive Emissionen keine Beeinträchtigung der Umgebung des Forschungszentrums gab.

**2.3.1.2 Berichtsjahr 2008**

Im Folgenden wird über die Emissionen im Jahr 2008 getrennt nach den Pfaden Fortluft und Abwasser berichtet, und es werden die resultierenden Strahlendosen für die am höchsten exponierte Bevölkerungsgruppe dargestellt.

Emissionen mit der Fortluft

Für die dosisrelevanten Ableitungen mit der Fortluft ergibt sich folgendes Bild (vgl. Tabelle 2-28): Die Tritium-Emissionen des Jahres 2008 von  $2,3\text{E}+12$  Bq sind gegenüber dem Vorjahr um 17 % zurückgegangen. Mit  $5,9\text{E}+11$  Bq konnten die  $^3\text{H}$ -Emissionen der Verbrennungsanlage JÜV-50/2 gegenüber 2007 um mehr als die Hälfte reduziert werden. Etwas erhöht (21 %) haben sich dagegen die  $^3\text{H}$ -Abgaben des Reaktors FRJ-2 mit  $1,64\text{E}12$  Bq. Die  $^{14}\text{C}$ -Emissionen von  $1,52\text{E}+11$  Bq sind gegenüber dem Vorjahr um 1/3 zurückgegangen. Zu über 98 % stammen diese Emissionen aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2 ( $1,5\text{E}+11$  Bq), deren Anteil in diesem Jahr dosisbestimmend ist. Die  $^{14}\text{C}$ -Emissionen des Reaktors FRJ-2 haben sich nach der Abschaltung im Mai 2006 weiter verringert und erreichen mit  $1,37\text{E}+09$  Bq einen Anteil von weniger als 1% der gesamten  $^{14}\text{C}$ -Emissionen. Die Edelgas-Emissionen (überwiegend  $^{41}\text{Ar}$ ) reduzieren sich mit  $1,37\text{E}+10$  Bq auf die Hälfte des Vorjahreswertes. Hauptemittent mit 99 % Anteil ist das Isochronzyklotron am Institut für Kernphysik mit einem Beitrag von  $1,4 \text{E}+10$  Bq. Die  $^{131}\text{I}$ -Emissionen sind mit  $7\text{E}+05$  Bq gegenüber dem Vorjahr deut-

lich zurückgegangen, liegen auf einem Niveau von 1,3 % des Durchschnittswertes der letzten 10 Jahre. Sie stammen zu 100 % aus der Verbrennungsanlage JÜV50/2.

$^{18}\text{F}$  hat den größten Anteil an der Emission von Aktivierungsgasen und liegt mit einem Wert von  $1,97 \text{E}+11$  Bq bei 35 %

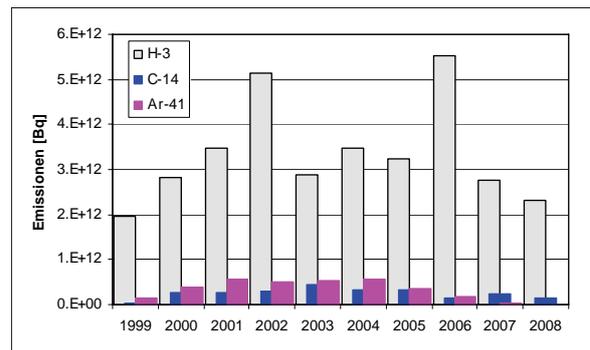


Abbildung 2-16: Zeitlicher Verlauf der H-3-, C-14- und Ar-41-Emissionen mit der Abluft (1999 – 2008)

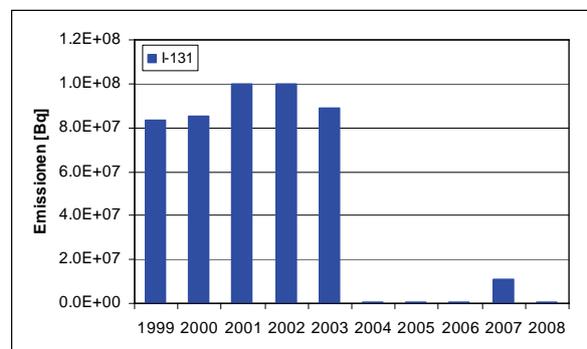


Abbildung 2-17: Zeitlicher Verlauf der I-131-Emissionen mit der Abluft (1999 – 2008)

des Durchschnittswertes der letzten Jahre (vgl. Abschnitt 2.3.1.3). Abbildung 2-19 gibt einen Überblick über die Strahlenexposition im Berichtsjahr in der Umgebung des Forschungszentrums für Kinder im Alter von 1 bis 2 Jahren<sup>2</sup> als höchstexponierter Bevölkerungsgruppe. Die Emissionen des Nuklids  $^{14}\text{C}$  erwiesen sich als dosisbestimmend. Das Maximum der effektiven Dosis (Kinder von 1 bis 2 Jahren) lag bei  $1,8 \mu\text{Sv/a}$  (vgl. Tabelle 2-28) an Zaunposition 4 (vgl. Abbildung 2-10).

<sup>2</sup> In Klammer gesetzt ist jeweils die Bevölkerungsgruppe, für die sich relativ die größte Dosis ergibt.

Tabelle 2-28: Gemessene Emissionen der wichtigsten Nuklide mit der Fortluft im Jahr 2008

Nuklid- Gruppe	Nuklid	Ableitungen mit der Fortluft [GBq]														Summe
		FRJ-2	AVR	N-NZ	HML	IEF6/CZ	JUEV/50/2	IKP-ZYK	IKP-COSY	BABY-ZYK	IFF-ZYK	INM5-ZYK	IFF / INM5	DE BEZ	ETC	
Tritium	<sup>3</sup> H	1640	75.40	8.72	0.08	-	588.00	-	-	-	-	-	-	0.11	-	2312.31
Kohlenstoff	<sup>14</sup> C	1.37	0.78	0.03	-	0.04	150.00	-	-	-	-	-	-	-	-	152.23
Edelgase	<sup>41</sup> Ar	-	-	-	-	-	-	13.6	-	0.11	-	-	-	-	-	13.71
	<sup>85</sup> Kr	-	-	2.31	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.34
	<sup>133</sup> Xe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aktivierungs-gase	<sup>11</sup> C	-	-	-	-	-	-	-	6.60	70.20	-	34.30	-	-	-	111.10
	<sup>13</sup> N	-	-	-	-	-	-	56.7	5.59	-	-	-	-	-	-	62.29
	<sup>16</sup> N	-	-	-	-	-	-	56.7	6.60	-	-	-	-	-	-	63.30
	<sup>18</sup> F	-	-	-	-	-	-	-	-	193.00	-	0.18	4.31	-	-	197.49
	<sup>15</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	7.07	-	0.51	-	-	-	-	7.58
	<sup>19</sup> O	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	0.02
Halogene	<sup>131</sup> I	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001
	<sup>82</sup> Br	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aerosole	<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>137</sup> Cs	-	-	1.6E-05	4.7E-06	4.1E-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2E-05
	<sup>203</sup> Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>75</sup> Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>35</sup> S	-	-	-	-	-	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010
	<sup>154</sup> Eu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<sup>90</sup> Sr	-	-	-	5.0E-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0E-08
	Alpha	-	-	-	-	-	0.00005	-	-	-	-	-	-	2.3E-08	1.4E-06	4.7E-05
Beta	-	-	-	-	-	0.00713	-	-	-	-	-	-	8.0E-08	-	7.1E-03	

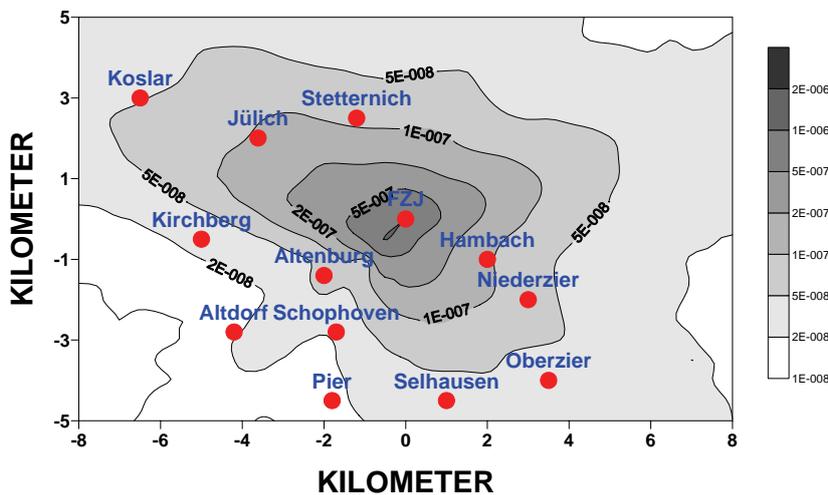


Abbildung 2-19: Verteilung der Effektivdosis für 1-2 jährige Kinder in der Umgebung des Forschungszentrums [Sv a<sup>-1</sup>] im Jahr 2008

Dieser Wert entspricht 0,6 % des zulässigen Grenzwertes nach § 47 StrlSchV von 300 µSv/a bzw. 0.08 % der jährlichen natürlichen Strahlenbelastung von 2400 µSv. Die Verteilung der effektiven Dosis in der Jülicher Region (Abbildung 2-19) lässt die Hauptwindrichtungen Süd-Ost und Süd-West erkennen.

Die höchste Schilddrüsensdosis (Kinder von 1 bis 2 Jahren) ergibt sich mit 1,4 µSv/a an Zaunposition 62 als Folge von C-14-Emissionen der Veranschungsanlage JÜV50/2 (vgl. Abbildung 2-16).

Emissionen mit dem Abwasser

Einen Überblick über die zeitliche Entwicklung der radioaktiven Emissionen mit dem Abwasser in die Rur geben die Abbildung 2-18 und Abbildung 2-20.

Es zeigt sich, dass die Tritium-Emissionen um 61 % gegenüber dem Vorjahr auf 2,2E+11 Bq zurückgegangen sind. Auch die Abgabe von <sup>90</sup>Sr liegt mit 2,8E+07 Bq etwa 46 % niedriger als im Jahr 2007. Um rund 18 % vermindert sind die <sup>131</sup>I-Emissionen von 1,9E+07 Bq. Die <sup>60</sup>Co-Emissionen sind mit 2,6E+06 Bq gegenüber dem Vorjahreswert

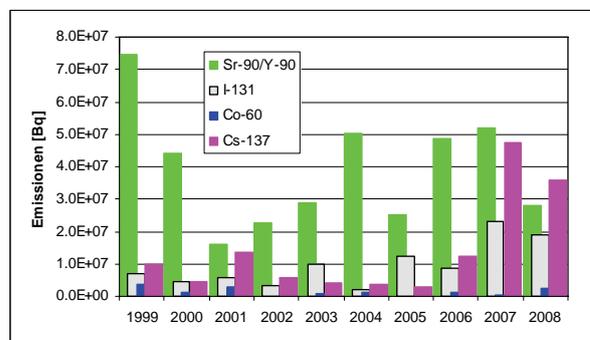


Abbildung 2-18: Zeitlicher Verlauf der Sr-89/Y-90, I-131-, Co-60- und Cs-137-Emissionen mit dem Abwasser (1999 – 2008)

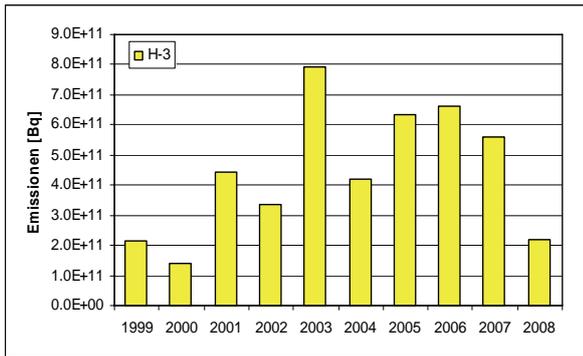


Abbildung 2-20: Zeitlicher Verlauf der Tritium-Emissionen mit dem Abwasser (1999 – 2008)

um den Faktor 8 erhöht und entsprechen dem 1,6-fachen des langjährigen Durchschnittswertes. Der Genehmigungswert für <sup>60</sup>Co von 3,7E+08 Bq/a wird dabei zu weniger als 1 % ausgeschöpft. <sup>137</sup>Cs liegt mit 3,6E+7 Bq 24 % niedriger als im Vorjahr. Zusätzlich wurden im Berichtsjahr <7,6E+06 Bq α-Strahler und 2,3E+08 Bq (β+EC)-Strahler abgegeben.

Aus den Emissionen und der Verdünnung resultieren im Flusswasser Konzentrationen von <2,0E-05 Bq/l α-Strahler, 5,9E-04 Bq/l β-Strahler und 0.6 Bq/l Tritium.

Die Abwasser-Emissionen des Berichtsjahres führen zu Dosisbeiträgen von 18.5 μSv/a für die Knochenoberfläche (12- bis 17-Jährige<sup>2</sup>), von 5.3 μSv/a für die Schilddrüse (Säuglinge) und von 3.3 μSv/a für die effektive Dosis (Säuglinge) (Tabelle 2-29). Diese Werte liegen weit unter den Dosisgrenzwerten der StrISchV.

**Zusammenfassung**

Tabelle 2-29 gibt eine Übersicht über die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung des Forschungszentrums durch die betrieblich notwendigen und genehmigten Ableitungen radioaktiver Substanzen mit der Fortluft und dem Abwas-

ser. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es im Berichtszeitraum durch radioaktive Emissionen keine Beeinträchtigung der Umgebung des Forschungszentrums gab.

**2.3.1.3 Erhöhte Ableitungen**

Bei einer Nachkalibrierung der Abluftüberwachungsanlage für das Babyzyklotron des Instituts für Radiochemie INB-4 stellte sich heraus, dass die Emissionen von <sup>18</sup>F den Genehmigungswert von 1,85E+07 Bq überschritten haben. Die nachfolgenden Tabellen 2-29 und 2-30 stellen für die Jahre 2007 und 2008 die resultierenden Dosen der Emissionen des Babyzyklotrons denen aller Emissionen des gesamten Forschungszentrums gegenüber. In den Tabellen ist angegeben, an welcher Stelle des Anlagenzauns des Forschungszentrums (vgl. Abbildung 2-10) die ausgewiesene Maximaldosis aufgetreten ist.

In beiden Jahren ergibt sich der Maximalwert der

Tabelle 2-30: Effektive Dosis durch Emissionen des gesamten Forschungszentrums und des Babyzyklotrons im Jahr 2007

Bevölkerungsgruppe	Aufpunkt	Alle Emittenten [Sv]	Beitrag Babyzyklotron [Sv]	rel. Beitrag Babyzyk. [%]
Säuglinge	62	1.12E-05	6.28E-07	5.61
1-2 Jahre	62	1.48E-05	6.59E-07	4.45
2-7 Jahre	11	1.31E-05	1.93E-07	1.47
7-12 Jahre	11	1.21E-05	1.92E-07	1.59
12-17 Jahre	11	9.22E-06	1.77E-07	1.92
Erwachsene	11	8.60E-06	1.61E-07	1.87

effektiven Dosis für die Gruppe der Kleinkinder (1-2 Jahre), im Jahr 2007 am Aufpunkt 62 mit einem Wert von 1.48E-05 Sv, im Jahr 2008 am Aufpunkt 4 mit einem Wert von 1.8E-06 Sv. Der jeweilige Anteil des Babyzyklotrons beträgt 4,5 % bzw. 4,7 %.

Die Überschreitung des genehmigten <sup>18</sup>F-Jahreswertes für das Babyzyklotron führte zu keiner Gefahr für Mensch und Umwelt.

Tabelle 2-29: Resultierende Dosiswerte im Jahr 2008

Emissionspfad	höchstbelastete Bevölkerungsgruppe	Organ	Aufpunkt (Abbildung 3.2)	Dosis [μSv]
Abluft	1-2 Jährige	Lunge	9	5.2
	1-2 Jährige	Schilddrüse	62	1.4
	1-2 Jährige	Effektive Dosis	4	1.8
Abwasser	12-17 Jährige	Knochenoberfläche		18.5
	0-1 Jährige	Schilddrüse		5.3
	0-1 Jährige	Effektive Dosis		3.3



Tabelle 2-32: Entnahme von Umweltproben

Probenart	Probennahme	Messfrequenz
Aerosol	kontinuierlich	Zentrale Messstelle: wöchentlich Messstellen M1 und M3: 14-täglich
Niederschlag	kontinuierlich	14-täglich
Boden	Stichproben, jeweils an 3 verschiedenen Positionen	2 mal jährlich
Gras	Stichproben, jeweils an 3 verschiedenen Positionen	2 mal jährlich
Milch	14-täglich (April bis Oktober), jeweils bei zwei Höfen	14-täglich
Oberflächen- wasser	Kontinuierlich	14-täglich
Grundwasser	vierteljährlich aus 5 Peilroh- ren, 14-täglich aus 9 Peilroh- ren	vierteljährlich / 14-täglich (nur H-3)

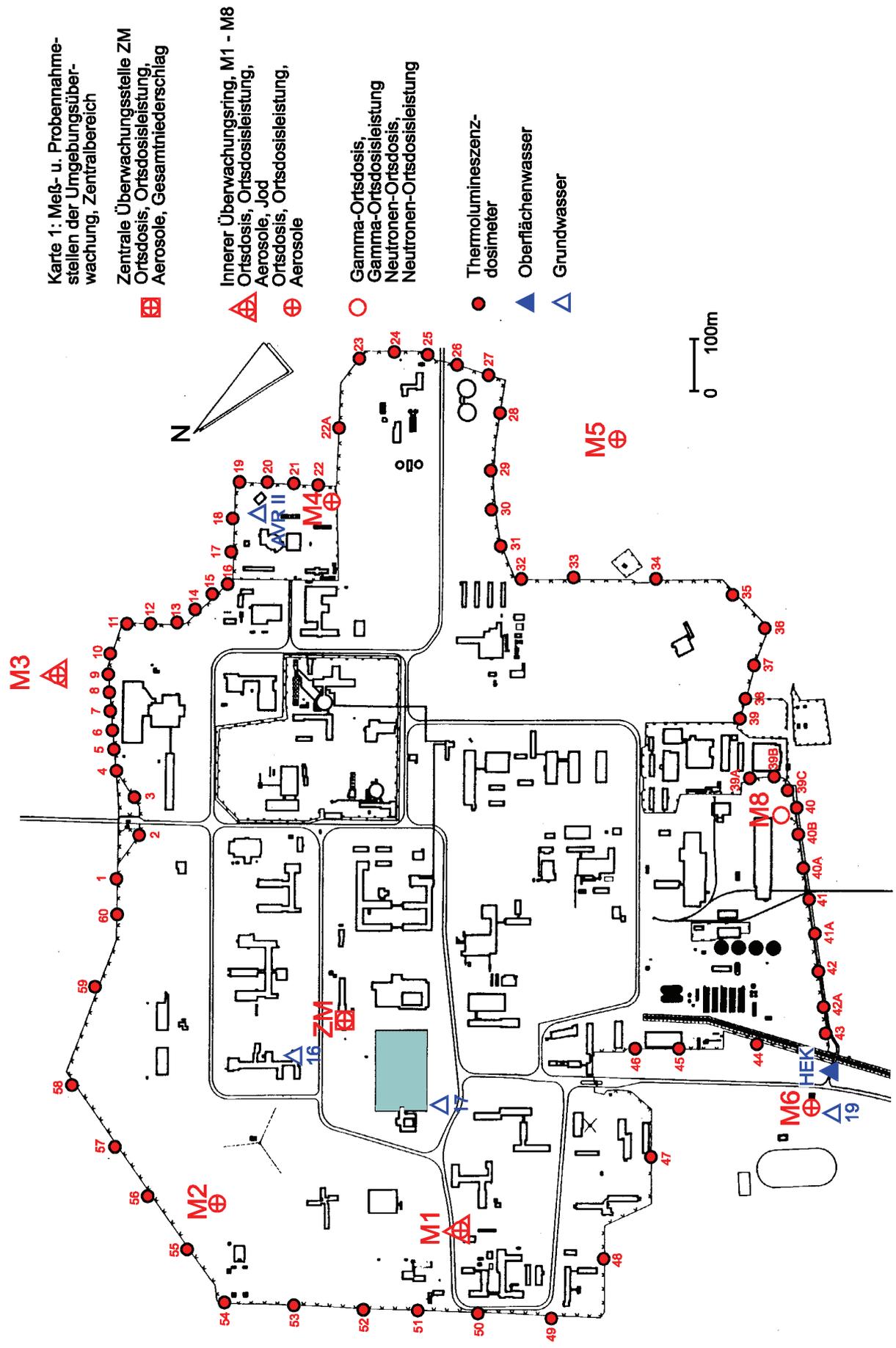


Abbildung 2-22: Mess- und Probennahmestellen auf dem Gelände des Forschungszentrums und in dessen unmittelbarer Umgebung

## Ergebnisse

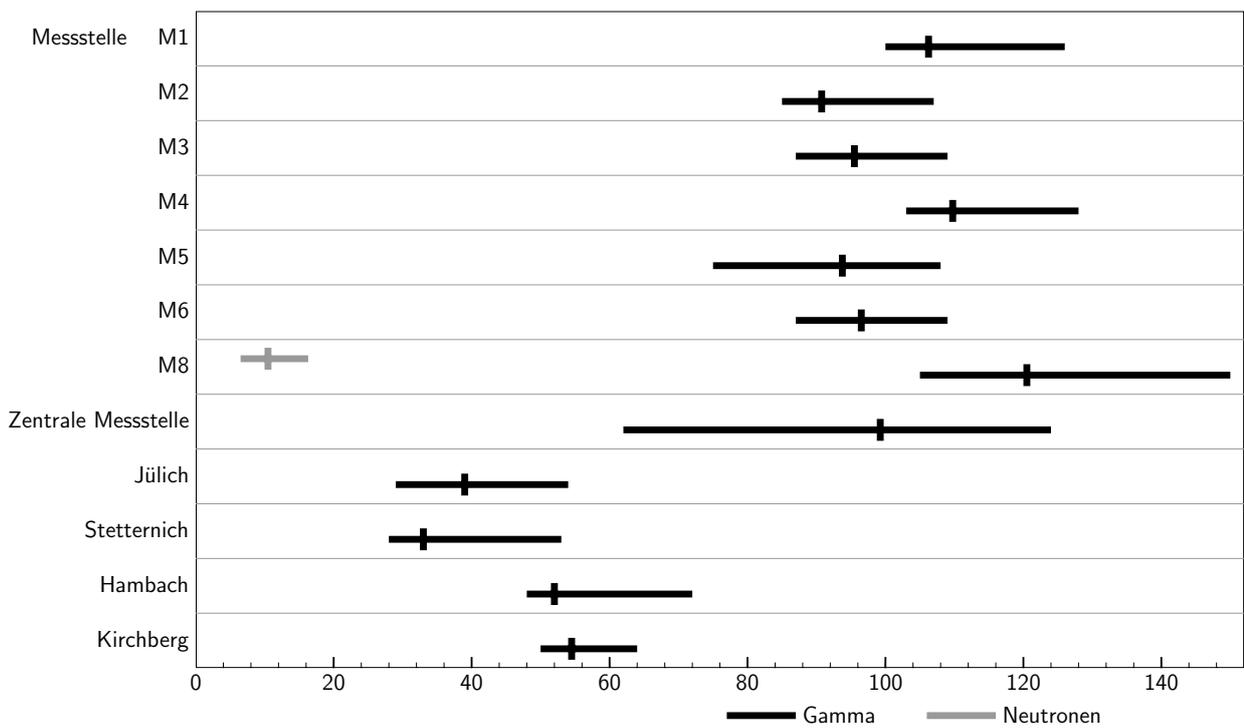


Abbildung 2-23: 2007 gemessene Ortsdosisleistungen. Die vertikalen Markierungen geben den Jahresmittelwert an, die Endpunkte der horizontalen Balken zeigen die gemessenen Maxima und Minima.

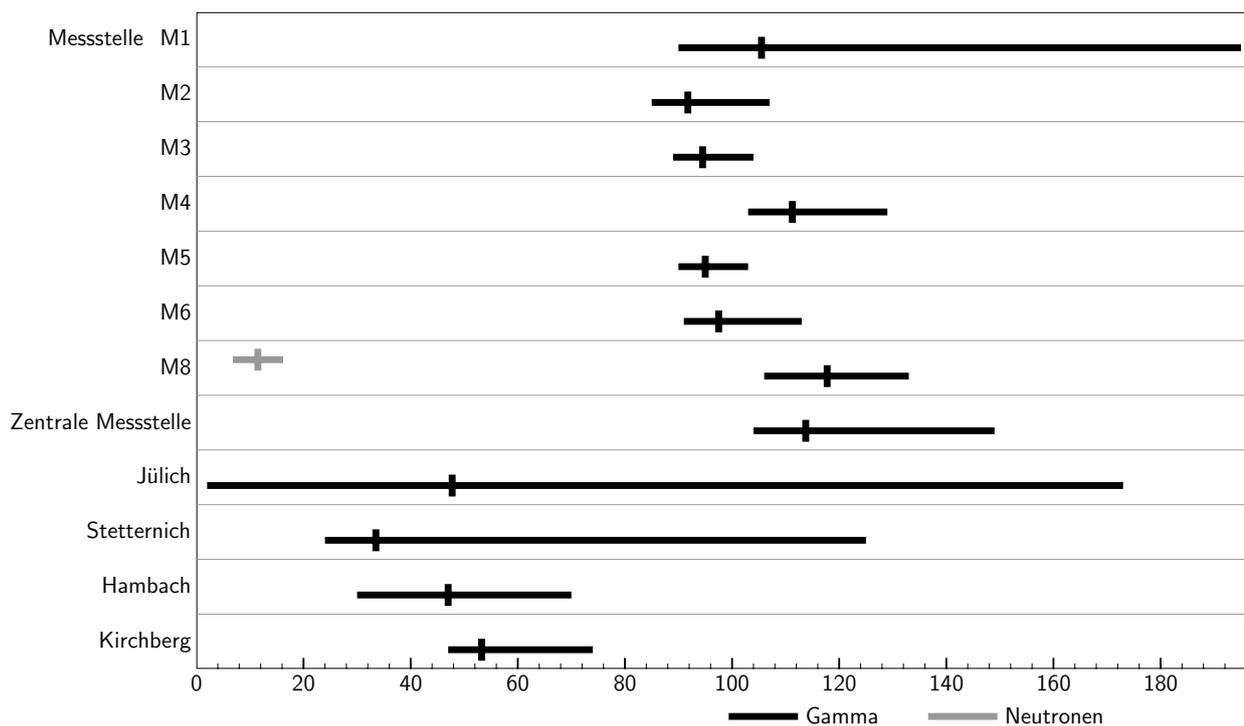


Abbildung 2-24: 2008 gemessene Ortsdosisleistungen. Die vertikalen Markierungen geben den Jahresmittelwert an, die Endpunkte der horizontalen Balken zeigen die gemessenen Maxima und Minima.

Die  $\alpha$ -,  $\beta$ - und Be-7-Aktivitäten in den **Aerosolen** und im **Niederschlag** sind natürlicher Herkunft. Bei den langlebigen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahlern handelt es sich vorwiegend um Po-210 bzw. Bi-210 aus der Uranfamilie.

Be-7 wird durch Spallation des atmosphärischen N-14 durch die Höhenstrahlung erzeugt. Bei der Cs-137-Aktivität im Niederschlag handelt es sich um geringe Reste aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Die nachgewiesene H-3-Niederschlagsaktivität ist natürlichen Ursprungs.

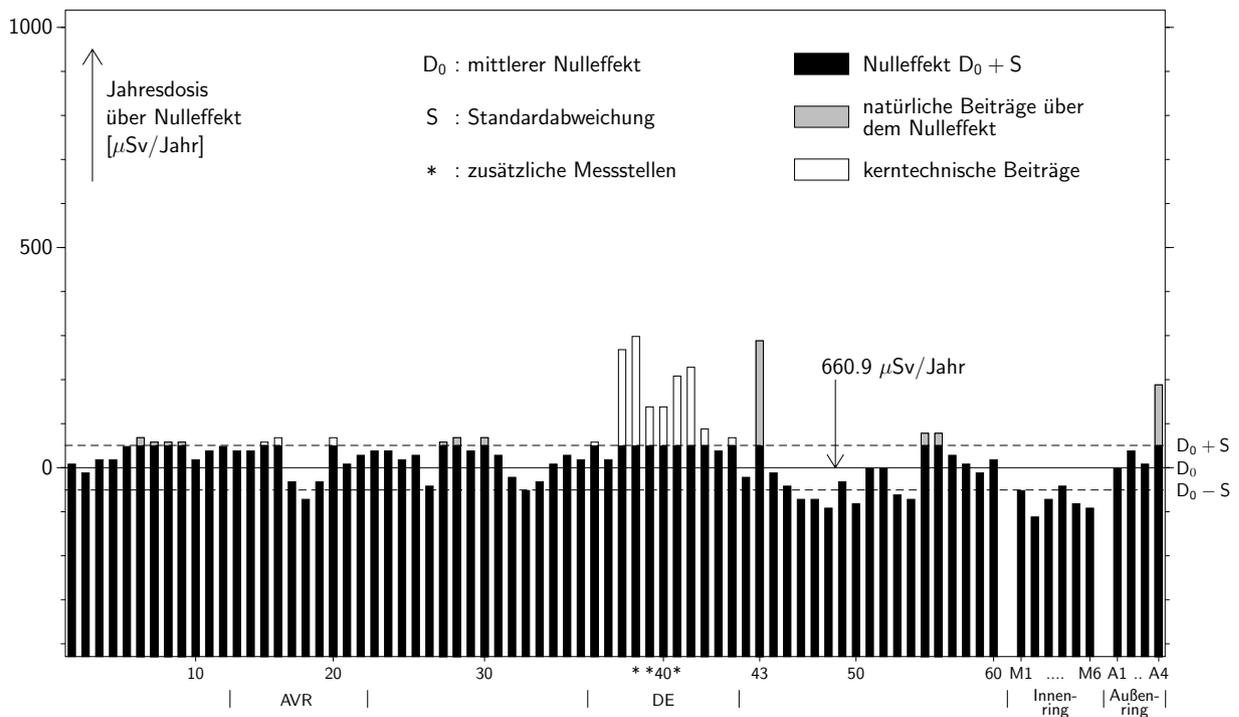


Abbildung 2-25: Im Jahr 2007 mit TLD gemessene Ortsdosen am Zaun des Forschungszentrums Jülich sowie im inneren und äußeren Überwachungsring.

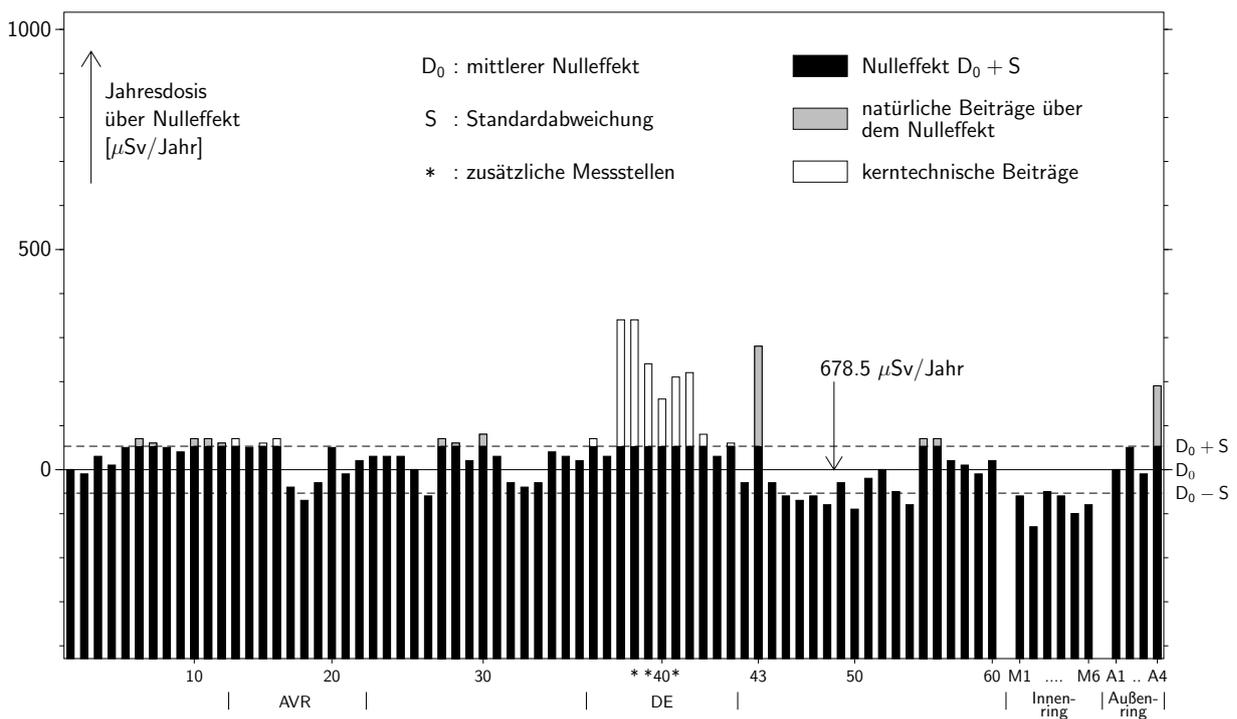


Abbildung 2-26: Im Jahr 2008 mit TLD gemessene Ortsdosen am Zaun des Forschungszentrums Jülich sowie im inneren und äußeren Überwachungsring.

Die im Boden gemessenen Sr-90- und Cs-137-Konzentrationen stammen aus den atmosphärischen Atomwaffentests und bei Cs-137 zu 50 % auch aus den Kontaminationen durch den Reaktorunfall von Tschernobyl. Im **Oberflächenwasser** aus der Rur konnte dagegen nur natürliche Radioaktivität nachgewiesen werden. Radio-

nuklide aus dem Forschungszentrum wurden in diesen Umweltproben nicht gefunden. Nur im Hauptentwässerungskanal (HEK) wurde eine geringe Aktivitätskonzentration von H-3 sowie Spuren von Cs-137 festgestellt (Abbildung 2-27 unten), die auf Abwasserableitungen aus dem Forschungszentrum zurückgehen.

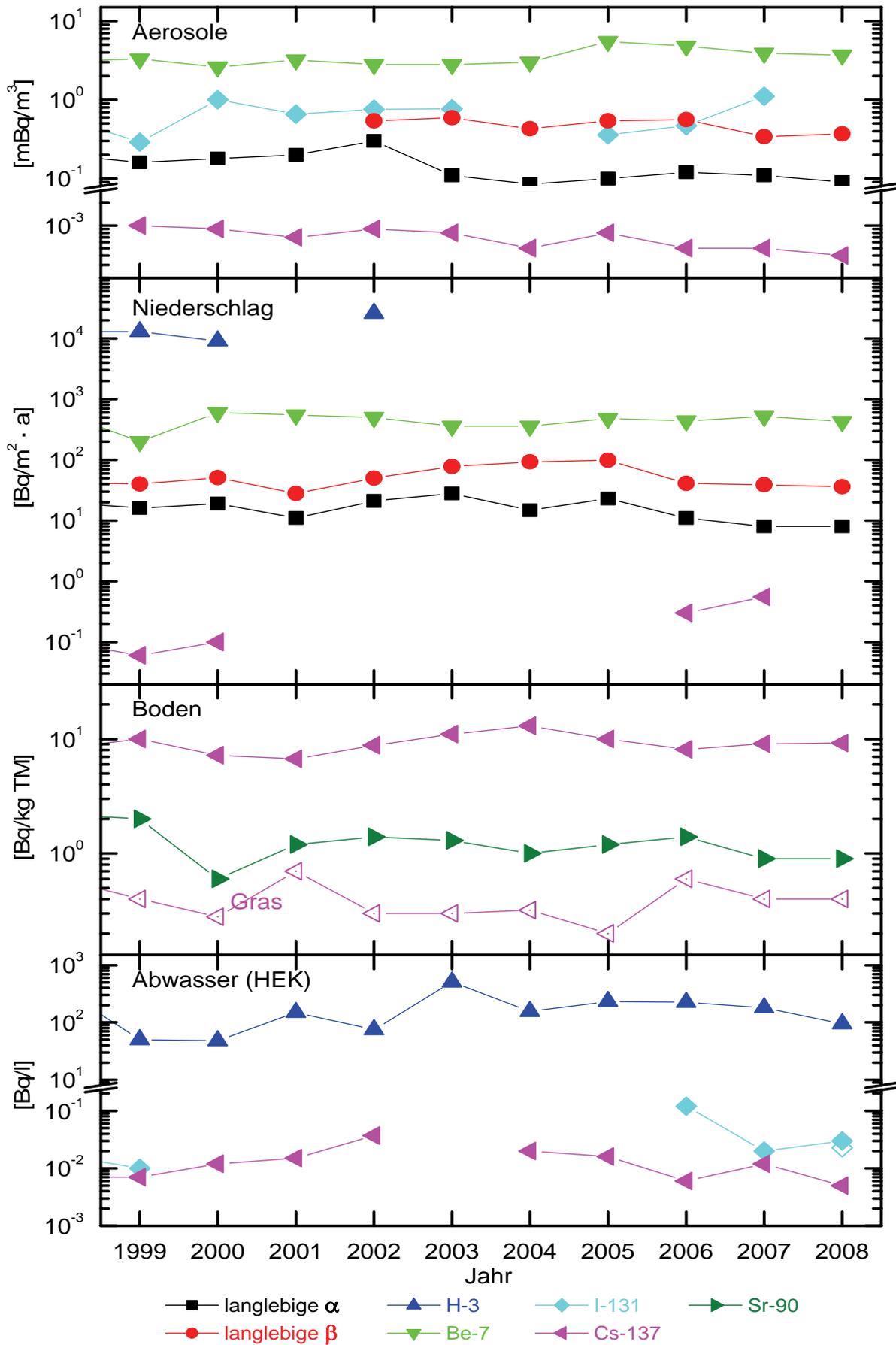


Abbildung 2-27: Jahresmittelwerte der Radioaktivität von Umweltproben in der Umgebung des Forschungszentrums Jülich in den letzten Jahren. (Die β-Aktivität in den Aerosolen wird erst seit 2002 auch unterhalb der geforderten Nachweisgrenze von 2 mBq/m<sup>3</sup> ausgewertet.)

In quartalsweisen Untersuchungen von **Grundwasser** aus Peilrohren direkt am HEK konnte Tritium in einigen Messungen bei drei von sieben Peilrohren nachgewiesen werden. Hierbei handelt es sich um kurzzeitige, mit vorausgegangenen Emissionen über den HEK korrelierte Konzentrationsanstiege. Diese sind selbst unter der Annahme der Nutzung als Trinkwasser nicht dosisrelevant.

Zur weiteren Beobachtung dieser Messwerte wird über REI hinausgehend seit 1997 ein erweitertes, behördlich abgestimmtes Messprogramm durchgeführt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

1. In den Berichtsjahren 2007 und 2008 sind in der Umgebung des Forschungszentrums keine Überschreitungen der zulässigen Aktivitätskonzentrationen in der bodennahen Luft oder im Wasser zu verzeichnen.
2. Die durch Modellrechnungen gewonnenen Ergebnisse, nach denen eine Beeinflussung der Umwelt durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser auszuschließen ist, wurden durch die Immissionsmessungen bestätigt.
3. In den Umweltproben aus der Umgebung des Forschungszentrums konnte keine Radioaktivitätskonzentration gemessen werden, die durch Emissionen aus dem Forschungszentrum verursacht wurde.
4. Im Abwasser konnten niedrige Konzentrationen von künstlichen Radionukliden im und am HEK gemessen werden, die aber nicht dosisrelevant sind.
5. Umgebungskontaminationen mit Cs-137 und Sr-90 aus früheren Atombombenversuchen und dem Reaktorunfall in Tschernobyl lassen sich nur noch in Bodenproben nachweisen.

### 2.3.2.3 Gammaskpektrometrie-Labor

Im Jahr 2007 wurden insgesamt fast 2000 und im Jahr 2008 knapp 1800 Untersuchungen im Gammaskpektrometrie-Labor durchgeführt. Der Schwerpunkt lag bei der Immissionsüberwachung mit jeweils ca. 500 Messungen, bei der Emissionsüberwachung und bei der Kontaminationskontrolle wurden im Jahr 2007 über 700 und im Jahr 2008 370 Proben untersucht. Bei diesen Proben handelt es sich z. B. um Filter, Bauschutt oder um andere Abfälle. Im Rahmen von Ringversuchen

wurden im Jahr 2007 74 und im Jahr 2008 114 Messungen durchgeführt.

Zur Qualitätssicherung hat das Gammaskpektrometrie-Labor im Jahr 2007 erfolgreich an vier Ringversuchen des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) sowie an einem Ringversuch der IAEA und im Jahr 2008 ebenfalls an vier Ringversuchen des BfS sowie an je einem Ringversuch des Max-Rubner-Instituts und des britischen National Physical Laboratory teilgenommen.

### 2.3.3 Meteorologie (S-UM)

*A. Knaps, L. Henschke und E. Brunen*

Die hier dargestellten Ergebnisse stammen aus Messungen an der meteorologischen Station des Forschungszentrums Jülich<sup>1</sup>, die über einen 124 m hohen meteorologischen Turm für Profilmessungen verfügt. Zur Ermittlung der Windstatistik und der Diffusionskategorien wurden die Stundenmittelwerte der Windmessungen in 30 m Höhe verwendet. Der in die Diffusionskategorie einfließende Temperaturgradient wurde aus den Temperaturmessungen in 20 m und 120 m Höhe berechnet.

Die Windrosen auf Basis von 10-Grad-Klassen (Abbildung 2-28) und Stundenmittelwerten zeigen in beiden Jahren wieder gute Übereinstimmung mit der mittleren Verteilung der Richtungen aus den vorangegangenen Zehnjahreszeiträumen. Bei westlichem Wind kam 2007 der Sektor von 260-269 Grad mit 7,9 % am häufigsten vor. Wind aus dem Richtungsbereich 220 - 339 Grad wurde 2007 in 54,9 % aller Fälle beobachtet, im 10-jährigen Vergleichszeitraum waren es 51,2 %. 2008 traten Richtungen um SSW etwas häufiger und Richtungen aus NW etwas seltener auf, als im langjährigen Mittel. Betrachtet man nur Sektoren mit Häufigkeiten von mindestens 2 %, so fallen 2 Bereiche auf. Wind aus dem Richtungsbereich von 200 - 309 Grad wurde in 48,4 % der Zeit beobachtet und der schmalere Bereich von 80 - 139 Grad war mit einer Häufigkeit von 26,8 % vertreten. Am häufigsten war der Sektor von 110 - 119 Grad vertreten (8,85 %) und am seltensten der 60 - 69 Grad-Sektor (0,76 %).

Das in den vergangenen Jahren ebenfalls immer vorhandene Maximum bei Richtungen aus 110 - 119 Grad war 2007 relativ schwach ausgeprägt. Wind aus diesem 10-Grad-Sektor wurde

<sup>1</sup> G. Polster et al., Der meteorologische Turm der Kernforschungsanlage Jülich, Jül-2095, Nov. 1986

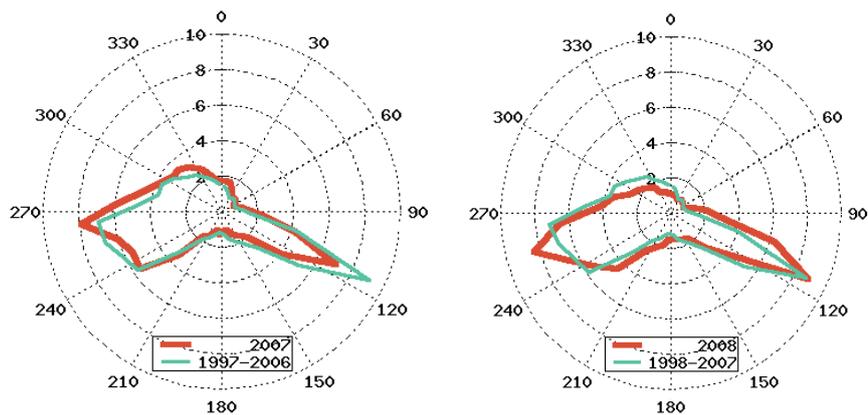


Abbildung 2-28: Relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtung 2007 und 2008

während 616 Stunden beobachtet, das entspricht 7,0 % der Zeit. Während des Vergleichszeitraums von 1997 - 2006 waren es dagegen 9,1 %. Im Richtungsbereich von 90 - 139 Grad (Klassenhäufigkeiten von 2 % und mehr) findet man 1719 Stunden (19,6 %). Dagegen kam im 10-jährigen Vergleichszeitraum Wind aus diesem Bereich in 23,4 % der Zeit vor. Der Sektor mit der geringsten Häufigkeit war der 60-69-Grad-Sektor mit 65

Stunden (0,74 %) des Jahres. 2008 trat das sekundäre Maximum mit der erwarteten (mittleren) Häufigkeit auf.

Als Maß für den Turbulenzzustand der Atmosphäre wird die Einteilung in 6 Diffusionsklassen nach Pasquill<sup>2</sup> verwendet. Die Klassen werden mit den Buchstaben A bis F gekennzeichnet. Klasse A steht für hohe Turbulenz und starke Durchmischung, D für normal ausgeprägte Turbulenz und

Tabelle 2-33: Häufigkeitsverteilung der Diffusionskategorie (%) in Abhängigkeit von der Windrichtung im Jahr 2007 und im langjährigen Mittel 1969 - 1990 (in Klammern)

Windrichtung [Grad]	Verteilung der Diffusionskategorie 2007						SUMME
	A	B	C	D	E	F	
30	0,08 (0,27)	0,64 (0,59)	0,30 (0,45)	1,26 (1,5)	0,82 (0,94)	0,55 (0,59)	3,64 (4,34)
60	0,06 (0,18)	0,38 (0,39)	0,15 (0,3)	0,87 (1,12)	0,57 (0,86)	0,59 (0,56)	2,62 (3,41)
90	0,21 (0,25)	1,26 (0,63)	0,58 (0,5)	1,47 (2,69)	1,26 (2,09)	0,95 (1,37)	5,72 (7,58)
120	0,11 (0,17)	0,90 (0,64)	0,81 (1,37)	3,78 (4,39)	5,02 (3,71)	4,29 (3,57)	14,92 (13,23)
150	0,03 (0,09)	0,16 (0,21)	0,22 (0,07)	0,99 (1,99)	0,93 (1,52)	2,22 (2,47)	4,54 (5,53)
180	0,00 (0,07)	0,08 (0,19)	0,16 (0,09)	0,96 (1,63)	0,81 (0,99)	1,34 (1,58)	3,35 (4,7)
210	0,01 (0,09)	0,16 (0,27)	0,17 (0,07)	2,93 (4,38)	0,86 (1,28)	0,91 (1,46)	5,05 (7,93)
240	0,01 (0,15)	0,21 (0,75)	1,35 (0,89)	10,97 (11,62)	1,79 (1,94)	1,61 (1,5)	15,94 (17,55)
270	0,01 (0,22)	0,54 (1,06)	1,86 (1,59)	13,38 (9,29)	1,85 (1,73)	1,50 (1,44)	19,13 (15,25)
300	0,01 (0,25)	0,69 (0,9)	0,90 (1,14)	6,12 (4,77)	1,56 (1,34)	1,92 (1,06)	11,20 (9,28)
330	0,03 (0,33)	1,11 (0,75)	0,81 (0,39)	3,08 (2,02)	1,48 (1,06)	1,72 (0,86)	8,24 (5,6)
360	0,05 (0,46)	1,02 (0,82)	0,55 (0,41)	1,43 (1,31)	0,96 (0,8)	1,67 (0,76)	5,66 (4,6)
Summe	0,61 (2,52)	7,12 (7,19)	7,86 (8,11)	47,24 (46,73)	17,91 (18,24)	19,26 (17,21)	100,00 (100)

F für unterdrückte Durchmischung. Starke Turbulenz herrscht z. B. an windschwachen Sommertagen mit starker Sonneneinstrahlung und einem vertikalen Temperaturgradienten von kleiner als  $-0,9 \text{ K}/100 \text{ m}$ . Dieser Fall ist eher selten, weil dann normalerweise automatisch Umschichtungen stattfinden, die diesen extremen Temperaturgradienten abbauen. Im Gegensatz dazu treten die Voraussetzungen für geringe Turbulenz häufiger auf: nächtliche windschwache Situationen bei wenig oder keiner Bewölkung, die zur Bildung von Inversionen führen.

Tabelle 2-33 zeigt die Verteilung der Diffusionsklassen in Abhängigkeit von der Windrichtung im Jahr 2007. Die Häufigkeiten der Kategorien B bis E stimmten gut mit den langjährigen Mittelwerten überein. Dagegen waren labile Situationen (A) mit 0,61 % im Vergleich zu 2,52 % deutlich unterrepräsentiert und stark stabile Verhältnisse (F) wurden mit 19,26 % etwas häufiger beobachtet, als im Vergleichszeitraum (17,21 %). Der 30-Grad-Sektor um 120 Grad, in dem das OSO-Maximum

der Windrichtungsverteilung liegt (siehe Windrose in Abbildung 2-28), ist in den Kategorien D-F erneut besonders stark besetzt. Wie im Vorjahr zeigt sich hier, dass Wind aus diesem Richtungsbereich überwiegend während stabiler Wettersituationen auftritt.

Für 2008 findet man die Diffusionsklassen-Verteilung in Tabelle 2-34. Auch hier stimmen die Häufigkeiten der Kategorien B bis E mit den langjährigen Mittelwerten gut überein. Dagegen traten labile Situationen (A) mit 0,72 % im Vergleich zu 2,52 % deutlich seltener auf und stark stabile Situationen (F) mit 18,51 % etwas häufiger, als im Vergleichszeitraum (17,21 %). Für den 30-Grad-Richtungsbereich um 120 Grad gelten die in 2007 gemachten Beobachtungen auch für 2008.

Die Jahresmittel bzw. Jahressummen der wichtigsten meteorologischen Größen sind in Abbildung 2-29 (2007) und Abbildung 2-30 (2008) als Zeitreihen dargestellt. In der nachfolgenden Beschreibung werden für Vergleiche die langjährigen Mittelwerte aus den Jahren 1961 bis 2007

Tabelle 2-34: Häufigkeitsverteilung der Diffusionskategorie (%) in Abhängigkeit von der Windrichtung im Jahr 2008 und im langjährigen Mittel 1969 - 1990 (in Klammern)

Windrichtung [Grad]	Verteilung der Diffusionskategorie 2008						SUMME
	A	B	C	D	E	F	
30	0,08 (0,27)	0,41 (0,59)	0,24 (0,45)	0,72 (1,5)	0,83 (0,94)	0,59 (0,59)	2,87 (4,34)
60	0,06 (0,18)	0,32 (0,39)	0,19 (0,3)	0,82 (1,12)	0,69 (0,86)	0,42 (0,56)	2,50 (3,41)
90	0,10 (0,25)	1,51 (0,63)	0,85 (0,5)	2,57 (2,69)	1,90 (2,09)	0,97 (1,37)	7,90 (7,58)
120	0,17 (0,17)	1,49 (0,64)	1,44 (1,37)	4,94 (4,39)	4,47 (3,71)	5,76 (3,57)	18,27 (13,23)
150	0,02 (0,09)	0,22 (0,21)	0,18 (0,07)	1,18 (1,99)	1,08 (1,52)	2,70 (2,47)	5,38 (5,53)
180	0,03 (0,07)	0,14 (0,19)	0,25 (0,09)	2,06 (1,63)	0,87 (0,99)	1,25 (1,58)	4,60 (4,7)
210	0,02 (0,09)	0,18 (0,27)	0,51 (0,07)	4,18 (4,38)	1,32 (1,28)	1,47 (1,46)	7,68 (7,93)
240	0,05 (0,15)	0,47 (0,75)	1,71 (0,89)	11,53 (11,62)	2,95 (1,94)	1,49 (1,5)	18,20 (17,55)
270	0,01 (0,22)	1,00 (1,06)	1,77 (1,59)	10,71 (9,29)	2,34 (1,73)	1,13 (1,44)	16,96 (15,25)
300	0,01 (0,25)	0,52 (0,9)	0,79 (1,14)	4,13 (4,77)	0,99 (1,34)	1,05 (1,06)	7,49 (9,28)
330	0,09 (0,33)	0,76 (0,75)	0,60 (0,39)	1,61 (2,02)	0,82 (1,06)	0,89 (0,86)	4,77 (5,6)
360	0,08 (0,46)	0,63 (0,82)	0,17 (0,41)	0,96 (1,31)	0,75 (0,8)	0,79 (0,76)	3,38 (4,6)
Summe	0,72 (2,52)	7,65 (7,19)	8,70 (8,11)	45,41 (46,73)	19,01 (18,24)	18,51 (17,21)	100,00 (100)

bzw. 2008 herangezogen. Diese unterscheiden sich leicht von den in der Abbildung 2-31 und Abbildung 2-32 angegebenen Klima-Mittelwerten, weil dort der von der WMO vorgeschlagene Vergleichszeitraum für klimatologische Messungen verwendet wurde (1961-1990 WMO Global Standard Climate Normals).

Mit 11,1 Grad C lag die Jahresmitteltemperatur wieder deutlich über dem langjährigen Mittelwert von 9,9 Grad C. Es ist der bisher höchste Jahresmittelwert, der nur 1994 schon einmal erreicht wurde. Ursache ist ein zu warmes erstes Halbjahr 2007, in dem insbesondere die Wintermonate und der April auffallen. Darüber hinaus war 2007 das elfte Jahr in Folge, in dem das Jahresmittel über dem langjährigen Mittelwert lag. Die höchste gemessene Temperatur betrug 34,9 Grad C. Das Temperaturmaximum wurde am 15. Juli und das Minimum (-7,6 Grad C) am 21. Dezember beobachtet. Die Windgeschwindigkeit lag im Mittel bei  $3,1 \text{ ms}^{-1}$ , was dem langjährigen Mittelwert entspricht. Der Jahresniederschlag erreichte 878 Millimeter und lag damit  $181 \text{ l/m}^2$  (26 %) über dem Durchschnitt. Die Sonnenscheindauer summierte sich zu 1626 Stunden, was 106 % des langjährigen Wertes entspricht.

2008 liegt die Jahresmitteltemperatur mit 10,5 Grad C ebenfalls über dem langjährigen Durchschnitt von 9,9 Grad C, erreicht aber nicht die höheren Werte der vergangenen drei Jahre. Zu dem erhöhten Wert haben insbesondere die Monate Januar, Februar und Mai beigetragen, die um 4,1 Grad C, 2,5 Grad C und 3,4 Grad C zu warm waren. 2008 ist das zwölfte Jahr in Folge, in dem die Mitteltemperatur über dem langjährigen Durchschnitt liegt. Die höchste Temperatur des Jahres (31,5 Grad C) wurde am 2. Juli gemessen, die tiefste Temperatur (-6,5 Grad C) am 31. Dezember.

Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt 2008 bei 3,0 m/s und damit 0,1 m/s unter dem langjährigen Mittel. Die Summe aller Stunden mit Sonnenschein erreicht einen Wert von 1.542 h, der nur knapp über dem langjährigen Mittel von 1538 h liegt. Die Niederschläge erreichen eine Summe von  $725 \text{ l/m}^2$ ,  $27 \text{ l/m}^2$  mehr, als im langjährigen Durchschnitt.

Es gab 2008 ein Starkniederschlagsereignis, das die bisher an der Wetterstation des Forschungszentrums beobachteten Starkniederschläge übertraf. Am 29. Mai zog vormittags ein extrem starkes Gewitter über Jülich. Durch die Mächtigkeit

und den hohen Wassergehalt der Wolken verdunkelte sich der Himmel wie kurz vor Ende der abendlichen Dämmerung. Das Gewitter brachte an der Wetterstation im Forschungszentrum eine Niederschlagsmenge von  $25,8 \text{ l/m}^2$ , was noch ohne größere Folgen blieb. In der näheren Umgebung des Forschungszentrums wurden aber auch Werte von über  $40 \text{ l/m}^2$  innerhalb von 20 Minuten erreicht, was stellenweise große Schäden zur Folge hatte, wie überflutete Keller und weggeschwemmte Ackerböden.

Alle Jahreswerte, die in Abbildung 2-29 und Abbildung 2-30 grafisch dargestellt sind, können im Internet abgerufen werden. Auf der Seite <http://www.fz-juelich.de/gs/meteo/jmtab1de1> findet sich eine Tabelle mit den Zahlenwerten.

Die Ergebnisse der Messungen an der meteorologischen Station werden für die Beurteilung von Emissionen und Immissionen des Forschungszentrums im Hinblick auf die Umgebungsbelastung verwendet. Darüber hinaus dienen die meteorologischen Daten auch der Forschung in verschiedenen Instituten des Forschungszentrums. Sie finden im Rahmen der Modellierung chemischer Reaktionen von Spurenstoffen in der Atmosphäre Verwendung, sowie bei der Interpretation von Messergebnissen bei Labor- und Feldversuchen, der Projektierung von Sonnen- und Windenergieanlagen und der Kalibrierung von Messgeräten.

2007 und 2008 wurden die Turmmessungen im Rahmen einer Kooperation mit dem ICG-II während der Feldmesskampagne COCA IV für ein Forschungsprojekt aus dem Sonderforschungsbereich SFB32 (Transregio) zur Verfügung gestellt. Dabei wurden die Profilmessungen dazu benutzt, das bodennahe Windfeld und das durch Flugzeugmessungen gewonnene Windfeld in Höhen über 120 m zu koppeln.

Im Berichtsjahr 2007 wurden insgesamt 112 meteorologische bzw. klimatologische Datensätze weitergegeben.

72 Anforderungen kamen von Instituten innerhalb des Forschungszentrums, eine von privaten Abnehmern (Industrie, Stadtverwaltungen, etc.), drei von Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen und 36 vom Deutschen Wetterdienst. 2008 wurden insgesamt 59 Datensätze von Instituten im Forschungszentrum angefragt. Von privaten Abnehmern (Industrie, Stadtverwaltungen, etc.) kamen sieben und von Hochschulen fünf Anfragen.

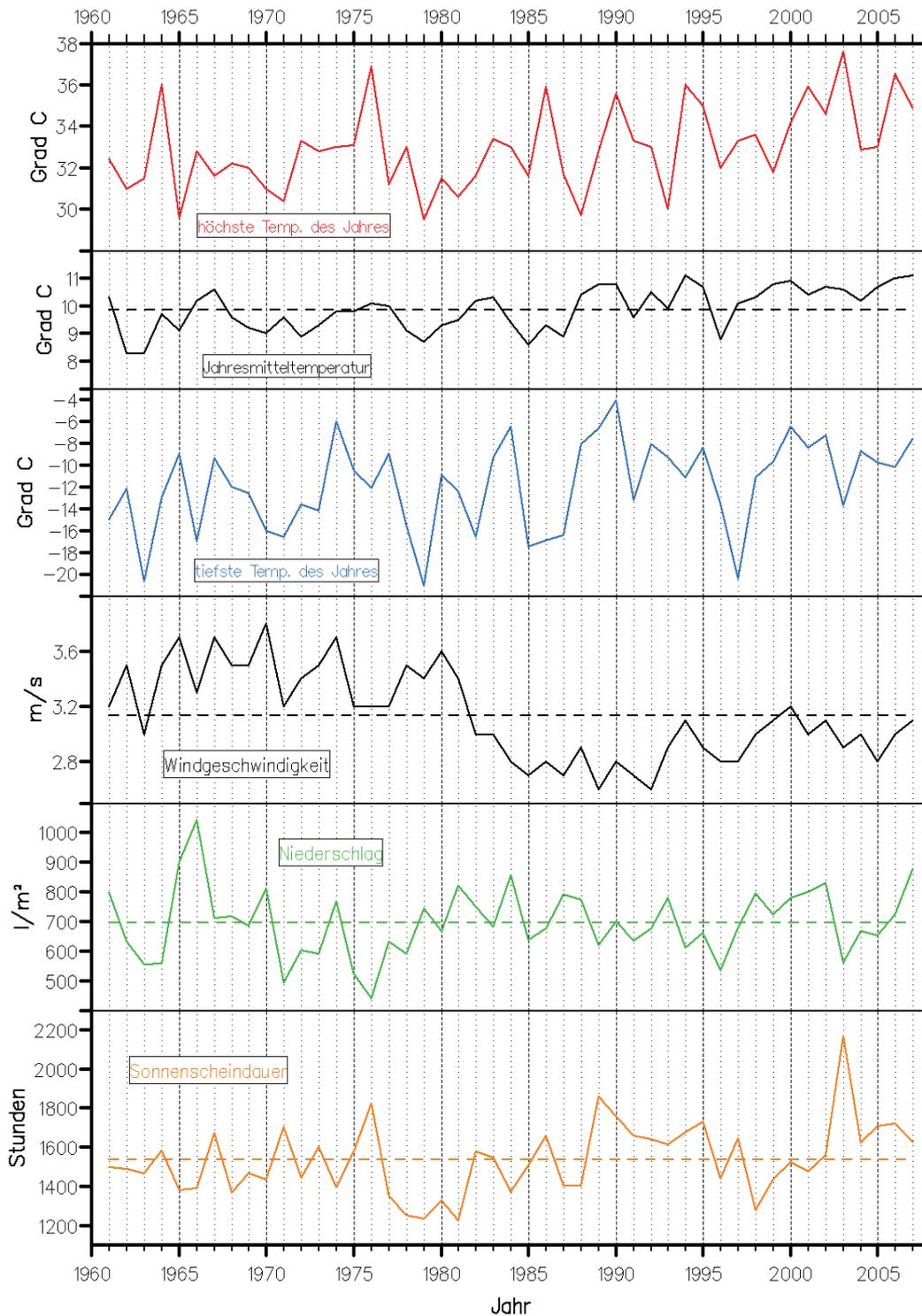


Abbildung 2-29: Jahresmittelwerte 1961 - 2007 der Temperatur und der Windgeschwindigkeit sowie der Summen des Niederschlags und der Sonnenscheindauer

Der Deutsche Wetterdienst erhielt insgesamt 36 Datensätze im Rahmen der monatlichen Weiter-

gabe von Messwerten und klimatologischen Beobachtungen.

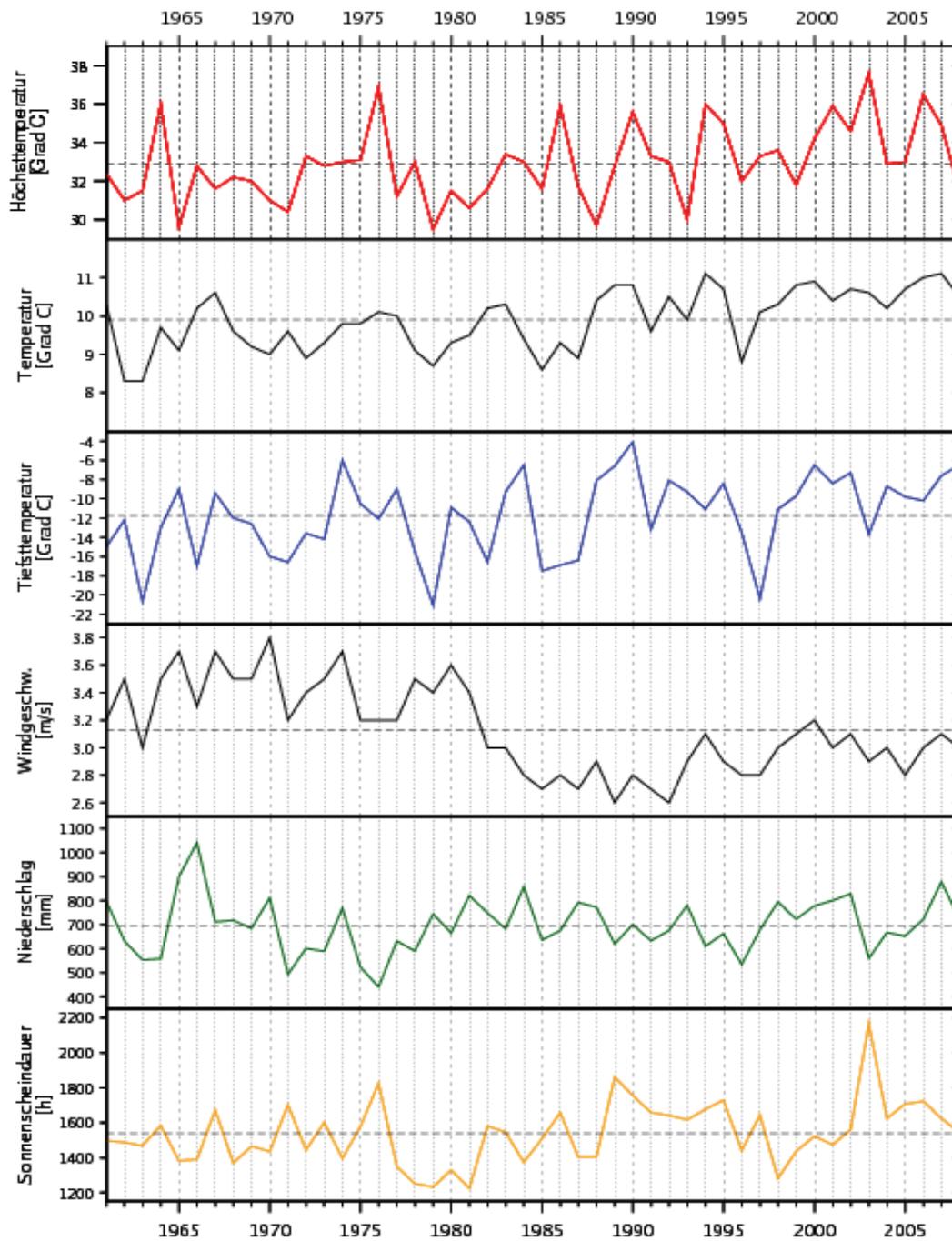


Abbildung 2-30: Jahresmittelwerte 1961 - 2008 der Temperatur und der Windgeschwindigkeit sowie der Summen des Niederschlags und der Sonnenscheindauer

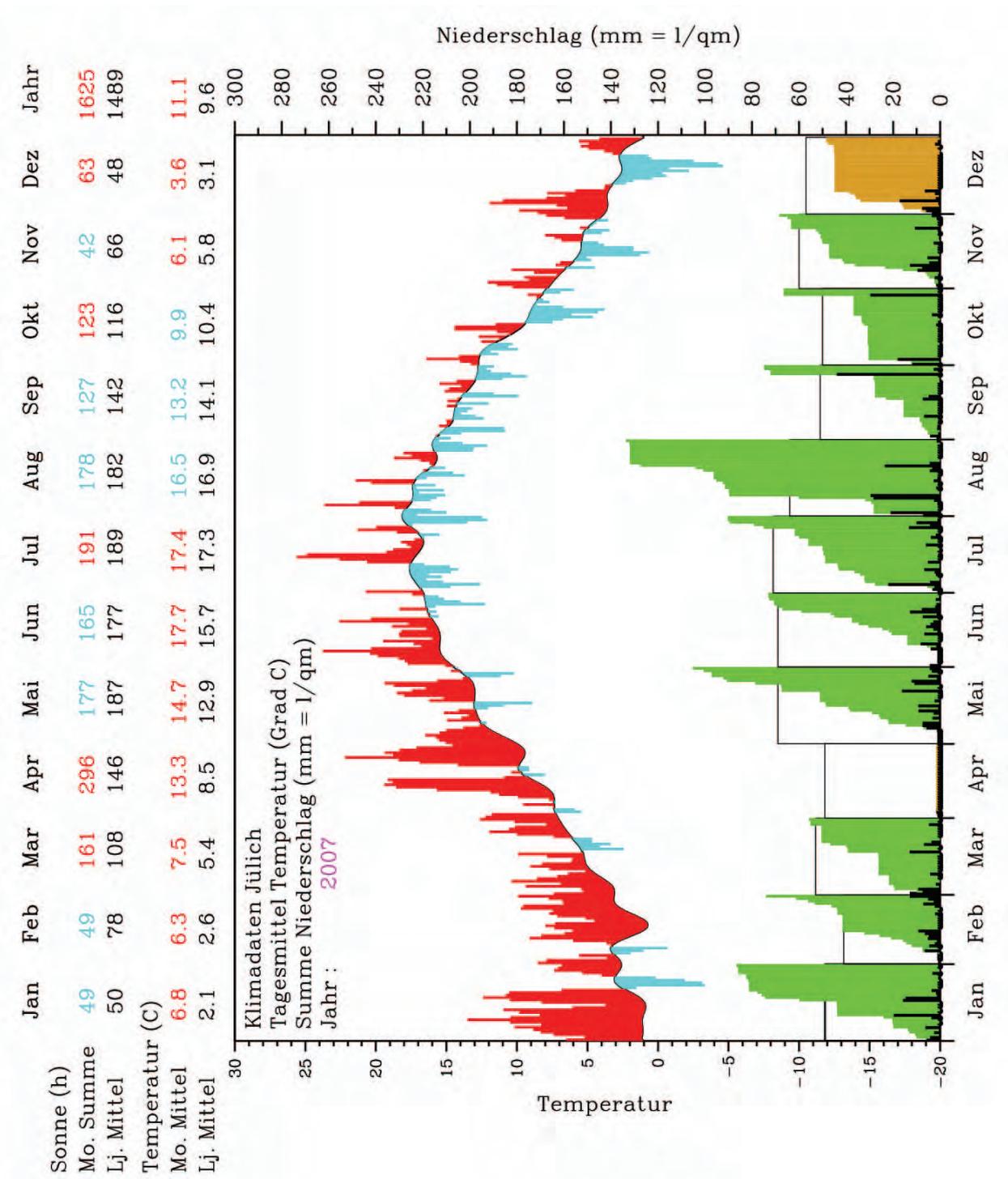


Abbildung 2-31: Tagesmitteltemperatur (oben) sowie Tages- und Monatssummen des Niederschlages (unten) im Jahr 2007 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Temperatur: schwarze Kurve; Niederschlag: Höhe der schwarzen Rechtecke). Negative Abweichungen der Tagesmitteltemperatur: blau, positive Abweichungen: rot; die tägl. Niederschläge (schwarze senkrechte Balken) sind monatsweise aufsummiert; negative Abweichungen der Monatssumme vom langjährigen Mittel: braun, positive: grün

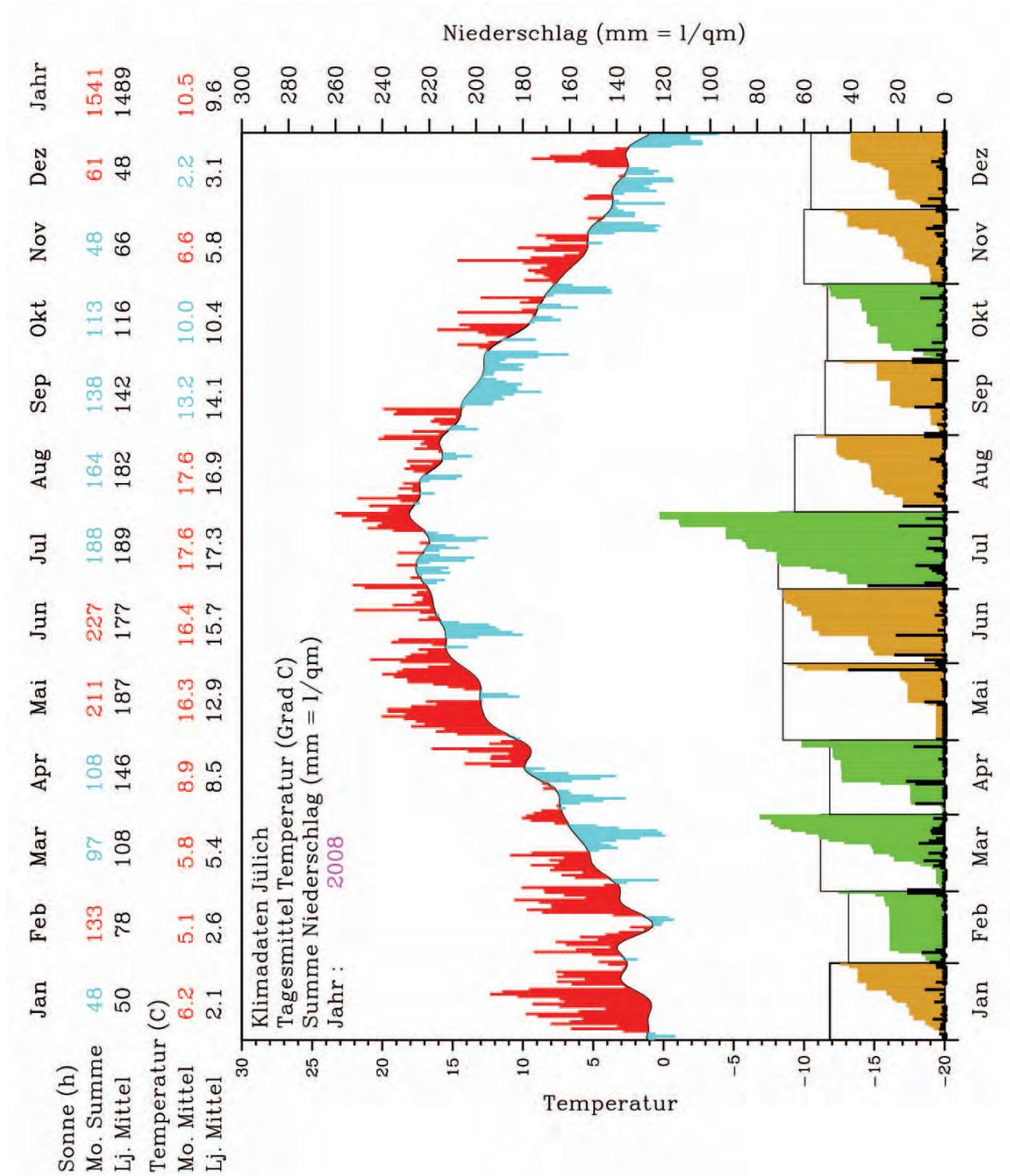


Abbildung 2-32: Tagesmitteltemperatur (oben) sowie Tages- und Monatssummen des Niederschlages (unten) im Jahr 2008 im Vergleich zum langjährigen Mittel (Temperatur: schwarze Kurve; Niederschlag: Höhe der schwarzen Rechtecke). Negative Abweichungen der Tagesmitteltemperatur: blau, positive Abweichungen: rot; die tägl. Niederschläge (schwarze senkrechte Balken) sind monatsweise aufsummiert; negative Abweichungen der Monatssumme vom langjährigen Mittel: braun, positive: grün

### 2.3.4 Strahlenbiologie / S-US

*R. Kriehuber, M. von Ameln, K. Brzozowska, V. Dahmen, S. Heine, K. Knops, D. Oskamp, S. Schmitz, M. Unverricht, E. Pomplun*

Nach der erfolgten Integration des Strahlenbiologischen Labors in den Fachbereich S-U im letzten Quartal des Jahres 2006 standen in den Berichtsjahren die Neudefinition der Forschungsschwerpunkte, die entsprechende Anpassung der laufenden Arbeiten, die Erweiterung des Laborbereiches inklusive seiner räumlichen Neugestaltung und die Verbesserung seiner Infrastruktur. Durch die altersbedingt ebenfalls notwendig gewordene personelle Neuausrichtung sowie die organisatorische Einbindung in S-U wurde eine eng abgestimmte Zusammenarbeit zwischen den experimentell und theoretisch arbeitenden Wissenschaftlern ermöglicht.

Die Arbeitsgruppe S-US konnte sich über erfolgreich eingeworbene Drittmittelprojekte personell deutlich verstärken. Ende 2008 besteht die Gruppe, neben dem Gruppenleiter, aus einer Wissenschaftlerin, zwei Biologieassistenten, vier Doktoranden und einer Diplomandin; Anfang 2009 werden zwei BSc Studenten der Fachhochschule Aachen ihre experimentellen Arbeiten aufnehmen. Darüber hinaus wurden im Berichtszeitraum insgesamt 3 Biologieassistenten für jeweils 6 Monate in je 2 Wahlmodulen ausgebildet.

#### 2.3.4.1 Forschungsschwerpunkte

##### **Dosimetrie und Biologische Wirksamkeit von Auger-Elektronen-Emitter**

Die Exposition durch kleine und kleinste Strahlendosen bestimmt die tägliche Strahlenschutz-Praxis. Die Dosis-Wirkungs-Kurve im Niedrigdosisbereich basiert immer noch auf Extrapolationen aus dem Hochdosisbereich mit allen daraus resultierenden Unsicherheiten. Um die biologischen Konsequenzen geringer Dosen genauer quantifizieren zu können, ist ein detailliertes Verständnis des Strahlenwirkungsmechanismus' erforderlich. In seiner physikalischen Phase wird dieser Mechanismus dadurch geprägt, dass die Energie aller Strahlenarten ganz überwiegend durch Ionisationen auf das biologische Gewebe übertragen wird, wobei etwa die Hälfte dieser Ionisationen durch Sekundär-Elektronen mit einer Energie von weniger als 1 keV erfolgt. Solche niederenergetischen Elektronen werden beispielsweise auch beim Zerfall sog. Auger-Elektronen-Emitter freigesetzt. Für die Untersuchung von

strahlenbiologischen Wirkmechanismen bietet sich somit der Einsatz dieser speziellen Radionuklide besonders an. Ein weiterer wichtiger Grund, sich mit diesen Nukliden zu befassen, reicht weit über den Strahlenschutz hinaus. Mit zunehmendem Interesse werden Auger-Elektronen-Emitter gegenwärtig unter dem Aspekt eines möglichen Einsatzes in der Tumorthherapie betrachtet. Die extrem kurze Reichweite dieser Elektronen im Gewebe erlaubt dabei eine starke Lokalisation des Bestrahlungsfeldes unter weitgehender Schonung des gesunden Gewebes. Darüber hinaus gibt es im Forschungszentrum eine lange Tradition auf diesem Gebiet mit einem entsprechenden Erfahrungshintergrund.

Die über die Neustrukturierung erreichte wissenschaftliche Profilschärfung von S-US und der in S-U bereits vorhandene große Erfahrungshintergrund ermöglichen die Untersuchung von zellulären und molekularen Wirkmechanismen niederenergetischer Auger-Elektronen sowohl unter experimentellen als auch unter modelltheoretischen Gesichtspunkten. Diese bilden so auf natürliche Weise den zentralen Forschungsschwerpunkt in S-US.

Die Auswirkungen des Dosisleistungseffektes auf die biologische Strahlenwirkung bei kleinen Strahlendosen sind ein weiterer wissenschaftlicher Schwerpunkt. Unterschiedliche Dosisleistungen ergeben sich zwangsläufig bei der Verwendung von Auger-Emittern mit stark voneinander abweichenden Halbwertszeiten, beispielsweise bei den Iodisotopen  $^{123}\text{I}$  ( $t_{1/2} = 13,2 \text{ h}$ ) und  $^{125}\text{I}$  ( $t_{1/2} = 60,1 \text{ d}$ ). Hierbei soll auch der Frage nachgegangen werden, inwiefern Änderungen in der Gen- und Proteinexpression auf die Höhe einer erfolgten Strahlenexposition hinweisen können und inwieweit hierbei verschiedene Strahlenqualitäten abgebildet werden.

Ein zu diesem Themenbereich an das Bundesamt für Strahlenschutz eingereicherter Förderantrag in Höhe von ca. 560.000 € wurde 2008 in vollem Umfang bewilligt.

##### **Biologische Dosimetrie**

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die Entwicklung neuer Methoden der biologischen Dosimetrie. Hierbei soll die Gen- und Proteinexpression in primären humanen Zellen mit dem Ziel untersucht und analysiert werden, Änderungen im Expressionsmuster zu identifizieren, die die Dosis und die Strahlenqualität einer vorausgegangenen Strahlenexposition abbilden. Erste Ergebnisse hierzu sind im Beitrag unter Punkt 3.3.6 gegeben. Die Charakterisierung und das Verständnis der Interaktion von

beteiligten Signaltransduktionswege sollen helfen, Schlüsselgene zu identifizieren, die eine zeitlich lang andauernde oder verzögert auftretende strahlendosis- und/oder strahlenqualitätsabhängige Expressionsänderung oder Aktivierungsänderung ihres Genproduktes aufweisen. Dies soll zu einem besseren Verständnis der molekularbiologischen Grundlagen der zellulären Strahlenwirkung beitragen. Die Genexpressionsprofile dieser Indikatorgene sollen zudem daraufhin untersucht werden, inwieweit sie geeignet sind, die individuell zu erwartenden Heterogenitäten bezüglich der Genexpression zu kompensieren. Ein spezielles Interesse gilt auch hier der von Auger-Elektronen-Emittern ausgehenden Strahlung, deren biologische Wirkung bislang nicht adäquat in einem Qualitätsfaktor abgebildet ist, da die biologischen Wirkmechanismen weitgehend unverstanden und zudem konventionelle Dosimetriekonzepte nicht anwendbar sind.

Zu diesem Themenbereich wurde 2007, im Rahmen eines durch S-US koordinierten Verbundforschungsantrages, ein entsprechender Förderantrag an das BMBF in Höhe von ca. 1,65 Mill. € gestellt, der 2008 ebenfalls in vollem Umfang bewilligt wurde.

Mitantragsteller im Verbund sind Prof. G. Iliakis (Institut für Medizinische Strahlenbiologie, Universität Duisburg-Essen), Prof. M. Stuschke (Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie, Universitätsklinikum Essen), Prof. E. Dikomey (Institut für Biophysik und Strahlenbiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf) und Prof. O. Wolkenhauer (Lehrstuhl Systembiologie und Bioinformatik, Universität Rostock). Im Rahmen dieses Projektes wurden 7 Doktoranden und 3 PostDoc Stellen bewilligt, davon 3 Doktoranden und eine PostDoc-Stelle für S-US.

Die im Rahmen dieses Projektes zu entwickelnden Methoden sind im Kontext einer unfallbedingten Exposition größerer Menschengruppen zu sehen, bei der die schnelle Information über die Strahlendosis für die zu ergreifenden Notfallmaßnahmen von größter Bedeutung ist. Die gegenwärtig verfügbaren Methoden sind hier, insbesondere wegen ihres beträchtlichen Zeitaufwandes und der notwendigen hohen personellen Qualifikationen, nur bedingt geeignet. Für einen solchen Fall sind vollautomatisierbare Verfahren, z. B. auf der erwähnten Grundlage von Änderungen im Gen- bzw. Proteinstatus, zwingend erforderlich. Die Grundlagen für solche Biodosimeter werden in einigen Ländern (z. B. USA) bereits in mehreren Laboren erarbeitet.

### Individuelle Strahlenempfindlichkeit

Des Weiteren werden in der Arbeitsgruppe Untersuchungen zur individuellen Strahlenempfindlichkeit bei Prostata-Karzinom-Patienten im Rahmen einer DAAD-geförderten Promotionsarbeit durchgeführt. Hierbei wird die in vitro Empfindlichkeit der aus Blutproben gewonnenen Lymphozyten von Patienten mit derjenigen von alterskorrelierten Normal Spendern verglichen. Experimentell beruht die Arbeit unter anderem auf dem  $\gamma$ -H2AX-Test, mit dem strahleninduzierte DNA-Schäden gemessen werden. Der Test basiert darauf, dass in unmittelbarer Nähe eines DNA-Doppelstrangbruches ein bestimmtes Protein, nämlich das Histon H2A, phosphoryliert (Ser 139) wird. Diese phosphorylierten Histone ( $\gamma$ -H2AX) lassen sich mit einem spezifischen Fluorochrom-gekoppelten Antikörper nachweisen und bilden in ihrer Gesamtheit sogenannte Foci, die im Fluoreszenzmikroskop darstellbar und quantifizierbar sind.

### Modifizierung der Strahlenwirkung

Last but not least werden im Rahmen einer Industriekooperation (STEP GmbH Pockau) Untersuchungen zur Modifizierung der Strahlenwirkung nach Photonenaktivierung durchgeführt. Hierbei soll die Möglichkeit geprüft werden, inwieweit nach Einbringen von nanopartikulärem kolloidalen Gold in Zellen eine erhöhte gentoxische Strahlenwirkung zu erzielen ist. Hintergründe und detaillierte Ergebnisse sind im separaten Beitrag unter Punkt 3.3.4 beschrieben.

#### 2.3.4.2 Kooperationen

- Im Rahmen des DFG-geförderten DIEM-OSIRIS-Graduiertenkollegs an der Universität Rostock, in dem der Gruppenleiter von S-US als assoziiertes Mitglied integriert ist, wurde eine Doktorarbeit und zwei Diplomarbeiten von Jülich aus erfolgreich wissenschaftlich betreut. Insbesondere konnten wesentliche Experimente für diese Arbeiten bei Forschungsaufenthalten in Jülich durchgeführt werden.
- Die Kooperationen mit den Lehrstühlen „Tierphysiologie“ (Prof. D.G. Weiss; <http://www.biologie.uni-rostock.de/tierphysiologie/index.htm>) und „Systembiologie und Bioinformatik“ (Prof. O. Wolkenhauer) an der Universität Rostock wurden ebenfalls weiter intensiviert.
- Mit dem Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME, Aachen (Dr. M. Fenske), ist eine Kooperation hinsichtlich Genexpressionsanalysen nach Exposition mit toxischen Noxen im Tiermodell „Zebrafisch“ 2008

initiiert werden. Erste DNA-Microarray-Versuche wurden in 2008 durchgeführt. Die Datenanalyse und weitere Versuche sind für 2009 projektiert.

- Über die Kooperation mit der Klinik für Strahlentherapie, Universitätsklinikum Aachen (Prof. M. Eble) konnte der Zugang zu Blutproben von Prostatapatienten unter Strahlentherapie erfolgreich etabliert werden.
- Eine Kooperation mit der PTB Braunschweig (Dr. Ulrich Giesen) über die Nutzung der dortigen Alpha-Expositionsanlagen wurde in 2008 erfolgreich begründet und führte bereits zu mehreren Forschungsaufenthalten an der PTB.

Mit dem Institut für Medizinische Strahlenbiologie, Universität Duisburg-Essen (Prof. G. Iliakis) wurde über das gemeinsame, BMBF-geförderte Verbundprojekt eine enge Kooperation bezüglich komplexer DNA-Läsionen begonnen. Als komplexe DNA-Läsion versteht man die Anhäufung unterschiedlicher Läsionen in einem DNA Abschnitt von nur 5 - 10 Basenpaaren, die dort durch eine Anhäufung von Ionisationsereignissen entstehen. Die Arbeitsgruppe im Forschungszentrum Jülich untersucht intensiv die Effekte von I-125-induzierten Strahlenschäden, die als Modellläsion für Komplexität angesehen werden. Um diese Untersuchungen mit Kontrollsystemen zu ergänzen und zu bereichern, werden im Essener Institut die Effekte von Restriktionsendonukleasen-induzierten Doppelstrangbrüchen studiert.

Die Industriekooperation mit – und finanziell gefördert von - der Firma STEP Sensortechnik und Elektronik Pockau GmbH wurde im August 2007 erfolgreich gestartet und 2008 nochmals verlängert.

#### **2.3.4.3 Infrastrukturmaßnahmen in S-US**

Im Berichtszeitraum konnte der Laborbereich um einen zusätzlichen Raum erweitert werden, zwei Labore wurden 2007 neu konzipiert und komplett erneuert. Die Geräteausstattung wurde um ein modernes Durchflusszytometer, einen Gamma-Counter und ein Transfektionssystem sowie einer softwaregestützten, automatisierten Mikrokernanalyse ergänzt. Insgesamt ist die Ausstattung des Labors auf einem guten Niveau, welches erlaubt, mit modernsten zell- und molekularbiologischen Methoden und Techniken aktuelle Fragestellungen der zellulären und molekularen Strahlenbiologie erfolgreich zu bearbeiten.

#### **2.3.4.4 Laufende Anträge und Etablierung von Forschungsnetzwerken**

Im Rahmen des Förderkonzeptes "Grundlagenforschung Energie 2020+" des BMBF ist die Arbeitsgruppe S-US in der Förderrunde 2009 an zwei Verbundprojektanträgen beteiligt. Im Antrag von Prof. G. Iliakis ("Centre of Radiation Sciences at the University Duisburg-Essen Medical School - CRS-Essen") stellt die Arbeitsgruppe S-US dabei einen Eckpfeiler des beantragten Gesamtkonzeptes dar. Innerhalb des durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig koordinierten Projektvorschlages „Physical and biological basis for a new dosimetry concept for external and internal alpha radiation and Auger electrons“ wurde gleichzeitig ein Netzwerk mit dem Namen "Interdisciplinary Network for an Advanced Nanodosimetry- and Biology-based Concept of Radiation Dosimetry" (NanoCoRD) gegründet, das aus Mitgliedern der PTB, des Forschungszentrums Jülich, der TU München und der Universität Hamburg besteht und seine Arbeit in 2009 aufnehmen soll.

#### **2.3.4.5 Fazit**

Durch die erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln in nicht unerheblichem Maße wurden die neu gesetzten Forschungsschwerpunkte und Arbeitsziele extern positiv evaluiert. Dies ermöglicht es der Arbeitsgruppe unter relativ guten personellen und finanziellen Bedingungen die gesetzten Forschungsziele zu bearbeiten. Erste Ergebnisse führten bereits zu mehreren Abstracts auf nationaler und internationaler Ebene. Darüber hinaus hat sich die Arbeitsgruppe über die Integration im Kompetenzverbund Strahlenforschung auf nationaler Ebene gut etabliert.

## 2.4 Messtechnik / S-M

### 2.4.1 Messgeräte/-anlagen / S-MG/MA

H. Preiß, M. Dieck, G. Hallmanns, G. Henschke, F.J. Netten, J. Wauben

Die nachfolgende Abbildung 2-33 gibt einen Überblick über die prozentuale Aufteilung und Gesamtzahl der Arbeiten an Geräten in den letzten 10 Jahren. Differenziert wird die Anzahl der Arbeiten an den Messgeräten nach drei Gruppen:

- Wartung und elektronischer Abgleich der Geräte,
- Reparaturen,
- Eingangskontrollen, Umbau und Geräteänderung

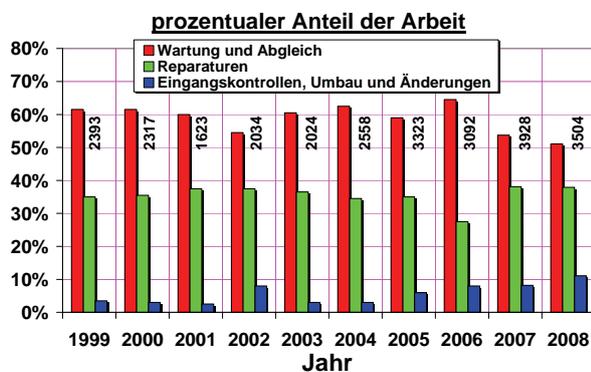


Abbildung 2-33: Prozentuale Aufteilung und Gesamtzahl der Arbeiten an Geräten 1999 – 2008

Es zeigt sich, dass Wartungen und Abgleich von Messgeräten den Hauptteil der Arbeiten ausmachen (Abbildung 2-33). Wie ersichtlich ist, konnte im Berichtszeitraum die Anzahl der geprüften Strahlenschutzmessgeräte gesteigert werden. Der prozentuale Anteil an Wartungen ging leicht zurück, der Anteil an Reparaturen und Eingangskontrollen stieg hauptsächlich bedingt durch die Einführung elektronischer Personendosimeter an.

Bei den Eingangskontrollen werden häufig Fertigungsfehler, Konstruktionsfehler, Abweichungen in der Werkskalibrierung und sicherheitstechnische Mängel festgestellt, die unter Umständen den Hersteller zur Modifikation seiner Geräte veranlassen. Während in der Vergangenheit die Fehler in der Hardware überwogen, liegen bei den Geräten der neuen, prozessorgesteuerten Generation auch zunehmend Fehler in der Software vor.

Bei der Wartung werden alle mechanischen, elektronischen und physikalischen Funktionen der Geräte überprüft. Es wird im Allgemeinen ein Wartungszyklus von 12 - 24 Monaten angesetzt. Dies sind Erfahrungswerte, die abhängig von Geräteinsatz und -belastung modifiziert werden können.

In der Abbildung 2-34 sind die in S durchgeführten Reparaturen der Messgeräte der letzten 10 Jahre aufgeführt, differenziert nach direkter Reparatur, Reparatur in Verbindung mit einer Wartung und Werksreparaturen. Man erkennt einen Anstieg der Eigenreparaturen bis 2008, den nahezu gleich bleibend geringen Anteil an Werksreparaturen bis 2007. Im Jahr 2008 lag der Werksreparaturanteil wesentlich höher als in den Jahren zuvor. Die hohe Ausfallquote der elektronischen Personendosimeter führte zu diesem drastischen Anstieg. Laut Hersteller sind die fertigungsbedingten Probleme heute behoben, so dass für 2009 wieder mit einem Rückgang der Werksreparaturen gerechnet wird.

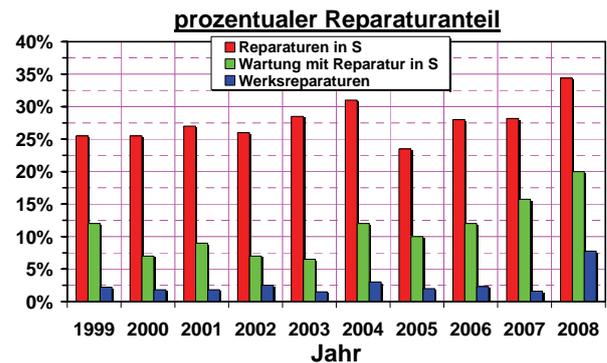


Abbildung 2-34: Reparaturanfall der gewarteten Messgeräte 1999 – 2008

Ein überproportionaler Arbeitsaufwand war für genehmigungsbedingte vorgeschriebene Messgeräte erforderlich. Sie sind in der Regel überaltert, daher werden die Reparaturen an diesen Geräten fast ausschließlich in Eigenleistung durchgeführt.

In den Zahlen gemäß Abbildung 2-33 sind Eignungstests und Entwicklungsarbeiten nicht enthalten. Eignungstests werden durchgeführt um sicherzustellen, dass die anzuschaffenden Geräte die Anforderungen des Forschungszentrums erfüllen. So werden z. B. im Auftrag des Geschäftsbereiches Einkauf und Materialwirtschaft Bestellanforderungen von Strahlenschutzmessgeräten der Organisationseinheiten begutachtet und gerätetechnische Beratungen durchgeführt.

Ebenso werden auf Wunsch der Herstellerfirmen in einigen Fällen bereits in den Produktionsstätten Eignungstests vorgenommen, um bereits frühzeitig im Herstellungsprozess die Anwendung des Gerätes für den praktischen Einsatz möglichst benutzerfreundlich gestalten und später einen effektiven Service anbieten zu können.

Im Berichtszeitraum wurden auch wieder verschiedene Arbeiten zur Wartung, Reparatur und Modernisierung an den Emissionskontrollsystemen der Großemittenten im FZJ durchgeführt. Diese umfassten auch den Transfer und die zentrale Erfassung der Daten sowie die Betreuung des Alarmpfads zur Sicherheitszentrale und dessen nachgeschalteter Elektronik. Da zu einem 25 Jahre alten System keine Ersatzteile mehr zur Verfügung stehen, wird mit adäquaten elektronischen Bauteilen sein Betrieb gesichert. Ebenso wurden elektronische Geräte, die auf dem Markt nicht erworben werden können und in vorhandene Labor- und Messeinrichtungen integriert werden sollen, weiterentwickelt, umgebaut bzw. ergänzt.

Die in S vorhandenen ortsveränderlichen Geräte wurden nach VDE 0701/0702 überprüft und die Prüfergebnisse dokumentiert.

Des Weiteren wurde die Instrumentierung zur rechnergestützten Erfassung der Daten an der meteorologischen Station weiterhin betreut. Von Sei-

ten der Aufsichtsbehörde wurde die wiederkehrende Prüfung nach KTA-Regel 1508 für die meteorologische Messwertaufnahme durchgeführt, die dabei von der Arbeitsgruppe S-MA in messtechnischer Hinsicht unterstützt wurde.

Zur Direktmessung von radioaktivem  $^{90}\text{Sr}$  in Boden- und Kühlwasserproben wurden die Entwicklungsarbeiten für einen entsprechenden  $^{90}\text{Sr}$ -Monitor fortgeführt und zum Abschluss gebracht, so dass dieser für routinemäßige Messaufgaben zur Verfügung steht. Der besondere Vorteil dieses Messverfahrens liegt darin, dass es ohne aufwändige chemische Trennverfahren auskommt und damit einen deutlich höheren Probendurchsatz erlaubt. Mit diesem  $^{90}\text{Sr}$ -Monitor wird bei Messzeiten von ca. 170 Minuten eine Nachweisgrenze von ca. 0,02 Bq/g erreicht. Somit kann der Grenzwert von 2 Bq/g für die uneingeschränkte Freigabe von Bauschutt und Bodenaushub gemäß der StrlSchV sicher eingehalten werden.

#### 2.4.2 Physikalische Dosimetrie / S-MD

*J. Pillath, F. Bast, K.-H. Krieger (bis 31.03.2007), W. Marquardt*

Nach § 67 der StrlSchV ist dafür zu sorgen, dass Strahlungsmessgeräte regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft und gewartet werden. Die dazu notwendige Kalibrierung der Strahlungsmess-

Tabelle 2-35: Übersicht über die in den vergangenen zehn Jahren kalibrierten Strahlenschutzmessgeräte

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Ortsgebundene Strahlenschutzmessgeräte</b>										
γ-Monitore	96	146	107	171	113	147	160	163	124	158
Neutronen-Monitore	16	60	34	58	69	53	79	53	72	61
Raum- und Abluftmessanlagen mit α-Aerosolmessstellen	46	55	50	45	43	46	62	48	50	42
β-Aerosolmessstellen	13	20	13	11	9	12	17	17	14	12
Gasmessstellen	23	29	20	19	16	20	30	26	21	19
Jodmessstellen	23	25	25	23	23	20	28	18	20	19
Jodmessstellen	5	5	5	5	4	5	6	5	5	4
Personen-Kontaminationsmonitore	13	98	97	98	60	38	39	33	47	68
Gesamtanzahl der Einzelsonden						373	430	434	545	711
<b>Tragbare Strahlenschutzmessgeräte</b>										
γ-Dosimeter (Dosis- und Dosisleistungsmessgeräte)	388	370	409	382	362	369	312	324	154	185
β-γ-Dosisleistungsmessgeräte	5	7	14	9	9	17	13	14	4	4
Neutronen-Monitore	10	13	14	11	12	10	11	14	7	7
Kontaminationsmonitore	296	301	284	301	304	149	187	203	159	201

geräte im Strahlenfeld wird vom Team S-MD durchgeführt. Die Tabelle 2-35 zeigt eine Übersicht über die in den letzten Jahren überprüften und kalibrierten Strahlenschutzmessgeräte. Für die verschiedenen Organisationseinheiten des Forschungszentrums wurden im Berichtszeitraum insgesamt 598 tragbare Messgeräte (ausgenommen Personendosimeter) und 622 fest installierte Messeinrichtungen sowie im Auftrag verschiedener Fremdfirmen weitere 123 Geräte kalibriert. Die zusätzliche Angabe der überprüften bzw. kalibrierten Einzelsonden der Personenkontaminationsmonitore trägt dem Umstand Rechnung, dass im Forschungszentrum zur Kontaminationskontrolle an Personen zunehmend die herkömmlichen Hand-Fuß-Kontaminationsmonitore durch Ganzkörpermonitore ersetzt werden, die eine große Anzahl von Einzeldetektoren (bis zu 35 Sonden) aufweisen und damit einen entsprechend höheren Prüfumfang erfordern.

Die Aufteilung der im Berichtsjahr für die einzelnen Organisationseinheiten des Forschungszentrums und im Auftrag verschiedener Fremdfirmen durchgeführten Kalibrierungen ist in Tabelle 2-36 zusammengefasst.

Obwohl die Arbeiten auf dem Gebiet der Kerntechnik im Forschungszentrum weiterhin rückläufig sind, bleibt die Anzahl der zu kalibrierenden Geräte innerhalb gewisser Schwankungen über die letzten Jahre nahezu konstant. Der Grund dafür liegt in der Zunahme von Tätigkeiten im Rahmen von Rückbaumaßnahmen. Die im Vergleich zu den Vorjahren geringere Zahl an Kalibrierungen tragbarer Geräte im Berichtszeitraum ist auf Personalengpässe bei S-MD zurückzuführen.

Die Terminverfolgung für die Nacheichung von Strahlenschutzmessgeräten, deren Versand zu den Eichämtern und die Veranlassung eventuell notwendiger Reparaturen sowie die Ersatzbeschaffung radioaktiver Kontrollvorrichtungen für die Kontrollmessungen zur Verlängerung der Eichfrist erfolgt ebenfalls über S-MD. Im Berichtszeitraum wurde für 275 Strahlenschutzmessgeräte eine Erst- bzw. Nacheichung durch das zuständige Eichamt veranlasst. Zusätzlich erfolgten bei 417 geeichten Geräten die vorgeschriebenen halbjährlichen Kontrollmessungen zur Verlängerung der Eichfrist von zwei auf sechs Jahre.

Aufgrund der gesetzlichen Vorgabe für die Umstellung der Personendosismessungen auf die neuen Personendosismessgrößen  $H_p(10)$  bzw.  $H_p(0,07)$  wurde im Forschungszentrum mit der generellen Auswechslung der Stabdosisimeter durch geeichte

elektronische Personendosimeter (EPD) begonnen. In diesem Zusammenhang wurden zusätzlich zu den in der Tabelle aufgeführten Kalibrierungen 310 elektronische Personendosimeter im Strahlenfeld überprüft und ihre Ersteichung veranlasst. An 100 elektronischen Personendosimetern wurden die erforderlichen halbjährlichen Prüfungen zur Verlängerung der Eichfrist durchgeführt.

Für verschiedene Arbeitsgruppen des Forschungszentrums wurden zusätzlich ca. 100 Bestrahlungen in unterschiedlichen Beta- und Gamma-Referenzstrahlungsfeldern an insgesamt ca. 560 passiven Dosimetern (TLD, Filmdosimeter) sowie speziellen Detektoren und Proben (z. B. für ESR-Untersuchungen) durchgeführt.

Gemäß behördlicher Auflagen zum Schutz der Beschäftigten und der Bevölkerung wird im Rahmen der Umgebungsüberwachung die durch externe Strahlung hervorgerufene Gamma-Ortsdosis an insgesamt 95 Messstellen am Betriebszaun und in der Umgebung des Forschungszentrums sowie die Neutronendosis an zwei weiteren, repräsentativen Messstellen mit Thermolumineszenzdosisimetern (TL-Dosisimetern) in halbjährlichen Abständen bestimmt. Die im Berichtszeitraum ermittelten Dosiswerte lagen bis auf einige wenige Ausnahmen im Bereich des natürlichen Strahlungsuntergrundes (ca. 500 .. 700  $\mu\text{Sv/a}$ ). Eine detaillierte Übersicht über die Lage der Messstellen und die Ergebnisse der Umgebungsmessungen findet sich in Kapitel 0. Zusätzlich werden auf dem Betriebsgelände des N-ND in der Nähe des Abfalllagers und des Containerstapels an 20 Messpositionen die Gamma-Ortsdosen sowie an einer Messstelle die Neutronen-Ortsdosis mit TL-Dosisimetern halbjährlich ermittelt.

Für die Umstellung der Messungen der Umgebungsdosen auf die neue Messgröße *Umgebungs-Äquivalentdosis* ( $H^*(10)$ ) ist der Einsatz eines neuen Thermolumineszenz-Dosimetrie-Systems notwendig. Im Hinblick darauf wurden umfangreiche Voruntersuchungen an verschiedenen Systemen durchgeführt und bewertet. Zukünftig soll das bestehende System durch ein Harshaw-5500 TLD-Auswertegerät der Firma ThermoFisher Scientific mit  $H^*(10)$ -Dosisimetern vom Typ TLD-2K-V4 von ARC Seibersdorf mit TLD-700 Detektoren ersetzt werden. Dieses neue Dosimetrie-System befindet sich zur Zeit in der Testphase. Der praktische Einsatz des neuen Systems – zunächst parallel zum bestehenden Dosimetrie-System – ist ab dem Jahr 2010 geplant.

Tabelle 2-36: Anzahl der Kalibrierungen ortsfester und tragbarer Strahlenschutzmessgeräte

Organisations- einheit	Ortsgebundene Strahlenschutzinstrumentierung									
	γ-Monitore		Neutronen- Monitore		Raum- und Ab- luft-Monitore		Personen- Kontaminations- Monitore		gesamt	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
IBT							1		1	
IEF-4	3		11						14	
IEF-6	1	50		1	5	5	3	13	9	69
IFF	12	6	8	4	2		6	2	28	12
IKP	4		52	55	2	2	8	10	66	67
INM								2		2
INM-5	2	1			3	5	4	5	9	11
N-ND	44	39			4	4	11	13	59	56
N-NM	11	11			9	6	1	4	21	21
N-NP					1				1	
N-NZ	32	32	1	1	20	20	9	14	62	67
S	11	15					3	3	14	18
ZFR	4	4			4		1	2	9	6
Organisations- einheit	Tragbare Strahlenschutzmessgeräte									
	γ-Dosimeter		Neutronen- Monitore		β-γ-DL- Messgeräte		Kontaminations- monitore		gesamt	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
AVR		2		1	2	2	18	20	20	25
Externe	9	50					5	14	14	64
IBT							4	4	4	4
ICG-3	2							2	2	2
ICG-4							2	1	2	1
IEF-4			2				1		3	
IEF-6	7	4					5	18	12	22
IFF	2	5					3		5	5
IFF-4		2						5		7
IKP	6	6					7	2	13	8
INM	6	4					2	3	8	7
INM-5	1	14					4	13	5	27
ISB-1								4		4
M							2	7	2	7
N-N								4		4
N-ND	29	30	1		1	1	39	27	70	58
N-NM	5	1					1	2	6	3
N-NP	2							2	2	2
N-NZ	16	12	1	3			25	23	42	38
P-M	2						1	1	3	1
S	30	27	1	3	1	1	21	21	53	52
S-F	7	17					3	4	10	21
ZAT								1		1
ZEL	2						2		4	
ZFR	28	11	2				14	23	44	34

Weitere unabhängige Gamma-Ortsdosismessungen mit TL-Dosimetern werden gemäß behördlicher Auflagen zum Schutz des beschäftigten Personals in halbjährlichen Intervallen an 21 Messstellen rings

um den Bunker des Fusionsexperimentes TEXTOR sowie in jährlichen Intervallen an 10 Messpositionen an der ICRH-Plasmazusatzheizung und an 6 Messpositionen am Gyrotron im IEF-4 (Institut für

Plasmaphysik) vorgenommen. Die gemessenen Jahresdosen lagen im Berichtszeitraum für die meisten Messstellen im Bereich des natürlichen Strahlungsuntergrundes. Vereinzelt wurden geringfügige zusätzliche Dosisbeiträge bis zu ca. 800  $\mu\text{Sv/a}$  gemessen.

Beim Betrieb des Tokamaks TEXTOR mit Deuterium, und insbesondere beim Einsatz der Neutralteilchenzusatzheizung, entstehen über D-D-Fusionsreaktionen energiereiche Neutronen. Zur unabhängigen Bestimmung dieser Neutronenkomponente werden zusätzlich zur aktiven Neutronendosisleistungsbestimmung an zwei Messstellen innerhalb der Textor-Halle die Neutronen-Ortsdosen mit speziellen passiven TL-Dosimetersystemen in halbjährlichen Intervallen gemessen. Es wurden Jahresdosiswerte von maximal 110  $\mu\text{Sv}$  (inklusive des natürlichen Neutronen-Strahlungsuntergrundes von ca. 30  $\mu\text{Sv/a}$ ) ermittelt.

Durch die dosimetrische Überwachung wurde sichergestellt, dass die Einhaltung der Grenzwerte (1 mSv/a für nicht beruflich strahlenexponierte Personen) für die Beschäftigten im IEF-4 in jedem Fall gewährleistet ist.

Über die Routineaufgaben hinaus werden von S-MD neue Geräte und Messsysteme vor ihrem erstmaligen Einsatz geprüft sowie auf ihre Eignung bezüglich der geforderten Messungen im Strahlenschutz getestet als auch im praktischen Einsatz erprobt und gegebenenfalls an spezielle Messaufgaben im Forschungszentrum angepasst bzw. nach Vorgabe an den Hersteller modifiziert.

Gleichzeitig werden dabei für die späteren Prüfungen durch den Betreiber sowie für die durch S-MD – teilweise im Beisein eines Sachverständigen – durchzuführenden wiederkehrenden Prüfungen geeignete Prüf- und Kalibrierverfahren festgelegt und in Form von Prüfanweisungen dokumentiert.

Diese Prüfanweisungen bilden auch Bestandteil von Genehmigungsanträgen und Änderungsanzeigen bei den behördlichen Stellen. Die Koordination des Ablaufs der wiederkehrenden Prüfungen zwischen Betreiber, Sachverständigen und dem Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz sowie die Bereitstellung spezieller strahlenschutztechnischer Messgeräte, Prüfhilfsmittel und radioaktiver Kontrollvorrichtungen wird ebenfalls von S-MD vorgenommen.

Weiterhin wurden auf Anfrage verschiedener Organisationseinheiten spezielle dosimetrische Untersuchungen zur Strahlenschutzüberwachung durchge-

führt und fachliche Hilfestellung bei unterschiedlichen Problemen der Strahlenmesstechnik geleistet.

Im Rahmen der F&E-Arbeiten lag der Schwerpunkt auf Untersuchungen zur Dosimetrie in gemischten Gamma-Neutronen-Strahlungsfeldern mit verschiedenen hochempfindlichen TL-Materialien. Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Kernforschung (Debrecen) der Ungarischen Akademie der Wissenschaften wurde dazu fortgesetzt. Sowohl durch den Einsatz unterschiedlicher TL-Materialien als auch durch die quantitative Bestimmung der einzelnen Beiträge der Peaks innerhalb der Glowkurven ist prinzipiell eine Separation der Dosisbeiträge nach unterschiedlichem linearem Energieübertragungsvermögen – und damit auch nach der Strahlenart – möglich. In mehreren Messreihen wurden Detektorkombinationen aus unterschiedlichen TL-Materialien in simulierten Mischstrahlungsfeldern vergleichend getestet. Zurzeit werden unterschiedliche Auswertesysteme und -verfahren im Hinblick auf eine Verbesserung der Messgenauigkeit wie auch der Nachweisgrenze erprobt.

### 2.4.3 Mechanik / S-MM

*Th. Ennen, H. W. Gellissen (bis 31.12.2007)*

Die mechanische Werkstatt unterstützt die verschiedenen Teams im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz bei der Durchführung ihrer Aufgaben durch den Entwurf und die Fertigung unterschiedlichster mechanischer Geräte und Komponenten. Im Berichtszeitraum wurden u. a. folgende Projekte durchgeführt:

- Zur Ertüchtigung der Alpha-Spektrometrie wurden die kompletten Vakuumkomponenten dergestalt erneuert, dass selbst nach einem Probenwechsel bei einem Anschluss der Kammer an das Vakuumsystem der Druck im Gesamtsystem nicht über 0,01 mbar ansteigt.
- Aufgrund der neuen Strahlenschutzverordnung mussten zur Kalibrierung der Hand-Fuß-Monitore Halterungen zur Aufnahme der Prüfstrahler neu entwickelt und gefertigt werden.
- Im Rahmen eines F&E-Programms wurde ein meteorologischer Mast mit speziellen Geräteauslegern bestückt. Diese mussten, da auf dem Markt nicht erhältlich, konstruiert und gefertigt werden.
- Im Zuge der Optimierung des hauseigenen Ganzkörperzählers wurden für die vier Reinst-Germanium-Detektoren neue Edelstahlhalterungen konstruiert und gefertigt.

- Für den Bereich S-U wurde für eine möglichst wartungsarme, automatische Entnahme von Wasserproben aus dem Hauptentwässerungskanal (HEK) des Forschungszentrums eine neuartige Ansaugvorrichtung entworfen, gebaut und installiert.
- Für den routinemäßigen Einsatz des im Hause entwickelten Strontium-Kontaminationsmessplatzes wurde eine spezielle Probenträger- und -wechsellvorrichtung konstruiert und in mehreren Exemplaren gefertigt.

Zu den Dienstleistungen der Werkstatt gehört ebenfalls der Bau von kleinen Mess- und Arbeitshilfen, Montagevorrichtungen sowie Instandsetzungsarbeiten an vorhandenen Geräten und Einrichtungen. Für spezielle Messzwecke wurden Sonden zu vorhandenen Strahlenschutzmessgeräten angefertigt. Weiterhin liegt die komplette mechanische Wartung der behördlich vorgeschriebenen Strahlenschutzüberwachungssysteme im Verantwortungsbereich der Werkstatt.

#### 2.4.3.1 Projektbetreuung/Sachverwaltung / S-MS

*J. Höbig*

Die wesentlichen Aufgaben bestanden im Berichtsjahr in der organisatorischen Vorbereitung und Abwicklung von Drittmittelprojekten und der Verwaltung des Geschäftsbereichshaushalts.



Abbildung 2-35: Luftstauprobennahme in der Aktau-Region, Kasachstan

Das von der Walter-Gastreich-Stiftung (im Stifterverband der Deutschen Wissenschaft e.V.) unterstützte Projekt „Einfluss der äußeren und inneren Strahlenexposition auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung der Gemeinde Volincy, Kreis Korma, Weißrussland“ wurde im Berichtsjahr beendet. Es wurden die Konsequenzen, die sich durch unsere Messungen ergeben im Kreishaus in Anwesenheit des Volksdeputierten, Stadtdirektors, Chefarzt des

Kreiskrankenhauses und dem Verantwortlichen für die Folgen der Tschernobylkatastrophe diskutiert. Ferner wurde die Bevölkerung vor Ort über unsere Messergebnisse sowie Verhaltensregeln unterrichtet. Damit konnte das Projekt abgeschlossen werden.

Im Projekt „Strahlenbelastung der Bevölkerung in der Region Aktau/Kaspisches Meer“ in Kasachstan (Abbildung 2-35), unterstützt von der Dr.-Erich-Schmitt-Stiftung (im Stifterverband der Deutschen Wissenschaft e.V.), wurden zwei Feldeinsätze vorbereitet und durchgeführt. Luftstauproben, Erd- und Pflanzenproben (Abbildung 2-36) sowie Wasserproben (Abbildung 2-37) wurden während der 2 Feldeinsätze genommen.



Abbildung 2-36: Probennahme von Erd- und Pflanzenproben



Abbildung 2-37: Wasserprobennahme

Das Projekt und die Teilergebnisse wurden auf der III. International Scientific-Practical Conference „Semipalatinsk Testsite“ in Kurchatov, Kasachstan, vorgestellt.

## 2.5 Arbeitsschutz / S-A

### 2.5.1 Ständiger Ausschuss für Arbeitssicherheit/ Arbeitsschutzausschuss

Der Ständige Ausschuss für Arbeitssicherheit, der aus Mitgliedern des Betriebsrats, den Betriebsärzten sowie 4 Sicherheitsingenieuren besteht, führt unter der Leitung der leitenden Sicherheitsfachkraft monatlich eine Sitzung durch und berät aktuelle Probleme des Arbeitsschutzes. Über die Aktivitäten des Ständigen Ausschusses wird in dem Arbeitsschutzausschuss berichtet, der unter dem Vorsitz des Vorstands viermal im Jahr tagt.

### 2.5.2 Arbeitssicherheit und Unfallschutz

Die Anzahl aller meldepflichtigen Arbeitsunfälle lag im Jahr 2007 bei 46 und im Jahr 2008 bei 54 (Tabelle 2-37). Betrachtet man nur die Arbeitsunfälle verursachten die 26 Arbeitsunfälle in 2007 eine

*Tabelle 2-37: Zahl der meldepflichtigen Unfälle (mehr als 3 Kalendertage Arbeitsunfähigkeit im Jahr 2008 und in den vorangegangenen 5 Jahren*

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arbeitsunfälle	35	39	32	43	26	33
Wegeunfälle	21	26	16	15	16	16
Dienstsportunfälle	6	8	7	4	4	3
Betriebssportunfälle	0	2	1	1	0	2
Summe der Unfälle	62	75	56	63	46	54
Beschäftigte am 31.12.	4288	4298	4312	4287	4351	4441

Ausfallzeit von 402 Tagen. In 2008 wurden 33 registriert, die eine Ausfallzeit von 588 Tagen verursachten. Bei den verletzten Körperteilen (Tabelle 2-39) überwogen – im Gegensatz zu den anderen Jahren – Fuß- und Beinverletzungen. Im Vergleich ging die Zahl der Handverletzung stark zurück. Um die Hälfte der Unfälle wurden nicht unmittelbar durch dienstliche Tätigkeiten verursacht, sondern

*Tabelle 2-39: Überblick über die verletzten Körperteile (2003 - 2008)*

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kopf	2	3	3	2	-	2
Augen	-	1	-	-	1	-
Körper	1	2	2	3	1	5
Arm	2	3	2	5	2	2
Hand, Finger	21	18	19	24	16	6
Bein	4	10	2	8	-	8
Fuß, Zehen	5	3	4	1	6	10
Summe	35	40	32	43	26	33

durch Stolpern, Ausrutschen und Stoßen.

Die von der Berufsgenossenschaft aufgewandten Behandlungskosten werden in Tabelle 2-38 in Relation zu der Beschäftigtenzahl bzw. der Zahl der Arbeitsstunden gesetzt. Die Angaben der Behandlungskosten stammen aus den Beitragsbescheiden unserer BG. Bedingt durch noch nicht abgeschlossene Behandlungen könnten sich die Werte für 2008 noch leicht ändern.

Die 1.000-Mann-Quote (Tabelle 2-40 und Tabelle 2-41) ist ein normiertes Maß, um Unfallzahlen mit anderen Betrieben zu vergleichen. Bei der Ermittlung der 1.000-Mann-Quote wird als statistische Größe die Anzahl der Vollarbeiter zu Grunde gelegt. Dabei wird die Zahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle (ohne Wege- und Sportunfälle) auf je 1.000 Mitarbeiter bezogen.

Mit einer 1.000-Mann-Quote von 6 in 2007 und 7,43 in 2008 (ohne Sport- und Wegeunfälle) liegt das Forschungszentrum weiterhin deutlich unter dem Durchschnittswert der Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, die 2007 bei 18,6 lag.

*Tabelle 2-38: Unfallkosten der Berufsgenossenschaft für FZJ-Mitarbeiter (2003 – 2008)*

Kosten in €	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Behandlungskosten	26.462	32.111	44.563	30.036	57.482	25.507
Behandlungskosten je Beschäftigten	6,17	7,47	10,33	7,00	13,21	5,74
Behandlungskosten je Ausfallstunde	8,87	6,26	6,09	6,26	14,12	7,44
Behandlungskosten je effektiv geleisteter Arbeitsstunde	0,004	0,005	0,007	0,005	0,009	0,005

Tabelle 2-40: Vergleichswerte zur Arbeitssicherheit und zum Unfallgeschehen (2003 – 2008)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1000 Mann-Quote: $\frac{\text{MU}^{1)} \times 10^3}{\text{Mitarbeiterzahl}}$	8,16	9,07	7,42	10,0	6,0	7,43
Unfallhäufigkeit: $\frac{\text{MU}^{1)} \times 10^6}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	8,40	9,82	7,50	6,75	4,01	5,00
Unfallschwere: $\frac{\text{MU Tage}^{2)} \times 10^6}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	58,3	100,8	156,4	94,0	79,4	65,7
Arbeitszeitausfall: $\frac{\text{MU Stunden}^{3)} \times 10^2}{\text{effektiv geleistete Arbeitsstunden}}$	0,005	0,010	0,114	0,009	0,063	0,052

<sup>1)</sup> Zahl der meldepflichtigen Unfälle (ohne Wege- und Sportunfälle)

<sup>2)</sup> Zahl der durch meldepflichtige Unfälle ausgefallenen Arbeitstage (einschließlich Sport- und Wegeunfälle)

<sup>3)</sup> Zahl der durch Unfälle ausgefallenen Arbeitsstunden (einschließlich Sport- und Wegeunfälle)

Tabelle 2-41: Vergleich der 1000-Mann-Quote zwischen FZJ und BG-Durchschnittswerten

Wirtschaftszweig	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Energie, Textil, Elektro	17,7	17,2	16,1	15,7	16,3	20,6
Chemie	16,7	15,7	14,9	14,2	14,8	14,7
Bau	73,1	7,03	67,0	70,3	66,6	67,3
Handel und Verwaltung	18,7	18,2	17,8	18,6	18,7	18,5
Alle anderen Berufsge- nossenschaften	29,4	27,9	27,2	27,6	33,9	35,4
FZJ	8,2	9,1	7,4	10,0	6,0	7,4

Abbildung 2-38 zeigt die prozentuale Aufteilung der schweren und leichten Arbeitsunfälle sowie die Anteile der Wege-, Dienst- und Betriebsportunfälle an der Gesamtzahl der 46 meldepflichtigen Unfälle.

Neben den 46 meldepflichtigen Arbeitsunfällen im Jahr 2007 und 54 meldepflichtigen Unfällen in 2008 wurden noch 153 bzw. 154 nicht meldepflichtige Arbeitsunfälle (Arbeitsunfähigkeitsdauer kleiner/gleich 3 Kalendertage) registriert; die meisten da-

von hatten keinen Arbeitsausfall zur Folge.

Beim Betriebsärztlichen Dienst wurden in 2007 419 Unfallverletzungen erstversorgt; davon wurden 138 zur Weiterbehandlung zum Durchgangsarzt verwiesen. In 2008 betragen die Zahlen 457 bzw. 135.

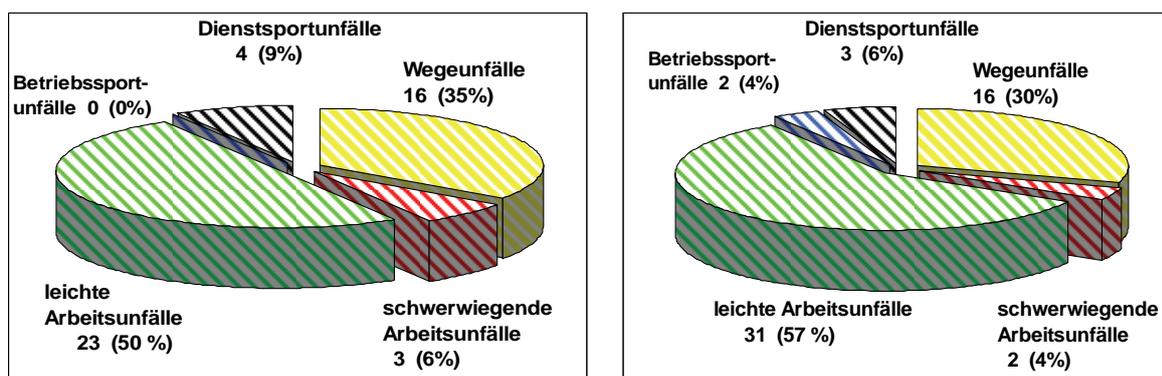


Abbildung 2-38: Prozentuale Aufgliederung der meldepflichtigen Unfälle in 2007 und 2008

### 2.5.3 Technische Revision und Anlagensicherheit

Die Anzahl von wiederkehrenden Prüfungen (WKP) variiert aufgrund unterschiedlicher Prüfintervalle von Jahr zu Jahr (Tabelle 2-42). In 2007 lag die Gesamtzahl bei 3180, in 2008 lag sie bei 3421. Dabei ist der Prüfaufwand unterschiedlich, von wenigen Minuten bei der Sichtprüfung eines Anschlagmittels bis zu mehreren Wochen bei einer Lüftungsanlage.

S-T verfolgt die Beseitigung der Mängel und veranlasst evtl. notwendige Nachprüfungen und informiert, falls vorgeschrieben, die zuständige Aufsichtsbehörde. Die in Tabelle 2-42 aufgeführten Stilllegungen wurden auf Grund irreparabler Mängel oder wegen Veralterung der Geräte vorgenommen.

Durch regelmäßige und systematische Überprüfung der überwachungsbedürftigen Einrichtungen im Forschungszentrum und die Beratung der Betreiber konnte die Betriebssicherheit und die Anlagenverfügbarkeit erhöht bzw. sichergestellt werden. Dazu gehören ebenso die Vorbereitung und Koordinierung der gesetzlich vorgeschriebenen Erst- und Abnahmeprüfungen sowie die wiederkehrenden Prüfungen.

### 2.5.4 Gefahrstoffe und biologische Sicherheit

Eine wichtige Funktion des Teams liegt in seiner Möglichkeit unmittelbar auf Fragen aus dem täglichen Arbeitsleben im Umgang mit Experimentiereinrichtungen einzugehen.

Nach wie vor machen Beratungen einen großen Teil der Aktivitäten des Teams aus und erstrecken sich von kurzen telefonischen Auskünften bis hin zur monatelangen Begleitung eines Projekts.

Das Team hat 3 Schwerpunkte:

- 1) Beratung und konkrete Hilfe:
  - bei Planung und Bau von Gebäuden und Anlagen bzw. sicherheitsrelevante Aspekte
  - bei der Erstellung von Explosionsschutzdokumenten, Gefährdungsbeurteilungen und Betriebsanweisungen
  - beim Umgang mit Gefahrstoffen und Biostoffen
  - beim Betrieb von Experimentiereinrichtungen
- 2) Aufsicht:
  - Überwachung der Gentechnikanlagen und Einhaltung der Auflagen
  - Administration des Gefahrstoffkatasters
  - Pflege der Intranetpräsenz des Fachbereichs auf einer Homepage mit aktuellen Informationen und Zugang zu Datenbanken
- 3) Schulung:
  - Kontaktpflege mit und Schulung von den Sicherheitsbeauftragten und Bereichsbeauftragten
  - Organisation der Erste-Hilfe-Kurse im Forschungszentrum
  - Vorträge über Erneuerungen in den gesetzlichen Vorschriften
  - Verantwortlich für die Erstbelehrung in Arbeitssicherheit bei neuen Mitarbeitern.

Tabelle 2-42: Anzahl der geprüften und stillgelegten Anlagen 2007 und 2008

Prüfungen	Wiederkehrend geprüft		Erstabnahmen, Änderungsprüfungen		Stilllegungen	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Mittespannungsanlagen	17	51	-	7	-	-
Niederspannungsanlagen	122	95	16	18	-	-
Blitzschutzanlagen	62	89	11	9	-	-
Netzunabhängige Stromversorgung	36	23	3	5	-	-
Allgemeine Schutzeinrichtungen	47	40	5	8	-	-
Aufzüge	78	81	19	18	-	2
Dampfkessel und Druckbehälter	296	238	26	65	4	32
Auffangbehälter	57	58	-	-	-	-
Lüftungsanlagen in Kontrollbereichen	13	18	2	2	-	2
Krananlagen und Hebezeuge	620	418	4	5	4	4
Wind-, hub und Zuggeräte	196	215	-	-	-	-
Flurförderzeuge und Anschlagmittel	1.406	1.821	12	10	-	-
Türen und Tore	240	274	-	30	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>3.180</b>	<b>3.421</b>	<b>98</b>	<b>177</b>	<b>8</b>	<b>40</b>

### 2.5.5 Notfallschutz und Sicherheitsorganisation

Tabelle 2-43 gibt einen Überblick über Störungen und sicherheitsrelevante Ereignisse, die in 2007 und 2008 auftraten und über die Sicherheitszentrale abgewickelt wurden. Dabei handelt es sich überwiegend um technische Defekte, die automatisch oder telefonisch gemeldet wurden.

Die Alarmer der automatischen Feuermelder beruheten in den meisten Fällen nicht auf Fehlalarmen, sondern wurden häufig durch Störungen, wie Erschütterungen, Wärmestau oder Staubeinwirkung und in den seltensten Fällen durch Brandwirkung verursacht.

Innerhalb der Dienstzeit werden technische Störungen über die ZLT direkt an die Störungsstelle B gemeldet. Außerhalb der Dienstzeit werden alle technischen Störungen über die ZLT zur Sicherheitszentrale geschaltet und vom Personal der SZ bearbeitet. Zusätzlich übernimmt die Sicherheitszentrale außerhalb der Dienstzeit die Telefonvermittlung sowie die Koordinierung von Dienstfahrten der Fahrbereitschaft für das Forschungszentrum.

Tabelle 2-43: Störungen und sicherheitsrelevante Ereignisse in 2007 und 2008

	2007	2008
Meldungen an die Sicherheitszentrale	408	482
Technische Störungen Insgesamt	225	176
Technische Störungen an Versuchseinrichtungen	77	22
Sicherheitsrelevante Meldungen		
Brände, Kleinf Feuer, Schwelbrand	3	1
Verkehrsunfälle auf dem Gelände	5	8
Personenunfälle und Erkrankungen	47	38
Alarmer automatischer Feuermelder	59	60
Alarmer von Gaswarnanlagen	30	22

### 2.5.6 Physikalische Einwirkungen, C.E.-Verfahren

Zur Aufgabe dieses Teams gehört die Umsetzung der neuen EG Richtlinien zu "Physikalischen Einwirkungen" und betrifft die Felder:

- Vibrationen (2002/44/EG)
- Lärm (2003/10/EG)
- Elektromagnetische Felder (2004/40/EG)
- Künstliche Optische Strahlung (2006/25/EG)

Hinzu kommen Fach- und Beratungsaufgaben zur Durchführung von EG Konformitätsverfahren.

Der immer höhere Bedarf in der Forschung an Geräten, die elektromagnetische Felder erzeugen, wie

z. B. Kernspinresonanzspektroskopie, Magnetresonanztomographie und Geräten die künstliche optische Strahlung emittieren, wie z. B. Laseranlagen, führt zu der Notwendigkeit, solche Anlagen in einem Standortkataster zu erfassen. Die Zunahme der Anzahl mechanischer Geräte in den Labors führt zu einem Anstieg des Lärmpegels. In verschiedenen Bereichen wurden Messungen der Schalldruckpegel durchgeführt.

### 2.5.7 Betriebsbeauftragte

#### Immissionsschutzbeauftragte

Der Immissionsschutzbeauftragte nach § 53 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ist für folgende Anlagen des Forschungszentrums bestellt:

- JÜV-50/2 Verbrennungsanlage für schwachradioaktive Abfälle
- Wärmeübergangsstation mit Spitzenlastkesseln
- Metallbeizerei

Der Immissionsschutzbeauftragte hat die ihm obliegenden Aufgaben nach § 54 BImSchG in den Jahren 2007 und 2008 für das gesamte FZJ wahrgenommen und in einem Bericht dokumentiert. Im

Rahmen seiner Tätigkeit besichtigte er die o. g. Anlagen regelmäßig und erörterte mit den Betriebsverantwortlichen Anlagenstatus, Betriebsbedingungen, Emissionssituation, Stand der Prüfungen und besondere Vorkommnisse. Nach einem Brand in der Metall-

beizerei wurde der Notbetrieb im Einvernehmen mit der Behörde ermöglicht und die Sanierung eingeleitet.

Geplante Vorhaben wurden auf prinzipielle Genehmigungsbefähigung nach 4. BImSchV überprüft. Ebenso wurde geprüft, ob das Forschungszentrum bereits der StörfallV unterliegt. Dies ist nicht der Fall. Zu den maßgebenden Mengenschwellen besteht noch ein ausreichender Abstand.

Im Rahmen der jährlichen Erhebung des Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung nach dem Klimaschutzprotokoll von Montreal zur Reduktion der Treibhausemission wurden die im FZJ verwendeten ozonschichtschädigenden und klimawirk-

samen Stoffe erfasst und die Ergebnisse an das Landesamt geleitet.

### *Gefahrgutbeauftragter*

Zu den Aufgaben des Gefahrgutbeauftragten zählen unter anderem die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften für die Gefahrgutbeförderung, die Anzeige von Mängeln, die die Sicherheit beim Transport gefährlicher Güter beeinträchtigen sowie die Beratung des Unternehmers bei den Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Gefahrgutbeförderung. Schwerpunkt im Aufgabenbereich des Gefahrgutbeauftragten bildete die Schulung der "Beauftragten Personen" und sonstigen verantwortlichen Personen im Sinne der Gefahrgutbeauftragtenordnung. Alle Tätigkeiten des Gefahrgutbeauftragten werden im Rahmen eines Jahresberichts dokumentiert.

## 2.6 Objektsicherung / S-O

### 2.6.1 Personelle Sicherung (S-OP)

Von dem Team Personelle Sicherung (S-OP) wurden 2008 ca. 420 Sicherheitsüberprüfungen nach den amtlichen Geheimschutzvorschriften oder atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungen für eigene Mitarbeiter und Fremdfirmenmitarbeiter eingeleitet (Tabelle 2-44) und die Ergebnisse umgesetzt und archiviert.

Tabelle 2-44: Stand der Zuverlässigkeitsüberprüfungen

	FZJ-Mitarbeiter	Fremdfirmenmitarbeiter	$\Sigma$
In 2008 eingeleitet	165	255	420
Gesamtkarteibestand aller überprüften Personen	1.349	1.624	2.973

Eine gültige Zuverlässigkeitsüberprüfung nach dem Atomgesetz ist Voraussetzung zum Zutritt zu den Sicherungsbereichen des Forschungszentrums.

Die Überprüfungen werden auf Antrag vom Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW (MWME) in Düsseldorf durchgeführt und haben 5 Jahre Gültigkeit.

### 2.6.2 Sicherungsdurchführung (S-OD)

In 2008 wurden insgesamt 18 Diebstähle gemeldet (Tabelle 2-45). Der größte Schaden entstand durch die Entwendung von PCs, PC-Zubehör und Messgeräten, Bleibausteinen.

Tabelle 2-45: Diebstähle 2008

12	zum Nachteil des FZJ	2.000,-- €
2	zum Nachteil von FZJ-Mitarbeitern	330,-- €
2	zum Nachteil von Fremdfirmen	2.000,-- €
18		4.330,-- €

Es wurden zwei Diebstähle aufgeklärt.

Eine Übersicht über die Anzahl der Diebstähle und die Schadenshöhe zeigten Tabelle 2-45, Abbildung 2-39 und Abbildung 2-40.

Die Zu-, Ausgangs- und Aufenthaltskontrolle wird im Forschungszentrum mit Hilfe eines Ausweissystems geregelt. Der Ausweisbestand und der Verlust ist in Tabelle 2-46 dargestellt.

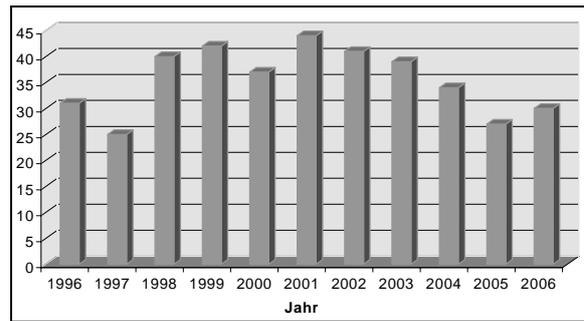


Abbildung 2-39: Anzahl der Diebstähle

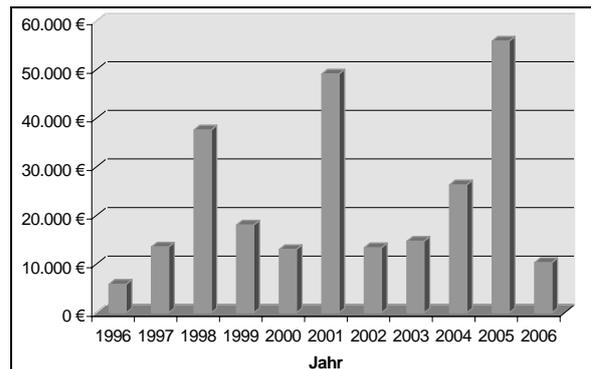


Abbildung 2-40: Schadenshöhe der Diebstähle

In enger Zusammenarbeit mit der Logistik des FZJ (M-L) sind unter dem Gesichtspunkt der Objektsicherung die externen Straßen- und Schienentransporte mit radioaktivem Material abgewickelt und durch die Beförderungsleitstelle in der Objektsicherungszentrale (OSZ) kontrolliert worden.

Tabelle 2-46: Dienstaussweise (Ende 2008)

Dienstaussweise; Umlauf	Anzahl
Dienstaussweise blau (Mitarbeiter)	6.427
Dienstaussweise grün (ansässige Fremdfirmen)	958
Dienstaussweise grün mit Diagonalbalken (sonstige Fremdfirmen)	2.442
<b>Anzahl der Ausweise (Umlauf)</b>	<b>9.827</b>
Dienstaussweise; Verlust	Anzahl
Dienstaussweise blau	41
Dienstaussweise grün	8
Dienstaussweise grün mit Diagonalbalken	2
<b>Anzahl der Ausweise (Verlust)</b>	<b>51</b>

Soweit bei den Transporten Störungen zu verzeichnen waren, bestanden sie ausschließlich in Zeitverzögerungen, die auf witterungsbedingte Einflüsse bzw. auf die Verkehrslage zurückzuführen waren.

Die behördlich verlangte Aus- und Weiterbildung des Objektsicherungsdienstes wurde im Wesentli-

chen im Umfang des vergangenen Jahres fortgeführt. Die Schwerpunkte der Ausbildung lagen auf Dienstkunde, Rechtskunde und Sport. Diese wurden wöchentlich durchgeführt. Weiterhin erfolgten Unterweisungen in waffenloser Selbstverteidigung. Ein Polizeifachlehrer vermittelte die Rechtsgrundlagen in Bezug auf das Führen und den Gebrauch einer Schusswaffe im Objektsicherungsdienst.

Sechs Hundeführer nahmen mit ihren Diensthunden erfolgreich an einem Ausbildungsseminar für Schutzhunde teil. Zur Vertiefung der Ausbildung fanden 10 Anetrete- und Alarmübungen statt.

Insgesamt wurden für die Ausbildung, ohne Übungen, 363 Stunden aufgewendet.

Im Berichtsjahr hat ein Auszubildender mit der Ausbildung im Ausbildungsberuf „Fachkraft für Schutz und Sicherheit“ begonnen. Eine Auszubildende hat die Prüfung vor der Industrie und Handelskammer im Ausbildungsberuf erfolgreich bestanden.

Eine Übersicht über die Verkehrsunfälle von 2004 bis 2008 zeigt Tabelle 2-47. Es waren 32 Verkehrsunfälle (2007: 27) mit einem Sachschaden von insgesamt ca. 105.000 € zu bearbeiten. Es traten dabei zwei Personenschäden (2007: 4) auf.

Hauptunfallursachen waren:

- Nichtbeachten der Vorfahrt,
- zu geringer Sicherheitsabstand,
- Unachtsamkeit beim Rückwärtsfahren,
- überhöhte Geschwindigkeit.

*Tabelle 2-47: Verkehrsunfälle von 2004 bis 2008*

Monat	Anzahl der Verkehrsunfälle					Sachschäden in 1000 € 2008	Personen- schäden 2008
	2004	2005	2006	2007	2008		
Januar	7	4	4	5	4	27	0
Februar	3	1	6	2	2	6	0
März	5	2	6	1	2	9	0
April	5	1	0	0	5	13	0
Mai	1	0	2	3	5	23	1
Juni	1	1	0	4	3	4	0
Juli	3	4	3	2	4	6	0
August	6	1	2	1	2	4	0
September	3	2	5	0	1	3	0
Oktober	1	5	1	4	1	1	0
November	2	4	4	4	4	8	1
Dezember	3	2	3	1	1	1	0
Gesamt	40	27	36	27	32	105	2

**2.6.3 Sicherungstechnik (S-OT)**

Behördlich vorgeschriebene Wiederkehrende Prüfungen an technischen Objektsicherungseinrichtungen wurden im Forschungszentrum überwacht bzw. selbst durchgeführt. Technische Änderungen durch Erneuerungen/Ergänzungen wurden in den Prüfanweisungen des Prüfhandbuches für wiederkehrende Prüfungen an technischen Objektsicherungseinrichtungen fortgeschrieben und zum Testat eingereicht.

Im Forschungszentrum sind insgesamt 141 Schließanlagen unterschiedlicher Größen mit rund 40.000 Schlüsseln eingebaut. Die 141 Sicherungskarten für die Schließanlagen werden von S-OT verwaltet. Im Berichtszeitraum wurden Ersatz- und Ergänzungsbeschaffungen für Schließanlagen mit einem Gesamtwert von 35.000 € zentral abgewickelt.

6 Schlüsselverluste wurden gemeldet. Die Alarm- und Gefahrenschlüssel wurden in insgesamt 758 Fällen benötigt.

**2.6.4 Objektsicherungsdienst (S-OO)**

Im Berichtsjahr standen für den Objektsicherungsdienst wieder Bewachungs- und Kontrollaufgaben auf dem umfriedeten Gelände des Forschungszentrums einschließlich der angrenzenden Gesellschaften AVR und ETC im Vordergrund. Diese beinhalten Empfangs-, Torposten-, Streifen- und Schleusenpfortnerdienste.

Vom Objektsicherungsdienst wurden 59.561 Besucherscheine ausgestellt, ein Zugang um 2.024 gegenüber dem Vorjahr (Tabelle 2-49). Anlässlich wissenschaftlicher Tagungen besuchten weitere 25.309 Personen das Forschungszentrum, anlässlich Veranstaltungen der Öffentlichkeitsarbeit des FZJ (ÖA) weitere 7.874 Personen.

Im Zuge des Streifendienstes und der Versuchskontrolle hat der Objektsicherungsdienst 55 technische Störungen bzw. Unregelmäßigkeiten, wie z. B. defekte Türzylinder, Beschädigungen an Zäunen, defekte Scheinwerfer und Verkehrsschilder, nicht abgesicherte Baustellen, defekte Lüftungsanlagen und Fluchttore, abgestellte Unfallfahrzeuge, nicht angemeldete Kraftfahrzeuge, festgestellt und gemeldet.

Es gab 77 Alarmeinsätze, bei denen es sich entweder um technische Fehlalarme oder um unbeabsichtigte Auslösung einer Alarmmeldestrecke handelte (Tabelle 2-48).

Tabelle 2-48: Registrierte Vorkommnisse

Parkverbots- übertretungen	284	Sicherungs- alarmierungen	77
Verkehrsunfälle	27	automatischer Feueralarm	83
Bombendrohungen	0	Gasalarm	51
Gebrauch der Gefahrenschlüssel	758	sonstige Einsätze	869

Bei den aufgeführten automatischen Feueralarmen und Gasalarmen war ein Ausrücken des OSD zur Freisperrung der Bereiche erforderlich.

Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht des Forschungszentrums führte der Objektsicherungsdienst verkehrsregelnde Maßnahmen durch, insbesondere bei Tagungen und Ausstellungen in der Zentralbib-

liothek oder zur Absicherung bei Ölbergungsmaßnahmen.

Es sind 263 Verkehrsübertretungen festgestellt und bearbeitet worden. 32 Verkehrsunfälle wurden vom Objektsicherungsdienst aufgenommen.

Eine Übersicht über Besucher im Forschungszentrum im Jahr 2008 zeigt Tabelle 2-49.

Tabelle 2-49: Anzahl der Besucher im Jahre 2008

Tor	Besucher	Tagungsteilnehmer		Summe
		ÖA	Sonstige	
	1	2	3	1-3
Hauptwache	52.377	7.874	25.309	85.560
Hambach	6.026	-	-	6.026
BAW	1.158	-	-	1.158
Summe	59.561	7.874	25.309	92.744

## 2.7 Numerischer Strahlenschutz / S-NS

Ch. Geisse, E. Brunen, N. Karanlik, J. Lynen, Ch. Plaga, J. Steinbusch, U. Tiesler-Granderath, E. Wüst

Neben den allgemeinen Aktivitäten (Benutzerberatung, Mitarbeiterschulung, Betreuung Auszubildender u. ä.) ergaben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

### 2.7.1 Monte-Carlo-Simulationen für Neutronenleiter

Die Abschirmung von Neutronenleitern ist eine aktuelle Problemstellung bei Forschungsreaktoren und Spallationsneutronenquellen.

Monte-Carlo-Simulationen bieten die Möglichkeit, die Entwicklung neuer Versuchsanordnungen oder Neutronenleiter zu unterstützen. Eine Reihe der bisher am Neutronenleiter ELLA in Jülich platzierten Experimente sollen an einen Neutronenleiter (Abbildung 2-41) am Münchner Forschungsreaktor FRM-II umziehen.

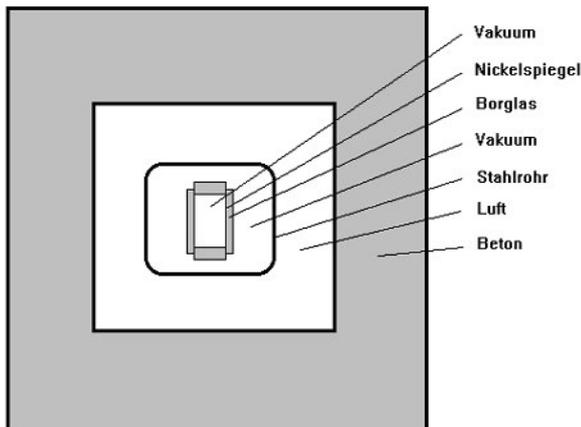


Abbildung 2-41: Querschnitt durch einen Neutronenleiter im Simulationsmodell

Um die dazu notwendigen Berechnungen auf eine möglichst solide Grundlage zu stellen, wurden zunächst eine ähnliche Situation mit dem Monte-Carlo-Programm MCNP simuliert. Die Quellparameter der Simulation wurden solange abgeändert, bis die Neutronen- und Gammaspektren an den Aufpunkten den Messungen am ELLA-Kanal des Jülicher Forschungsreaktors DIDO entsprach.

Mit den so erhaltenen Startwerten in der Quelle wurden Flüsse und Dosen an verschiedenen Aufpunkten in Abhängigkeit von Detektorlänge und Quellfläche bestimmt. Untersucht wurden die Dosisleistungen in 152 cm und 302 cm Abstand von

der Quellfläche, was den Distanzen der Messpunkte am ELLA-Kanal des DIDO entspricht (Abbildung 2-42).

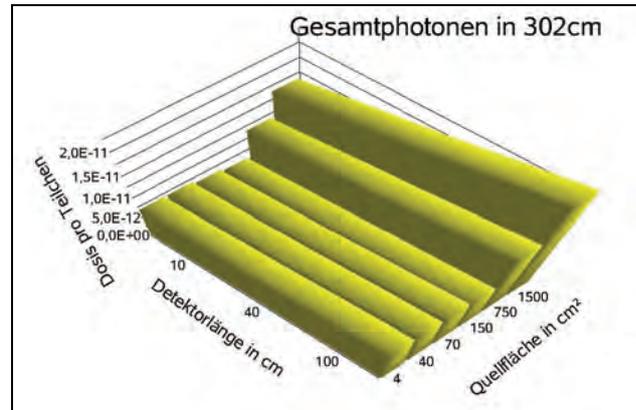


Abbildung 2-42: Einfluss der Quellfläche auf die Dosisleistung pro gestartetem Teilchen

Dabei ergab sich, dass die Größe der Quellfläche das Ergebnis mehr als die Detektorlänge beeinflusst: Ab einer bestimmten Quellflächengröße kann die Dosisleistung nicht mehr unabhängig davon betrachtet werden. Bei zukünftigen Simulationen sollten daher die Dimensionen der Quellfläche nicht zu groß gewählt werden. Die Dimensionen des Detektors haben dagegen weniger Einfluss auf das Ergebnis. Beides gilt sowohl für Neutronen als auch für primäre und sekundäre Photonen.

### 2.7.2 Personendosimetrie

Die Personendosimetrie-Datenbank PeDaB 2 wurde weiter ausgebaut. Die Berichte für die Ausscheidungsüberwachung wurden von einer reinen ACCESS-Lösung auf ACCESS-Frontend-ORACLE-Backend Betrieb umgestellt. Dies betraf sowohl die Einzel-Berichte für regelmäßige und besondere Überwachungen als auch die Quartals-Berichte. Bei den Quartals-Berichten werden alle Untersuchungen berücksichtigt, die im letzten Quartal stattgefunden haben, aber auch Folgemessungen, die zu Untersuchungen aus vorherigen Quartalen gehören.

Ebenfalls berücksichtigt wurden Überwachungen nach Richtlinie und nicht nach Richtlinie (beides bei regelmäßigen) sowie besondere Überwachungen. Dabei werden bei besonderen Überwachungen für eine Person alle Daten, die zu dieser Überwachung gehören, in einem Einzel-Bericht zusammengefasst.

Die Berichte werden über einen PDF-Druckertreiber direkt aus ACCESS einzeln als PDF-Dateien

abgespeichert. Das erleichtert die Archivierung (Langzeitlesbarkeit!) und verhindert versehentliche Änderungen an den Dokumenten. Falls doch noch Änderungen an einzelnen Berichten vorgenommen oder Kommentare hinzugefügt werden müssen, kann die PDF-Datei mit Hilfe eines Konverters („Solid Converter PDF“) in eine WORD-Datei umgewandelt werden. Das Nutzen der Seriendruck-Funktion von WORD in Kombination mit ACCESS war auf Grund der Komplexität der Daten nicht möglich.

### 2.7.3 Klassenbibliothek für Intranet-/ Internet-Applikationen

Bei steigender Zahl der Nutzer eines Informationssystems nimmt die Ausstattungsvielfalt der Endgeräte (PCs und Workstations) zu, weshalb es in zunehmendem Maße notwendig wird, auf Client-seitige Installation und Wartung gänzlich zu verzichten und ein bei allen Clients bereits vorhandenes Frontend zu verwenden. Am besten geeignet ist dazu ein Internetbrowser, der zudem den Vorteil eines hohen Bekanntheitsgrades bei den Benutzern besitzt.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sollen daher zunehmend Browser/HTML/Intranet-basierte Datenbanklösungen zur Administration, Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe von Informationen eingesetzt werden. Als für unsere Belange günstigste Technologie stellte sich dabei die Kombination aus Apache Internetserver, PHP Skriptsprache und Oracle- sowie MySQL-Datenbank heraus.

Als Basis für die Entwicklung kleiner bis mittelgroßer Intranetprojekte dient eine in den letzten Jahren entwickelte PHP-Klassenbibliothek. Deren Ausgabe fügt sich nahtlos in das Content-Management-System des Forschungszentrums Jülich ein.

Zur Zeit stehen folgende Klassen zur Verfügung:

- Tabellendarstellung
- Darstellung von Auswahlfeldern
- Formatumwandlung
- Ein- und Ausblenden von Hilfe-Texten
- Inputklasse
- Inputkontrolle
- Dateien Up- und Download
- Erstellung von Dokumenten und Ausdruck (PDF)
- Benutzerverwaltung

Neben der Erweiterung und Pflege der vorhandenen Klassen kamen im Berichtszeitraum folgende PHP-Klassen hinzu:

- Ver- und Entschlüsselung
- Fortschrittsbalken
- Datenumwandlung (binär <-> dezimal)
- Mails versenden

### 2.7.4 EmisDaB: Ein Emission-Kataster im Intranet

Zur Vereinfachung der zur Emissionsüberwachung nötigen Arbeitsabläufe wurde die Emissionsdatenbank „EmisDaB“ als Web-Applikation erstellt. Sie ermöglicht das Erfassen, Kontrollieren und Ändern von Emissionsmeldungen sowie das Erstellen von Berichten.

Hierzu werden die Emissionsmeldungen vor Ort mit Hilfe eines Webbrowsers eingegeben. Auf deren Grundlage erstellt der Verantwortliche im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz mit Hilfe dieser Anwendung den Quartalsbericht. Dieser enthält die Emissionstageswerte sowie die Quartalssummen für die einzelnen Radionuklide. Die erzeugte PDF-Datei kann der Benutzer auf seinem Rechner speichern und ausdrucken. Zudem ist eine grafische Darstellung der Emissionen eines ausgewählten Radionuklids und Zeitraumes in einem Säulendiagramm möglich (Abbildung 2-43). Sämtliche Administrator- und Benutzer-Aktionen dieser Applikation werden in Browserfenstern über das Intranet abgewickelt. Grundlage für das gesamte Projekt ist die bereits erwähnte Klassenbibliothek für Intranet-/ Internet-Applikationen.

Vier verschiedene Benutzertypen können auf das Kataster zugreifen:

**Globaler Administrator** - ist der Verantwortliche für die Emissionsüberwachung im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz. Er hat Zugriff auf alle Emittenten und kann jederzeit Änderungen in den Datensätzen vornehmen. Außerdem kann er neue Benutzer einrichten und sie einem (oder mehreren) Emittenten zuordnen. Die Emittenten- sowie Nuklidliste kann nur durch den Globalen Administrator geändert werden. Weiter erstellt er die Quartalsberichte.

**Lokaler Administrator** - ist der Verantwortliche für den jeweiligen Emittenten vor Ort. Bezüglich „seines“ Emittenten kann er neue Benutzer (als User) einrichten und Emissionsmeldungen einfügen sowie vorhandene Meldungen korrigieren.

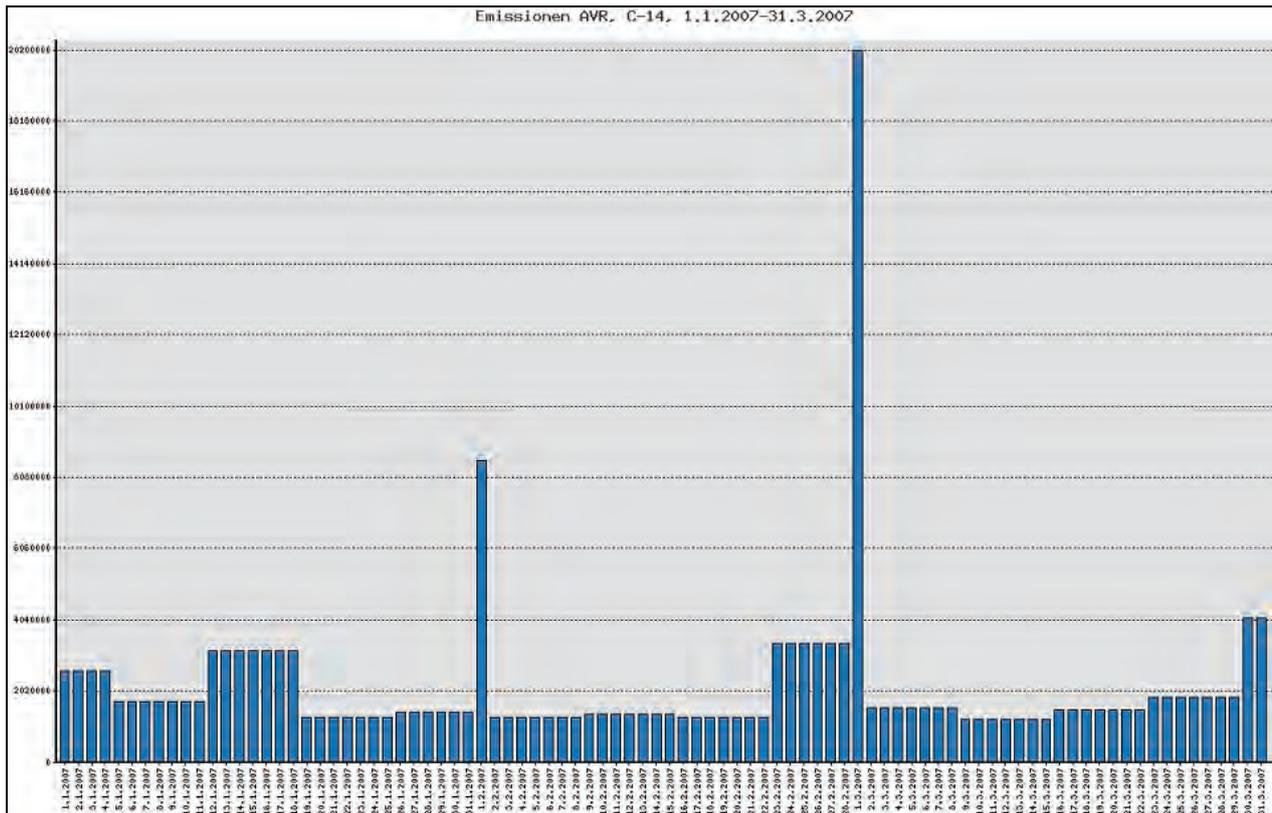


Abbildung 2-43: Grafische Darstellung der Emissionen in einem Säulendiagramm

Außerdem kann er „seinem“ Emittenten Nuklide zuordnen.

**User** - gibt die Emissionsmeldungen für „seinen“ Emittenten ein.

**Leser** – kann nur lesend auf die Emissionswerte in seinem Institut zugreifen (z. B. Institutsleiter).

Bei der Eingabe der Emissionsmeldungen müssen zunächst Emittent und Zeitraum angegeben werden, danach wird das Nuklid aus einer Liste ausgewählt, die für jeden Emittent getrennt festgelegt ist. Eine Emissionsmeldung besteht aus folgenden Informationen:

- Anfangs- und Enddatum des Emissionszeitraumes
- Es kann angegeben werden, ob es sich bei dem Messwert um Tageswerte handelt, oder ob der Messwert über die gesamte Messperiode aufzuteilen ist.
- Der Messwert in Becquerel.
- Es wird vermerkt, ob der Messwert unterhalb der Nachweisgrenze liegt.
- Es wird eine Logdatei geführt, in der die Änderungen mitprotokolliert werden.
- Im Quartalsbericht werden zusätzlich zu den Tageswerten auf Basis der Emissionsmeldungen textuelle Bemerkungen sowie für jeden

Emittenten eine Überschrift eingefügt Das Editieren dieser Bemerkungen und Überschriften geschieht ebenfalls in der Web-Applikation.

- Nach Erzeugen des Quartalsberichtes werden alle Emissionsmeldungen, die das Quartal betreffen gesperrt, sodass nur noch der globale Administrator Änderungen vornehmen kann.

Das gesamte Projekt wurde im Rahmen einer Diplomarbeit mit dem Thema „Konzeption und Implementierung eines Emissions-Katasters“ von Herr Thomas Willems durchgeführt, der damit im Februar 2008 den Grad eines Diplom-Mathematikers an der Fachhochschule Aachen-Jülich erlangte.

### 2.7.5 Multiplechoice Quiz im Intranet

Aus dem Bereich Arbeitsschutz kam der Wunsch, ein Quiz zur Einführung in den Arbeitsschutz über das Intranet allen Mitarbeitern leicht zugänglich zu machen. Neue Mitarbeiter könnten so selbstständig die Einführungsunterlagen durcharbeiten (als PDF hinterlegt) und im Intranet von einem beliebigen Rechner aus das Quiz durchführen. In der Form eines Multiplechoice-Tests sollten dazu aus einem Pool von Fragen eine gewisse Anzahl zufällig ausgewählt und davon ein frei wählbarer

Prozentsatz richtig beantwortet werden; dann sollte der Test als bestanden gelten und evtl. auch eine Meldung an die Personalabteilung erfolgen. Diese Meldung sollte personalisiert sein, ohne dass personenbezogene Daten gespeichert werden müssen.

Eine entsprechende Intranet-Testapplikation auf der Basis einer ORACLE-Datenbank wurde mit PHP entwickelt. Zusätzlich zum oben Genannten wurden folgende Forderungen berücksichtigt:

- Einbinden von Grafiken in den Fragen
- Mehrsprachigkeit: zur Zeit deutsch und englisch
- Erstellen eines Zertifikats für den Anwender
- Das Einstellen und Freischalten von neuen Fragen während des Betriebs

Die technischen Grundlagen für eine solche Applikation wurden geschaffen und erste Tests erfolgreich abgeschlossen.

### 2.7.6 Wartungsdatenbank und Eichung

Seit 2003 existiert eine Access-Datenbank 'wartung', die alle von der Gruppe S-MG benötigten Informationen zu den im Forschungszentrum an-

geschafften Strahlenschutzmessgeräten enthält und gleichzeitig auch der Terminverfolgung der Wartungen und Reparaturen dieser Geräte dient.

Ein Großteil dieser Geräte muss regelmäßig geeicht oder kalibriert werden. Dies wird durch die Gruppe S-MD veranlasst und bisher manuell verfolgt. Die Anzahl dieser Geräte ist in letzter Zeit erheblich gestiegen, weshalb die manuelle Bearbeitung ohne Hilfe der Datenverarbeitung mittlerweile nicht mehr möglich ist. Die Grunddaten der Geräte sind bereits in der Wartungsdatenbank enthalten und auch der Informationsaustausch auf Grund des Materialverkehrs zwischen den beiden Gruppen sollte vereinfacht werden, weshalb eine gemeinsame Lösung angestrebt wurde.

Dazu wurden die bereits vorhandenen Geräte-Daten auf den zentralen ORACLE-Server portiert und die Datenstruktur um die Eich- und Kalibrierdaten erweitert. Die Oberflächen für die Wartung (S-MG) wurden angepasst und diejenigen für die Eichung/Kalibrierung (S-MD) in MS ACCESS entwickelt (Abbildung 2-45). Mit zwei Ausnahmen liegen nun alle Daten auf dem ORACLE-Server: Nur Grafiken und Dokumente (PDF, DOC, XLS) befinden sich auf dem Dokumenten-Server von S.

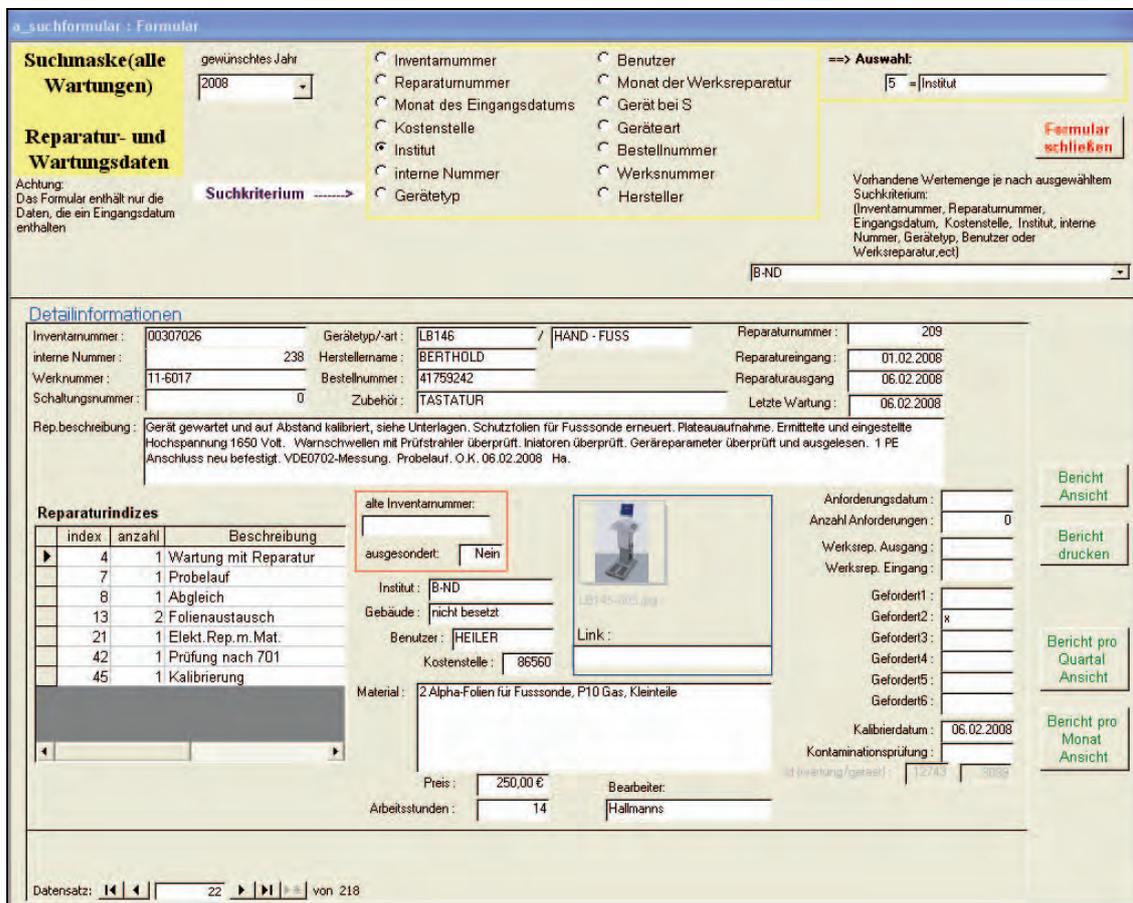


Abbildung 2-45: Suchmaske der Wartungsdatenbank

Um einerseits sicherzustellen, dass jeder Benutzer mit der aktuellen Version der Oberfläche arbeitet, andererseits die Oberflächen aber lokal auszuführen (wg. Rechtproblematik und Ausführungsgeschwindigkeit), wird folgendes Verfahren angewandt: Mittels einer Batch-Datei wird die aktuelle Oberflächenversion vom S-Server auf den lokalen Rechner kopiert und dann lokal ausgeführt. Das Ergebnis ist eine schnelle Ausführung der aktuellen Datenbankoberfläche mit lokalen Rechten. Ein Vorteil der Access-Oberfläche liegt darin, dass auch lokal eine „kleine“ Datenbank-Umgebung vorhanden ist. ORACLE und Access werden mittels ODBC miteinander verbunden.

### 2.7.7 Buchführung radioaktiver Stoffe

Neben der allgemeinen Datenbankwartung und Programmpflege am „Kernmaterial-Bilanzierungs- und Kontroll-System“ (KBKS) haben die Arbeiten zur Anpassung des Systems an Anforderungen der Euratom-Verordnung Nr.302/2005 konkrete Gestalt angenommen.

Es wurde eine Reihe von Zwischenlösungen entwickelt, um den Betrieb des KBKS-Programmes bis zur Fertigstellung aller Programmänderungen sicherzustellen. Häufige Versionsänderungen der Datenbankentwicklungsumgebung „Clarion“ sowie die mangelnde Anpassung von weiteren Entwicklungswerkzeugen erschwerten dabei die Umstellung und erhöhten die Anzahl der notwendigen Zwischenlösungen.

Außerdem wurde eine Visual-Basic-Anwendung erstellt, die die ICR-Ausgabedaten der bisherigen, in der Datenbankentwicklungsumgebung „Clarion“ programmierten, Programmversion als XML-Dateien zur Verfügung stellt. Diese können dann vom Programm „ENMAS light“ (von den Euratom-Behörden veröffentlicht) weiterverarbeitet, und gegebenenfalls manuell an die neue Richtlinie angepasst werden.

Auch die Visual-Basic-Funktionen zur Erstellung der KM-Postenlisten sind im Hinblick auf geänderte Anforderungen dieser Euratom-Verordnung erneut überarbeitet worden.

Um mittelfristig unabhängiger von externen Programmierleistungen zu sein und flexibler auf neue Verordnungen und Gesetze reagieren zu können, wurden Überlegungen zur Neugestaltung der IT-gestützten Buchführung radioaktiver Stoffe angestellt. Zur Zeit noch notwendige Mehrfacheingaben des gleichen Buchungsvorgangs in verschie-

denen Organisationseinheiten sollen mit einer zentralen Datenbank und intranet-gestützter Eingabe vermieden werden. Erste Entwürfe der Datenstruktur berücksichtigten daher im Wesentlichen den Buchungsbereich im Geschäftsbereich S (BRASIS = Buchführung radioaktiver Stoffe in S); später kam dann der Wunsch auf, auch den Transport elektronisch zentral zu begleiten (ETBS = Elektronischer Transport Begleit Schein). Dadurch wird es einerseits möglich, die Transportdaten dezentral, direkt vor Ort zu erfassen, andererseits können diese Daten direkt und ohne Neueingabe vom BRASIS mitgenutzt werden.

### 2.7.8 Sonstiges

Für den Arbeitsschutz wurde eine kleine Access-Datenbank zur Gefahrenbeurteilung am Arbeitsplatz erstellt.

Unter <http://www.fz-juelich.de/gs/support/> wurden diverse Hilfsprogramme für den Geschäftsbereich zu Verfügung gestellt. Außerdem wurden Standard-Tools zum Erstellen und Bearbeiten von PDF-Dateien festgelegt.

Die Umstellung des institutsinternen Datennetzes von BNC/Twisted Pair auf Lichtwellenleiter wurde begonnen.

## 3 SCHWERPUNKTE UND FORSCHUNGSPROJEKTE

### 3.1 Hintergrund

Das Forschungszentrum Jülich gehört zur Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF; <http://www.helmholtz.de/>). In der HGF sind 15 deutsche Forschungszentren zusammengeschlossen. In den sechs Forschungsbereichen

- Energie,
- Erde und Umwelt,
- Gesundheit,
- Schlüsseltechnologien,
- Struktur der Materie,
- Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr

tragen die Forschungszentren im Rahmen der programmorientierten Förderung der HGF wesentlich dazu bei, große und drängende Fragen von Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft zu beantworten.

Der GB Sicherheit und Strahlenschutz (S) des Forschungszentrums Jülich ist mit seinen übergreifenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

- E.51101.00 „Begleitende Arbeiten zur Umgebungsüberwachung“,
- E.51201.00 „Entwicklungsarbeiten zum Strahlenschutz“,

die teilweise auch über Drittmittel finanziert werden, in das Forschungs- und Entwicklungsprogramm des Forschungszentrums eingebunden.

Die Arbeiten des GB S zum FE-Vorhaben E.51101.00 werden im HGF-Forschungsbereich „Erde und Umwelt“, HGF-Programm „Atmosphäre und Klima“, HGF-Thema „Spurenstoffe in der Troposphäre“ durchgeführt. Das FE-Vorhaben E.51201.00 ist Teil des HGF-Forschungsbereiches „Energie“, HGF-Programm „Nukleare Sicherheitsforschung“, HGF-Thema „Sicherheitsforschung für nukleare Abfälle“.

Bei beiden FE-Vorhaben des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz erfolgt eine Zusammenarbeit mit anderen FE-Vorhaben des Forschungszentrums (Kap. 3.2.1), aber auch mit Forschungseinrichtungen und Institutionen außerhalb des Forschungszentrums (Kap. 3.2.2).

Neben den FE-Projekten gibt es in jedem Jahr neue Arbeitsschwerpunkte und Aufgaben außerhalb der Routine (Kap. 3.2 f. f.).

Zu einigen Projekten finden sich Informationen auf den Internetseiten des GB S:

- <http://www.fz-juelich.de/gs/forschung/>
- <http://www.fz-juelich.de/gs/genehmigungen/projekte/>

### 3.2 Kooperationen und Zusammenarbeit

#### 3.2.1 Innerhalb des Forschungszentrums

Der Geschäftsbereich S arbeitet im Rahmen von Forschungsvorhaben u. a. mit anderen Instituten des Forschungszentrums zusammen:

- ICG Chemie und Dynamik der Geo-Biosphäre (U01)
- ISR Nukleare Sicherheitsforschung (E04)
- ICG-IV „Organization of a Groundwater Monitoring System at Semipalatinsk Test Site“ (KAZ 03/001)

#### 3.2.2 Außerhalb des Forschungszentrums

Es besteht eine Zusammenarbeit u. a. mit den nachstehenden Einrichtungen außerhalb des Forschungszentrums:

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- Universität Köln, Institut für Geophysik und Meteorologie
- Universität Hamburg, Meteorologisches Institut
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Universitätsklinikum Aachen:
  - Transfusionsmedizin
  - Klinik für Strahlentherapie (im Rahmen eines DAAD-Helmholtz-Stipendiums)
- Fachhochschule Aachen, Abt. Jülich

## Schwerpunkte und Forschungsprojekte

---

- Max-Planck-Gesellschaft, Institut für Chemie, Mainz
- Universität Rostock:
  - Institut für Zellbiologie und Biosystemtechnik
  - Institut für Biowissenschaften, Lehrstuhl für Tierphysiologie (DFG-Graduiertenkolleg dIEM OSIRIS)
- Bergische Gesamthochschule Wuppertal
- HELMI – Helmholtzzentrum München
- Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg
- Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe
- Kerntechnischer Hilfsdienst GmbH, Leopoldshafen
- Université Paul Sabatier, Toulouse, Frankreich
- IRSN, Orsay/Fontenay-aux-Roses, Frankreich
- TU Graz, Graz, Österreich
- Internationale Atomenergiebehörde (IAEA), Wien, Österreich
- Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf, Österreich
- STUK (Säteilyturvakeskus - Radiation and Nuclear Safety Authority), Helsinki, Finnland
- Institute for Nuclear Physics INP, Almaty, Kasachstan
- Institute for Radiation, Safety and Ecology IRSE, Almaty, Kasachstan
- PROCORAD, Paris, Frankreich
- Institute of Radiobiology, Minsk, Belarus
- BELRAD Institut, Minsk, Belarus
- Institut für Kernforschung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Debrecen, Ungarn
- Research Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russland
- Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warschau, Polen
- Swietokrzyska Academy - Department of Radiobiology and Immunology, Kielce, Polen
- Baylor College of Medicine, Houston/Texas, USA
- National Institute of Radiological Sciences, Chiba-shi, Japan
- Fachverband für Strahlenschutz e. V., Jülich/Würenlingen
- HGF
- BG-Chemie
- Deutsches Institut für Normung e.V.
- Health Physics Agency, London, Großbritannien
- KVSF - Kompetenzverbund Strahlenforschung:
  - Universität Duisburg-Essen Medical School, Institut für Medizinische Strahlenbiologie
  - Universität Duisburg-Essen Medical School, Klinik für Strahlentherapie
  - Universität Hamburg/Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf; Labor für Strahlenbiologie & Experimentelle Radioonkologie, Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
  - Universität Rostock, Lehrstuhl für Systembiologie und Bioinformatik

### 3.3 Beiträge und Berichte

#### 3.3.1 Automatisierung der Probenvorbereitung zur Strontium-90-Bestimmung im Low-Level-Proportionalzähler

M. Burow, R. Flucht, P. Zoriy, P. Ostapczuk

Bei den Proben für die Inkorporationsmessungen kommt es sehr oft zu den Problemen mit der Probenmenge die für einzelne Nuklide zur Verfügung steht. Im Normalfall wird 1/3 der Probe für S-89/90-Bestimmung und der Rest für die Bestimmung von anderen Nukliden verwendet. Um die ganze analytische Prozedur zu vereinfachen soll in der Zukunft eine automatische Trennung von den zu bestimmenden Nukliden erfolgen.

Ein Fließdiagramm (Abbildung 3-1) zeigt, dass die Probe (in diesem Fall eine Urinprobe) aufgeschlossen und aufgelöst wird. Danach folgt eine Trennung mit Hilfe von verschiedenen Ionenaustauschern, so dass am Ende Lösungen vorliegen, in denen nur Einzelnuclide vorhanden sind.

Seit mehr als 20 Jahren wird die  $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$  - Bestimmung im Rahmen der Emissions-/Immissionsüberwachung wie auch bei den Inkorporationsmessungen mit der Salpetersäure-Methode durchgeführt. Dieses Verfahren ist schematisch in Abbildung 3-1 dargestellt. Nach sorgfältigem Aufschluss des Probenmaterials und Zusatz von inaktivem Strontium- und Barium-Trägerlösung zur Bestimmung der chemischen Ausbeute wird Strontium mit Mineralsäure aus dem vorbereiteten Probenmaterial herausgelöst.

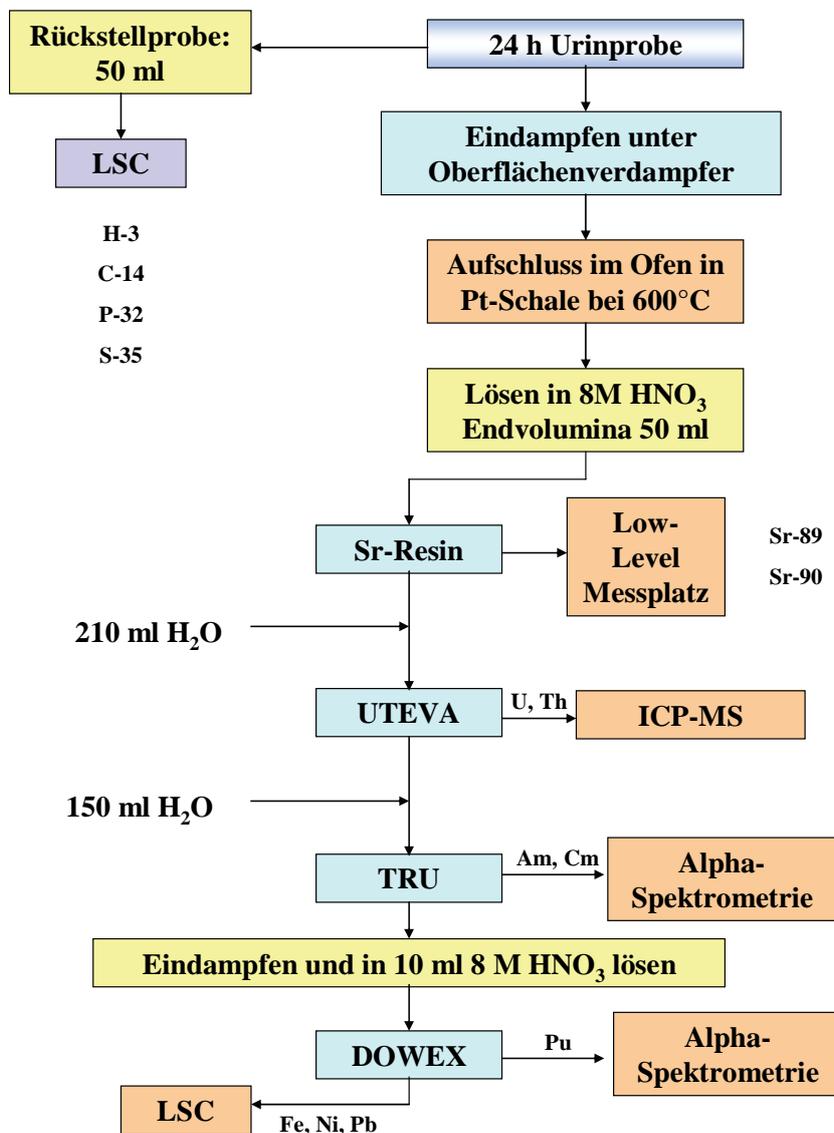


Abbildung 3-1: Die zukünftige Trennung von Radionukliden mit Hilfe von verschiedenen Ionenaustauschern

Als erster Schritt bei der Automatisierung wurde die Sr-Trennung mit Hilfe von Strontiumselektiven Ionenaustauscher der Firma Eichrom untersucht. Neben der Optimierung der Trennung waren auch die Fragen wichtig über die Lebensdauer des Ionenaustauschers und die Effizienz der Trennung.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass es möglich ist Sr sauber von anderen Kationen zu trennen. Weitere Ergebnisse zeigten, dass die Reproduzierbarkeit der Säulenbeladung gut ist und mit einer Säule bis zu 30 Beladungen möglich sind (Abbildung 3-2).

Für einen Test mit realen Proben wurde Urin als Matrix ausgewählt.

#### Probenvorbereitung:

Die Urinprobe wird in eine PTFE-Schale überführt, mit entsprechenden Trägern versetzt und unter Oberflächenverdampfer fast bis zur Trockne abgedampft. Die restliche Lösung wird in eine Pt-Schale überführt und bis zur Trocknung eingedampft. Diese Probe

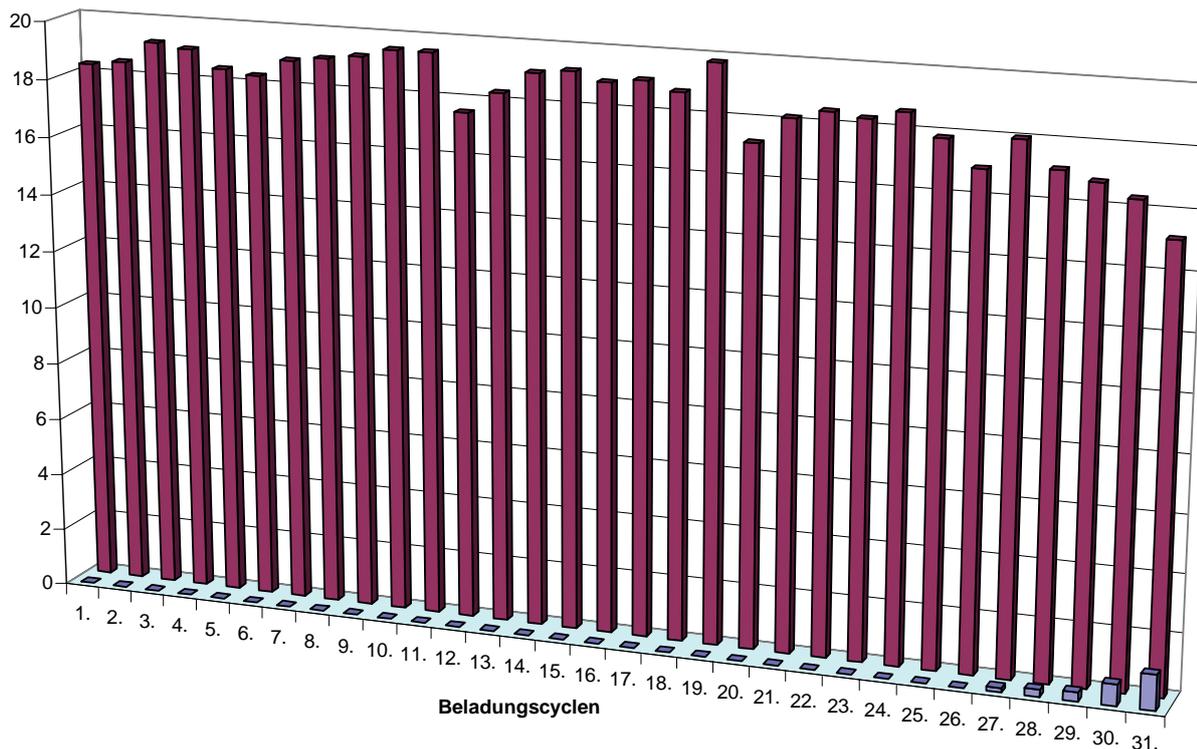


Abbildung 3-2: Die Lebensdauer der Säule (Beladungszyklen des Sr-Resin mit Strontium)

wird im Ofen bei 600 °C aufgeschlossen. Der weiße Niederschlag wird in 8 M HNO<sub>3</sub> aufgelöst und in einen Messkolben überführt (z. B. 50 ml) und zum Endvolumen mit 8 M HNO<sub>3</sub> aufgefüllt. Ein Teil dieser Lösung (z. B. 10 ml) wird für Sr-90-Bestimmung verwendet.

Eine Säule, 20 cm lang mit einem Durchmesser von 6 mm, wird mit ca. 2.8 g Sr-Resin SPS SR-B100-S (Eichrom) gefüllt. Über diese Säule, die mit 60 ml 8M HNO<sub>3</sub> konditioniert wurde, wird die Probe mittels einer Schlauchpumpe gepumpt. Anschließend wird die Säule mit 30 ml 8M HNO<sub>3</sub> gewaschen um eventuelle Ba-Spuren auszuwaschen. Danach wird mit 30 ml Wasser das Strontium eluiert. Danach wird die Karbonatfällung (Abbildung 3-4) durchgeführt.

Die Abbildung 3-2 zeigt ein Blockschema für den Aufbau und die Schaltungen der Anlage zur Nuklidtrennung. Die Kontrolle der Schaltung der Ventile in entsprechender Zeitfolge übernimmt der Computer. Ein Vorläufer dieser Anlage ist in der Abbildung 3-3 zu sehen. Um die Kontamination mit Schwermetallen zu vermeiden, war es notwendig alle Teile aus Kunststoff herzustellen.

Durch die Einführung der Automatisierung wurden folgende Ziele erreicht:

- reproduzierbare Trennung,

- Entlastung des Laborpersonals,
- Reduzierung des Verbrauchs an Chemikalien,
- Reduzierung der Bestimmungszeit,
- Steigerung der Messempfindlichkeit bei Uran- und Thorium-Bestimmung mittels ICP-MS.

Um dieses Verfahren zu validieren wurden zahlreiche Experimente mit realen und zudotierten Proben durchgeführt. Dieses Verfahren wurde auch im Rahmen eines Ringversuches bei der Sr-90-Bestimmung in Urin eingesetzt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stehen noch aus.



Abbildung 3-3: Der Vorläufer der Anlage zur automatischen Trennung von Nukliden

Arbeitsanweisung Bestimmung von Sr-90 als Carbonat in Urin Teil 1				
Vorgaben	Prozess-/ Tätigkeitsschritte	Anweisungen/ Ergebnisse/ Besprechungen	Verantwortungs/ Kompetenz Prozessverantwortlicher	
Inkorporationsüberwachung Probenannahme	Bestimmung von Sr-90 als Carbonat in Urin	V-AN-02.00 A-AN-01.01, A-AN-01.02	Tech. Leiter Ausscheidungsmesslabor	
D= Durchführen, E=Entscheiden, M=Mitarbeiten, I=Informieren			D	E
	<p>(1) Herst. Messpräparat:</p> <p>6.1 Herstellung Messpräparat Vorbereitung: 1/3 bis 1/4 der ausgelitterten Urinprobe in ein Becherglas geben</p> <p>Aliquot der Urinmenge notieren !!</p> <p>Zugabe von 4 ml Sr-Träger (10 mg/ml) + 1 ml Ba-Träger (10 mg/ml) + 5 ml H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></p> <p>Lösung erwärmen</p> <p>6.13 Phosphatfällung</p> <p>warme Lösung mit NH<sub>3</sub> versetzen bis zur sichtbaren Fällung</p> <p>Lösung abkühlen</p> <p>Dekantieren in ein 250 ml Zentrifugenglas</p> <p>Lösung verwerfen</p> <p>zentrifugieren</p> <p>Rückstand mit 10 ml HNO<sub>3</sub> + etwas deoin. Wasser lösen</p> <p>erhitzen + Zugabe alle 5 min mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bis klare Lösung</p> <p>ca. 15-20 min</p> <p>6.14 Erdalkifällung</p> <p>abgekühlte Lösung mit rauch. HNO<sub>3</sub> im Überschuss versetzen bis zur Fällung</p> <p>abkühlen zentrifugieren</p> <p>Lösung verwerfen</p> <p>Nitratrückstand: + 10 ml H<sub>2</sub>O zum Lösen + 30 ml rauch. HNO<sub>3</sub></p> <p>abkühlen zentrifugieren</p> <p>1* wiederholen mit: 10 ml H<sub>2</sub>O 15 ml rauch. HNO<sub>3</sub></p> <p>Farbumschlag von rot nach gelb</p> <p>Nitratrückstand in 10 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lösen + 2 Tr. Methylrot</p> <p>Weiter siehe Teil 2</p>	T-AN		TL-AN M

Abbildung 3-4: Traditionelles Verfahren zur Sr-89/90-Bestimmung in Umweltproben (Teil 1)



### 3.3.2 Bau der Lagerhalle V

*B. Kober*

Im Rahmen des Rückbaus des AVR-Versuchskernkraftwerkes wird auch ein Zwischenlager für sonstige radioaktive Abfälle benötigt. Als Standort für dieses Zwischenlager wurde auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich der Bereich des Nuclear Service - Dekontamination (B-ND) ausgewählt.

Vor dem Hintergrund der inzwischen zu fast 90 % belegten Zwischenlagerkapazität des Forschungszentrums und den zukünftig noch zu erwartenden Abfallströmen aus dem Betrieb und dem Rückbau von kerntechnischen Einrichtungen, war die Schaffung zusätzlicher Zwischenlagerkapazität für das Forschungszentrum in den nächsten Jahren erforderlich. Hier bot sich nun eine gemeinsame Errichtung eines Zwischenlagers für FZJ- und AVR-Abfälle als eine sehr wirtschaftliche Möglichkeit an.

Das neue Zwischenlager (Lagerhalle V, Geb. 12.18v) wurde als Erweiterung der bestehenden Lagerhalle IV (Geb. 12.18u) errichtet, da diese Halle bereits so geplant wurde, dass eine Erweiterung an der Giebelseite möglich war (Abbildung 3-6). Die Hallenlängsachse verläuft parallel zum Zaun der Fa. Enrichment Technology Ltd.



*Abbildung 3-6: Errichtung der Stahlbetonstützen und Einbau der Stahlbeton-Sandwich-Wandelemente*

Am 08.02.2007 wurde bei der Bezirksregierung Köln ein Antrag auf Änderung der bestehenden Genehmigung zur Lagerhalle IV gestellt.

Eingelagert werden Rohabfälle, Zwischenprodukte und vor allem konditionierte Abfälle und Reststoffe, die in entsprechenden Gebinden verpackt sind.

Der Abfall kann dabei in fester brennbarer und fester, nicht brennbarer Form anfallen, z. B. hochdruckverpresst als Pellet (u. a. Aschen und Trocknungsprodukte), mit Beton verfestigt, als Schüttgut (z. B. Bauschutt) oder in Sonderabschirmungen verpackt.

Eingelagert werden hauptsächlich Fässer und ggf. Presslinge sowie metallische Feststoffe bzw. Sperrgut - überwiegend in Endlager-Behältern - für die Abgabe an die Schachanlage KONRAD.

Das in der neu zu errichtenden Lagerhalle V vorhandene Lagervolumen beträgt etwa 6.660 m<sup>3</sup>, was etwa dem dreifachen Lagervolumen von Lagerhalle IV entspricht. Bei voller Nutzung der Lagerfläche können nach Fertigstellung der Lagerhalle V zukünftig z. B. 900 Stück KONRAD-Container vom Typ IV in 5-facher Stapelung bzw. andere KONRAD-gängige Gebindetypen mit maximal gleichem Gesamtvolumen zwischengelagert werden.

In der Praxis werden voraussichtlich etwa 80 % der Lagerkapazität in Lagerhalle V für konditionierte radioaktive Abfälle in KONRAD-Gebinden, insbesondere KONRAD-Containern, genutzt. Der Rest steht dann für Einzelfässer bzw. Fässer auf Paletten, Sonderverpackungen und für 20'-Container zur Verfügung.

Betreten und Verlassen wird die Lagerhalle V durch den Personenzugang sowie den Lager- und Verladebereich der Lagerhalle IV und das Abschirmtor der LH V.

Mit dem Bau des Gebäudes 12.18 v wurde am 11.06.2007 begonnen. Um die Verbindung zwischen beiden Lagerhallen herstellen zu können, musste die Nord-Ost-Wand der Lagerhalle IV abgebrochen werden. Damit der bestehende Kon-



*Abbildung 3-7: Fertigstellung der Außenwände*

trollbereich dadurch nicht geöffnet wurde, wurde vorher eine entsprechend gesicherte Trennwand eingezogen, die die Nord-Ost-Wand von der Lagerhalle IV trennte. Beim Abbruch ist Bauschutt mit einer Gesamtmasse von ca. 155 Mg angefallen. Die Freigabe des abgebrochenen Materials erfolgte nach § 29 StrISchV durch den Bereich S-GB. Die Fertigstellung ist für April 2008 geplant.

Abbildung 3-6 bis Abbildung 3-8 zeigen den Verlauf der Errichtung bis zur Fertigstellung.



Abbildung 3-8: Erweiterung nach Montage der Dachdeckenelemente. mit durchgezogenem umlaufenden Dachüberstand

Die Gesamtkosten für Planung und Bau der Erweiterung belaufen sich auf ca. 4 Millionen Euro.

### 3.3.3 Jülichs „Dido“ und Zyperns „Lido“ – Die Bedeutung des Artikels 37 Euratom-Vertrag für den Rückbau des Forschungsreaktors FRJ-2

*B. Heuel-Fabianek, E. Kümmerle, M. Möllmann-Coers*

Anfang Mai 2004 trat die Republik Zypern der EU und damit auch der Europäischen Atomgemeinschaft EURATOM bei. Genau zwei Jahre später, im Mai 2006, wurde der letzte Forschungsreaktor im Forschungszentrum Jülich, der FRJ-2 („Dido“, Abbildung 3-9), abgeschaltet. Was hat nun der geplante Rückbau des „Dido“ mit den Stränden Zyperns (Abbildung 3-10) zu tun, dem EU-Mitglied, das fast 3.000 km von Jülich entfernt liegt?

#### *Ablauf des Genehmigungsverfahrens*

Der Rückbau eines Reaktors muss in Deutschland nach den Vorgaben des Atomgesetzes (AtG) ge-



Abbildung 3-9: Der Forschungsreaktor FRJ-2 „Dido“ im Forschungszentrum Jülich

nehmigt werden. Das Forschungszentrum Jülich hat daher 2007 beim nordrhein-westfälischen Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie (MWME) die Stilllegung und den Abbau des FRJ-2 beantragt.

Auch bei einer Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbau eines Reaktors - auch eines kleinen Forschungsreaktors mit einer Leistung von 23 MW - gelten sinngemäß die gleichen Voraussetzungen wie für eine Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb. Im Genehmigungsverfahren sind daher gemäß AtG alle Behörden des Bundes, des Landes, der Gemeinden und der sonstigen Gebietskörperschaften zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird.

Der Ablauf eines solchen Genehmigungsverfahrens ist recht komplex und die zu erstellenden Unterlagen dementsprechend vielfältig und umfangreich. Neben Sicherheitsbericht, einer Vielzahl technischer Gutachten, Verkehrszählung und Ausbreitungs- und Dosisberechnungen muss auch eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) er-



Abbildung 3-10: Aphrodite-Felsen, Zypern (Foto: Grzywocz, Wikimedia Commons)

stellt werden. Die UVU erfasst den Ist-Zustand der Umwelt und untersucht umfassend mögliche Auswirkungen des „Vorhabens Rückbau“ auf Mensch und Umwelt.

#### **Art. 37 Euratom-Vertrag**

*Jeder Mitgliedsstaat ist verpflichtet der Kommission über jeden Plan zur Ableitung radioaktiver Stoffe aller Art die allgemeinen Angaben zu*

*übermitteln, auf Grund deren festgestellt werden kann, ob die Durchführung dieses Plans eine radioaktive Verseuchung des Wassers, des Bodens oder des Luftraums eines anderen Mitgliedstaates verursachen kann.*

*Die Kommission gibt nach Anhörung der in Artikel 31 genannten Sachverständigengruppe innerhalb einer Frist von sechs Monaten ihre Stellungnahme ab.*



Hierbei ist das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG), das auf europäischem Recht (UVP-Richtlinie 85/337/EWG) basiert, wesentliche gesetzliche Grundlage. Grundsätzlich müssen in einem Genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung auch Nachbarländer einbezogen werden, wenn dort ein Vorhaben erhebliche Umweltauswirkungen haben kann.

Soviel zu den gesetzlichen Vorgaben. Doch auch EURATOM, der die Bundesrepublik als Gründungsmitglied schon 1957 beigetreten und die seit 1965 Bestandteil der Europäischen Gemeinschaften und damit der EU ist, greift hier. Artikel 37 des Euratom-Vertrages verpflichtet nämlich jedes Mitglied, bestimmte Angaben zur Ableitung radioaktiver Stoffe der Kommission zu übermitteln. Praktisch muss daher dargelegt werden, ob und ggf. welche radiologischen Auswirkungen der Rückbau des FRJ-2 auf Wasser, Boden oder Luftraum Zyperns, Finnlands, der Niederlande oder anderer EU-Mitgliedsstaaten hat.

Details des Übermittlungsverfahrens nach Artikel 37 Euratom-Vertrag und Vorgaben zu den zu übermittelten "Allgemeinen Angaben" regelt die „Empfehlung der Kommission vom 6. Dezember 1999 zur Anwendung des Artikels 37 des Euratom-Vertrags“ (1999/829/Euratom). Die Kommission hat sechs Monate Zeit, um nach Anhörung einer Sachverständigengruppe ihre Stellungnahme abzugeben.

Die Genehmigung für den Rückbau darf durch die zuständigen Behörden, in diesem Fall das MWME, nur dann erteilt werden, wenn eine Stellungnahme der Kommission vorliegt, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wird.

#### *Ausbreitungs- und Dosisberechnungen*

Vom Forschungszentrum wurden in Abstimmung mit dem MWME und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) „Angaben gemäß Art. 37 Euratom-Vertrag für Stilllegung und Abbau der Reaktoranlage FRJ-2, Forschungszentrum Jülich

GmbH“ (2007) erstellt. Darin werden neben den Auswirkungen des normalen Rückbaubetriebes auch mögliche Auswirkungen eines Störfalls untersucht. Grundlage der Bewertungen sind dabei Ausbreitungs- und Dosisberechnungen des Fachbereichs Umgebungsüberwachung (S-U) des Forschungszentrums.

Über die Problematik der Genauigkeit von Ausbreitungsberechnungen (Luftpfad) über Entfernungen von hunderten oder tausenden Kilometern ist viel diskutiert worden. Klar ist, dass bei mehr als 20 bis 30 km die Genauigkeit sehr stark abnimmt und Prognosen dann zunehmend spekulativen Charakter haben.

Die Frage, welche effektive Dosis die Menschen am Aphrodite-Felsen in Zypern (Abbildung 3-10) durch den Rückbau des FRJ-2 erhält, lässt sich wegen der Entfernung zum FRJ-2 von fast 3.000 km und der selbst im „worst-case“ rechnerisch extrem niedrigen Dosis nicht sinnvoll ermitteln. Hier helfen nur Betrachtungen, die sich an Berechnungen in regionalem Maßstab und vorgegebenen Grenzwerten für die Bevölkerung orientieren.

Der Berechnungsansatz des Forschungszentrums ging von zwei Transferpfaden für mögliche radioaktive Emissionen der Reaktoranlage bei einem Störfall und im normalen Betrieb aus: der Luftpfad und der Wasserpfad.

#### *Der Luftpfad*

Für eine Störfallbetrachtung wurde eine maximal denkbare Aktivitätsfreisetzung angenommen. Dazu wurde unterstellt, dass der in einer bestimmten Phase des Rückbaus frei zugängliche Graphit des Reflektors durch einen Brand stark aufgeheizt wird. Es wurde weiterhin davon ausgegangen, dass die Reaktorhalle des FRJ-2 bei diesem Szenario keinerlei Rückhaltefunktion mehr hat.

Die maximale effektive Dosis für Personen außerhalb des Betriebsgeländes errechnet sich für eine fiktive Person, die sich während und nach dem Störfall in 290 m Entfernung am Zaun (dort: Inha-

## Schwerpunkte und Forschungsprojekte

lation, Submersion, Bodenstrahlung) befindet und lebenslänglich Nahrung, die in 2.000 m Entfernung vom FRJ-2 angebaut wird, verzehrt.

Um die möglichen Auswirkungen eines Störfalls auf Nachbarländer als Folge eines Störfalls zu beurteilen, erfolgt eine Dosisberechnung im Sinne einer konservativen Abschätzung analog zur oben beschriebenen Berechnung für die Grenze, die die geringste Entfernung zur Reaktoranlage FRJ-2 hat. Dabei handelt es sich um die deutsch-niederländische Grenze in einer Entfernung von 23 km im Westen. Für die empfindlichste Personengruppe der 0- bis 1-Jährigen ergibt sich bei dieser Entfernung ohne Ingestion eine maximale effektive Dosis von 0,022 mSv sowie unter Einbeziehung der Ingestion von 0,9 mSv.

Die entsprechende maximale effektive Dosis liegt für alle anderen, weiter entfernten Nachbarstaaten und EU-Mitgliedsstaaten deutlich bis sehr deutlich unterhalb der o. g. Werte für eine Entfernung von 23 km.

Der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexposition aus Tätigkeiten (Hinweis: nicht Störfälle) nach § 2 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV beträgt gem. § 46 StrlSchV für den Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung 1 mSv (= 1.000  $\mu$ Sv) im Kalenderjahr. Gleiches gilt für die Vorgaben des Art. 13 der EU-Richtlinie 96/29/Euratom, der auch einen Grenzwert der effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung von 1 mSv pro Jahr vorgibt. Selbst dieser Grenzwert von 1 mSv, der Freisetzen aus dem störungsfreien Normalbetrieb gilt, wird außerhalb der Landesgrenzen der Bundesrepublik bei einem Störfall während der Stilllegung und des Abbaus in der Reaktoranlage FRJ-2 nicht überschritten.

Der für den FRJ-2 im normalen Betrieb zugrunde gelegte Quellterm für eine Emission über den Luftpfad leitet sich aus den beantragten Grenzwerten (Stilllegung/Rückbau) der maximal zulässigen radioaktiven Ableitungen ab. Bei

den Effektivdosen beträgt die höchste nur durch den Reaktor FRJ-2 verursachte Dosis 27,9  $\mu$ Sv/a (Personengruppe: 1 bis 2 Jahre), am Betriebszaun des Forschungszentrums. Im Vergleich dazu beträgt die höchste Effektivdosis verursacht durch alle Emittenten im Bereich des Forschungszentrums 140  $\mu$ Sv/a.

Zur Beurteilung der Exposition der Bevölkerung im weiteren Umfeld bis etwa 20 km von der Reaktoranlage FRJ-2 - was noch sinnvoll berechenbar ist - wurde für die Berechnungen ein Raster von Aufpunkten definiert, für die dann die jeweilige Dosis für verschiedene Bevölkerungsgruppen ermittelt wurde. Die Berechnungen bis etwa 20 km Entfernung erfassen damit auch die Grenze zum nächsten Nachbarstaat, den Niederlanden.

Den Berechnungen liegt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 Strahlenschutzverordnung (Entwurf vom 13.05.2005) zugrunde. Bei der Nahrungsaufnahme (Ingestionspfad) wurde angenommen, dass Nahrungsmittel am Ort der Erzeugung verzehrt werden.

In einer Entfernung von 20 km liegt die Jahresdosis, verursacht durch alle Emittenten, für die Bevölkerungsgruppe der Kleinkinder, max. im

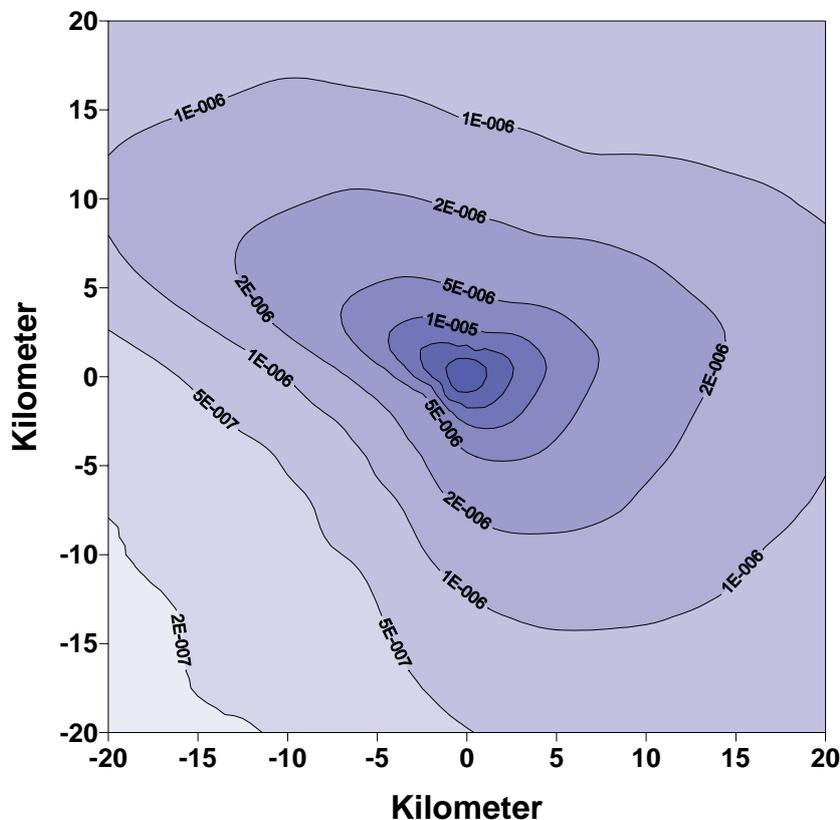


Abbildung 3-11: Effektivdosis der Kleinkinder [ $\text{Sv a}^{-1}$ ] im weiteren Umfeld der Reaktoranlage FRJ-2 – Prognose (Normalbetrieb)

Bereich von  $1,0 \mu\text{Sv}$  ( $1,0 \text{ E-}006 \text{ Sv}$ , Abbildung 3-11) und für Erwachsene (ab 17 Jahre, Abbildung 3-12) bei  $0,5 \mu\text{Sv}$  ( $5,0 \text{ E-}007 \text{ Sv}$ ). Im Vergleich dazu liegt die zulässige Effektivdosis für Ableitungen über den Luftpfad (§ 47 StrlSchV) mit  $300 \mu\text{Sv/a}$  um mehrere Größenordnungen höher.

Da mit zunehmender Entfernung die berechnete Dosis abnimmt, lässt sich für alle Nachbarstaaten und EU-Staaten - einschließlich Zypern - der Nachweis führen, dass die Effektivdosis der dortigen Bevölkerung durch den Rückbau des FRJ-2 deutlich bis extrem deutlich unter den o. g. Werten, d. h. unter  $1,0 \mu\text{Sv}$  (Kleinkinder) und  $0,5 \mu\text{Sv}$  (Erwachsene), liegt.

Interessant ist ein Vergleich mit der natürlichen  $\gamma$ -Ortsdosisleistung. Diese liegt in Deutschland etwa zwischen  $80$  und  $170 \text{ nSv/h}$ , was einer Jahresdosis von  $0,7$  bis  $1,5 \text{ mSv}$  entspricht. In städtischen Gebieten Zyperns beträgt die durchschnittliche effektive Dosis ca.  $0,9 \text{ mSv/a}$  (Svoukis, 2007<sup>1</sup>).

Im Vergleich zur natürlichen  $\gamma$ -Ortsdosis liegt die oben beschriebene Jahresdosis an der Landesgrenze zu den Niederlanden um drei Größenordnungen niedriger. Wegen der Schwankungsbreite

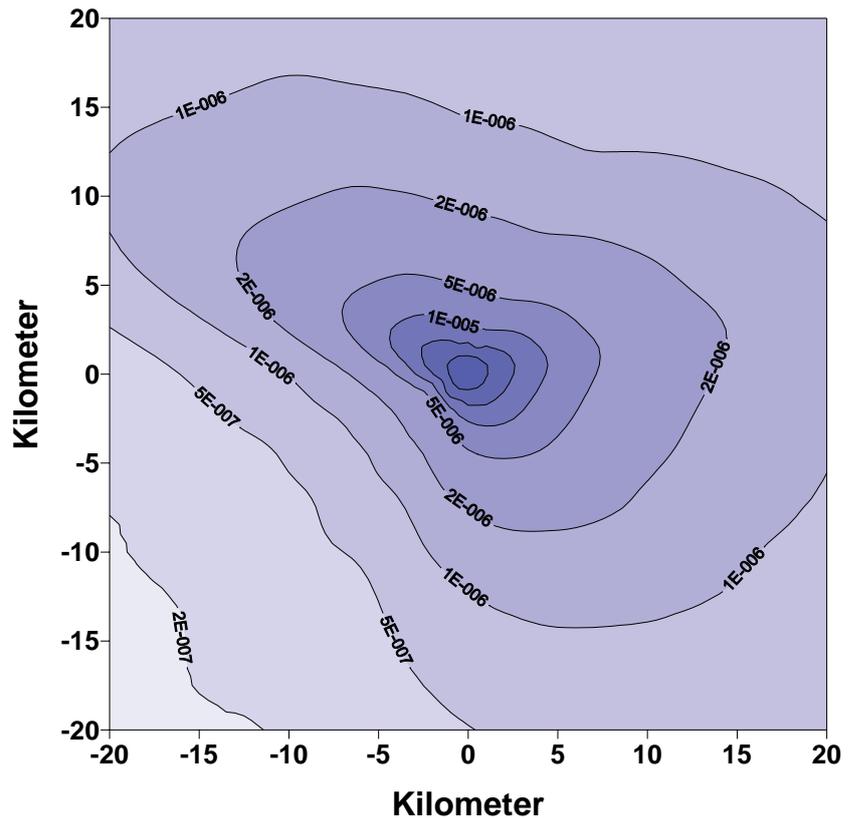


Abbildung 3-12: Effektivdosis der Erwachsenen [ $\text{Sv a}^{-1}$ ] im weiteren Umfeld der Reaktoranlage FRJ-2 - Prognose (Normalbetrieb)

der natürlichen  $\gamma$ -Ortsdosis wäre schon hier die sehr niedrige Jahresdosis durch Emissionen des Forschungszentrums Jülich messtechnisch nicht mehr nachweisbar.

#### Der Wasserpfad

Betrachtet man nun den Wasserpfad, muss die Art der Einleitung berücksichtigt werden. Nach Behandlung des radioaktiven Abwassers aus dem FRJ-2 im Bereich Dekontamination (B-ND) gelangt es, sofern es nicht anderweitig behandelt (z. B. Eindampfung) wird, in die mechanisch-chemische Kläranlage des Forschungszentrums. Von dort wird es zusammen mit anderen Abwässern über eine Druckrohrleitung in den Hauptentwässerungskanal (HEK) eingeleitet, der in den Abschlaggraben des Krauthausen-Jülicher Mühlenteiches mündet (Abbildung 3-13). Von hier gelangt das Wasser in die Rur, die für die Berechnung der jährlichen Höchstdosis gemäß § 47 StrlSchV die ungünstigste Einwirkstelle darstellt.

Die Dosisberechnungen für den Wasser-



Abbildung 3-13: Die Einleitstelle für Abwasser des Forschungszentrums in den Abschlaggraben

## Schwerpunkte und Forschungsprojekte

pfad verwenden als Quellterm die genehmigten Grenzwerte für die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Wasser und erfolgen ebenfalls nach dem Berechnungsverfahren gemäß dem Entwurf der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV (s. o.).

Unter Verwendung der Modelle, Expositionspfade und Parameter der AVV errechnet sich für die höchstexponierte Referenzperson (Altersgruppe:  $\leq 1$  Jahr) eine jährliche Höchstdosis von  $15 \mu\text{Sv}$ . Unterhalb der ungünstigsten Einwirkungsstelle reduziert sich diese Dosis über die entsprechende Verdünnung der Rur durch weitere Zuflüsse (Abbildung 3-14).

Die tatsächlichen Ableitungen führen zu einer wesentlich geringeren Dosis, da die genehmigten Emissionswerte in der Regel deutlich unterschritten werden. So wurde für die Altersgruppe der Kleinkinder (0 bis 1 Jahr) für 2006 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle eine effektive Dosis von  $3,1 \mu\text{Sv/a}$  ermittelt.

Als einziger EU-Mitgliedsstaat liegen die Niederlande flussabwärts der Einleitungsstelle des Abschlaggrabens in die Rur (Abbildung 3-14). Unter Berücksichtigung der Verdünnung durch z. B. die Rurzuflüsse Inde und Wurm kann die effektive Dosis der empfindlichsten Personengruppe (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr) und damit auch aller anderen Personengruppen für die Rur auf niederländischem Gebiet mit kleiner als  $10 \mu\text{Sv/a}$  abge-

schätzt werden. Die jährliche Höchstdosis für die empfindlichste Bevölkerungsgruppe sowie alle anderen Personengruppen unterhalb der Mündung der Rur in die Maas (Niederlande, Abbildung 3-14) beträgt kleiner als  $1,0 \mu\text{Sv/a}$ , da hier eine weitere Verdünnung von 1:10 stattfindet.

### Fazit

Anhand der Berechnungen für den Luft- und Wasserpfad konnte für alle EU-Mitgliedsstaaten dargelegt werden, dass die Grenzwerte für den Schutz der Bevölkerung ( $0,3 \text{ mSv} = 300 \mu\text{Sv}$ ) deutlich bis sehr deutlich, d. h. um mehrere Zehnerpotenzen, unterschritten werden.

Aus den Berechnungen geht hervor, dass nicht nur in Zypern die effektive Dosis durch Emissionen aus dem Rückbau des FRJ-2 deutlich, d. h. um mindestens mehrere Zehnerpotenzen unter den entsprechenden Grenzwerten lägen und messtechnisch in jedem Fall nicht mehr nachweisbar wären.

Wieweit vor diesem Hintergrund für den Rückbau von Forschungsreaktoren das Art. 37-Verfahren ein hilfreicher Prozess im Genehmigungsverfahren ist, sei dahingestellt. Zumal im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren ohnehin eine auf europäischen Richtlinien basierende Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), gegebenenfalls mit Beteiligung von Behörden und Öffentlichkeit anderer Staaten, durchgeführt werden muss.



Quelle: Ergebnisbericht Rur und südliche sonstige Maaszuflüsse, Ministerium für Umwelt, und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (ergänzt)

Abbildung 3-14: Maas und Teileinzugsgebiet Rur (orange) mit Forschungszentrum Jülich (blauer Punkt)

Während nach Artikel 37 des Euratom-Vertrags (s. S. 3-9) „lediglich“ auf die Medien Wasser, Boden und Luft eingegangen werden muss, verfolgt die UVP einen wesentlich umfangreicheren Ansatz der eine Vielzahl von Schutzgütern (u. a. Wasser, Boden, Luft/Klima, Mensch/menschliche Gesundheit, Flora/Fauna, Freizeit/Erholung,) sowie Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern berücksichtigt.

Die Doppelbewertung von Umweltauswirkungen durch den Rückbau sowohl gem. Art. 37 Euratom-Vertrag als auch gem. UVPG führt nicht nur zu erhöhtem Aufwand bei der Antragstellung und bei der Bewertung. Ungünstigstenfalls kann es auch zur Verzögerung bei der Erteilung der atomrechtlichen Genehmigung kommen, wenn die Kommission noch keine positive Stellungnahme veröffentlicht hat.

### 3.3.4 In vitro Studie zum Photonen-induzierten Auger-Effekt in spezifisch markierten DNA-suchenden Molekülen

R. Kriehuber, M. von Ameln, S. Bahn\*, E. Pomplun

Dieses Projekt wird seit August 2007 in der Arbeitsgruppe Strahlenbiologie (S-US) im Rahmen einer Industriekooperation mit der STEP GmbH Pockau durchgeführt.

#### Ziele des Projektes und Vorgehensweise

Im Zentrum des Projektes steht die Fragestellung, inwieweit die Strahlenwirkung auf Zellen durch sogenannte „seeds“, d. h. kleine, reiskorngroße, verkapselte radioaktive Quellen, wie sie gewöhnlich in der Brachytherapie eingesetzt werden, signifikant erhöht und somit deren Einsatzspektrum in der Medizin erweitert werden kann. Die im Projekt verfolgte Idee ist hierbei, den so genannten Auger-Effekt zu nutzen.

Radionuklide, die über Elektronen-Einfang zerfallen, emittieren einen Schauer niederenergetischer, und somit kurzreichweitiger Auger-Elektronen, welche Hoch-LET-ähnliche Zellschädigungen induzieren, sofern der Emittier dabei an oder im Erb molekül DNA lokalisiert ist. Die primär an der DNA hervorgerufenen Schädigungen sind dabei weitaus toxischer, als dies vergleichsweise bei Niedrig-LET-Strahlung zu beobachten ist, so dass Auger-Elektronen als extrem biologisch wirksam gelten (Kriehuber & Simkó 2000, Kriehuber

et al. 2004 a und b). Die Emission von Auger-Elektronen kann auch in stabilen Atomen initiiert werden. Dazu werden Photonen geeigneter Energie eingestrahlt, die über den Photoeffekt eine innere Elektronenschale ionisieren. In diesem Projekt wurde für die Markierung DNA-suchender und DNA-bindender Moleküle stabiles Gold ( $^{197}\text{Au}$ ) gewählt, für das als geeignete Mikroquelle  $^{170}\text{Tm}$  mit einer Photonenenergie etwas oberhalb der K-Schalen-Bindungsenergie des Goldes zur Verfügung steht.

Experimentelles Ziel der Arbeit ist es nun zu untersuchen, inwieweit Gold-markierte Zellen nach Bestrahlung mit einer Thulium-Quelle verstärkt radiotoxische Effekte zeigen. Hierbei wird als Indikator für die Strahlenwirkung vor allem das Absterben der Zellen (Zelltod) und die DNA-Schädigung („gentoxische“ Schädigung) betrachtet.

#### Auswahl der DNA-bindenden Moleküle

Kurze, einzelsträngige DNA-Moleküle bestimmter Sequenz sind in der Lage, sich unter physiologischen Bedingungen über reverse Hoogsteen-Wasserstoffbrückenbindungen an die DNA-Doppelhelix dauerhaft anzulagern (Abbildung 3-15).

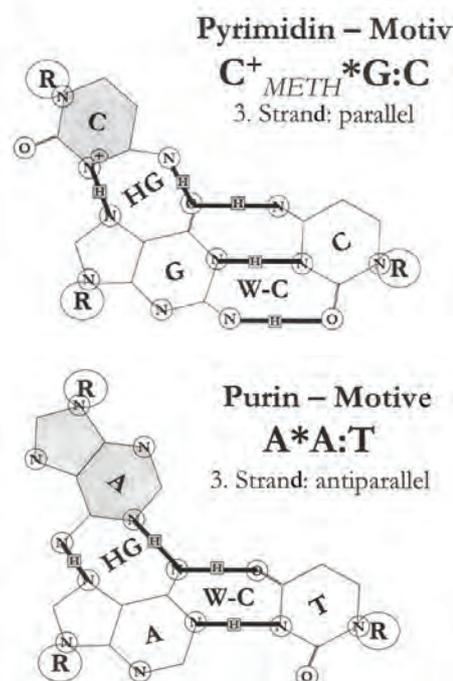


Abbildung 3-15: Hoogsteen [ $C^+_{Meth} * G:C$ ] und „reverse Hoogsteen“ [ $A * A:T$ ] Wasserstoffbrückenbindungen (HG) sind chemische Grundlage zur Anlagerung eines dritten DNA-Stranges an die DNA-Doppelhelix.

Diese stabilen Strukturen werden als „Triplex-DNA“ bezeichnet. Die kurzen DNA-Moleküle, auch „Triplex-forming oligonucleotides“ (TFO) genannt, gelangen dabei in extreme räumliche Nähe zur „target“-DNA (Abbildung 3-16).

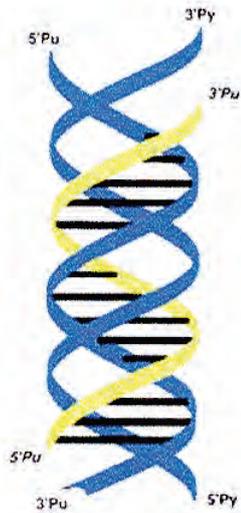


Abbildung 3-16: Triplex DNA; das purinreiche TFO (gelb) bindet antiparallel ( $5'-3' \times 3'-5'$ ) über Wasserstoffbrücken an den purinreichen Strang der DNA-Doppelhelix (blau). Diese Konfiguration ist bei neutralem pH sehr stabil (Adaptiert von Dagle and Weeks 2001).

Untersuchungen im eigenen Labor haben bereits gezeigt (Kadenbach et al. 2004 und 2005), dass TFO:

- in vitro mit bestimmten Sequenzen der genomischen DNA stabile „Triplex-DNA“ bilden
- leicht in Zellen eingebracht werden können
- selbst keine cyto- oder gentoxische Wirkung besitzen
- hinreichend lange Zeit (> 48 h) stabil in Zellen vorliegen
- bevorzugt nach erfolgten Zellteilungen (Proliferation von Tumorzellen!) im Zellkern (sie beherbergt die genomische DNA) nachzuweisen sind

Auf Grund dieser Eigenschaften sind TFO als „DNA-suchende“ Moleküle sehr gut geeignet. Die Tatsache, dass TFO vor allem nach erfolgter Zellteilung häufiger in Zellkernen nachweisbar sind, ist für den beabsichtigten Einsatz von besonderem Interesse, da gerade Tumorzellen durch ihre hohe Proliferationsfähigkeit charakterisiert sind. Dies könnte bedeuten, dass es in diesem Zusammenhang vor allem in Tumorzellen zur Ausbildung von „Triplex-DNA“ kommt und somit, nach erfolgter Photonenaktivierung, ausschließlich in diesen

Zellen die cyto- und gentoxischen Wirkungen des Auger Effektes zu beobachten ist.

### Projektstrategie und Untersuchungsmethoden

Gold-gelabelte TFO sowie kolloidales, nanopartikuläres Gold, wie es auftritt, wenn die Markierung unvollständig oder instabil ist, werden mittels Transfektion zunächst in die zu untersuchenden Zellen eingebracht. Danach werden diese Zellen auf spezielle Deckgläschen ausgesät und die Einzelkulturen, mit den  $^{170}\text{Tm}$ -Mikroquellen zentriert bestückt, exponiert.

Nach verschiedenen langen Expositionszeiten werden die Kulturen fixiert und mikroskopisch auf gentoxische Schäden hin (Mikrokern-Assay) untersucht (Abbildung 3-17).

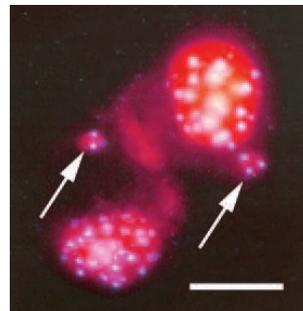


Abbildung 3-17: SCL II-Zellen mit Mikrokernen (Pfeile). Mikrokerne sind Ausdruck von Chromosomenbrüchen oder Fehlfunktionen des Zellteilungsapparates; Fluoreszenzmikroskopie, AMCA-markierte pan-Centromerprobe (blau), DNA Propidiumiodidfärbung (rot); Balken = 10 µm

Eine Veränderung der Apoptoserate (programmierter Zelltod) bezüglich der Ausbildung von mikroskopisch detektierbaren „apoptotic bodies“ soll ebenfalls auf diesem Wege analysiert werden, wobei auch nekrotisches Zellabsterben simultan miterfasst wird. Nicht gelabelte TFO sowie Zellen ohne nanopartikuläres Gold bei gleichem experimentellem Aufbau dienen als Kontrollen. Über diesen Ansatz soll generell das cyto- und gentoxische Potential in Abhängigkeit der räumlichen Entfernung der Zellen zur Quelle abgeschätzt werden.

Sollten signifikante Unterschiede zwischen gelabelten und ungelabelten TFO auftreten, soll in weiterführenden Untersuchungen mittels Durchflusszytometrie die Apoptose/Nekroseraten detaillierter quantifiziert werden.

### Bisherige Ergebnisse und weitere Vorgehensweise

Für SCL II-Zellen wurden Dosiseffekt-Kurven hinsichtlich Mikrokernbildung für hohe Dosisleistung-

gen nach Exposition mit einer  $^{137}\text{Cs}$ -Quelle (0,6 Gy/min) und einer LINAC-Bestrahlungseinheit (6 MeV, 1,6 Gy/min) aufgenommen. Für die  $^{170}\text{Tm}$ -Quelle mit geringer Dosisleistung (17 mGy/min) wurde zudem für zwei Dosiswerte die Mikrokernbildung erfasst.

Das als inert geltende, nanopartikuläre kolloidale Gold (40 nm) wurde in zwei Konzentrationen verwendet ( $9 \times 10^9$  bzw.  $9 \times 10^7$  Partikel pro  $1 \times 10^6$  transfizierte Zellen), wobei sich die höhere Konzentration als zellteilungshemmend und somit für die weiteren Versuche als ungeeignet herausstellte, während die niedrige Konzentration in keiner Weise die Zellteilungsaktivität beeinflusste und zudem weder eine cyto- noch eine genotoxische Wirkung besaß.

Nach Exposition mit  $^{170}\text{Tm}$  zeigte sich in den mit nanopartikulärem kolloidalen Gold transfizierten Zellen überraschenderweise bereits eine deutliche Erhöhung der Mikrokernbildung im Vergleich zu exponierten, ungelabelten Zellen bei gleicher Strahlendosis (Abbildung 3-18), die jedoch noch verifiziert werden muss. Dagegen waren in den Kontrollen und in der Zellteilungsaktivität („mitotic index“) keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

Dieser Effekt ist umso überraschender, da sich bei der geringen Partikeldichte in den Zellen rein rechnerisch nur sehr wenige Goldpartikel in unmittelbarer Nähe zur DNA-Doppelhelix befinden sollten. Anstehende transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen sollen Hinweise über die intrazelluläre Verteilung des Goldes geben. Die Auswahl geeigneter TFO ist bereits erfolgt, so

dass dieser Teil des Projektes voraussichtlich am Ende des zweiten Halbjahres 2008 abgeschlossen sein wird.

#### Quellen:

Dagle, J. M., Weeks, D. L.: Oligonucleotide-based strategies to reduce gene expression. *Differentiation* **2001**, 69: 75-82

Kadenbach, K., Gniech, B., Lee, J. S., Kriehuber, R.: Triplex-forming oligonucleotides as a tool to target specific DNA structures. *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Wolfsberg meeting on Molecular Radiation Biology/Oncology 2004*, edited by M. Baumann, S. Bodis, E. Dikomey, H. P. Rodemann: **2004**, p 94

Kadenbach, K., Gniech, B., Lee, J. S., Kriehuber, R.: Triplex-forming oligonucleotides as a tool to regulate gene expression. *European J Cell Biol.* **2005**, 84, 55: 67-68

Kriehuber, R. and Simkó, M.: Apoptosis induction and micronucleus formation after exposure to the Auger-electron emitter Zinc-65 in a human cell line. *Acta Oncologica* **2000** 39, 6: 699-706.

Kriehuber, R., Riedling, M., Simkó, M., Weiss, D. G.: Cytotoxicity, genotoxicity and intracellular distribution of the Auger electron emitter  $^{65}\text{Zn}$  in two human cell lines. *Radiat Environ Biophys.* **2004a** 43(1):15-22.

Kriehuber, R., Kadenbach, K., Schultz, F., Weiss, D. G.: Study on cell survival, induction of apoptosis and micronucleus formation in SCL-II cells after exposure to the Auger electron emitter Tc-99m. *Int J Radiat Biol.* **2004b**, 11-12, 80: 875-880.

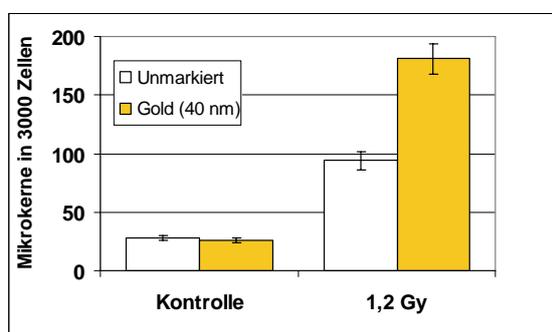


Abbildung 3-18: Mikrokernbildung in SCL II-Zellen. Zellen die mit nanopartikulärem, kolloidalem Gold (40 nm) markiert sind, zeigen eine ca. 2-fach höhere Mikrokernbildung nach Exposition mit  $^{170}\text{Tm}$  im Vergleich zu unmarkierten Zellen. In unbestrahlten Kontrollen ist kein Unterschied zu beobachten.

### 3.3.5 Wetterradar auf der Sophienhöhe

*B. Heuel-Fabianek, H. Bogen (ICG-4)*

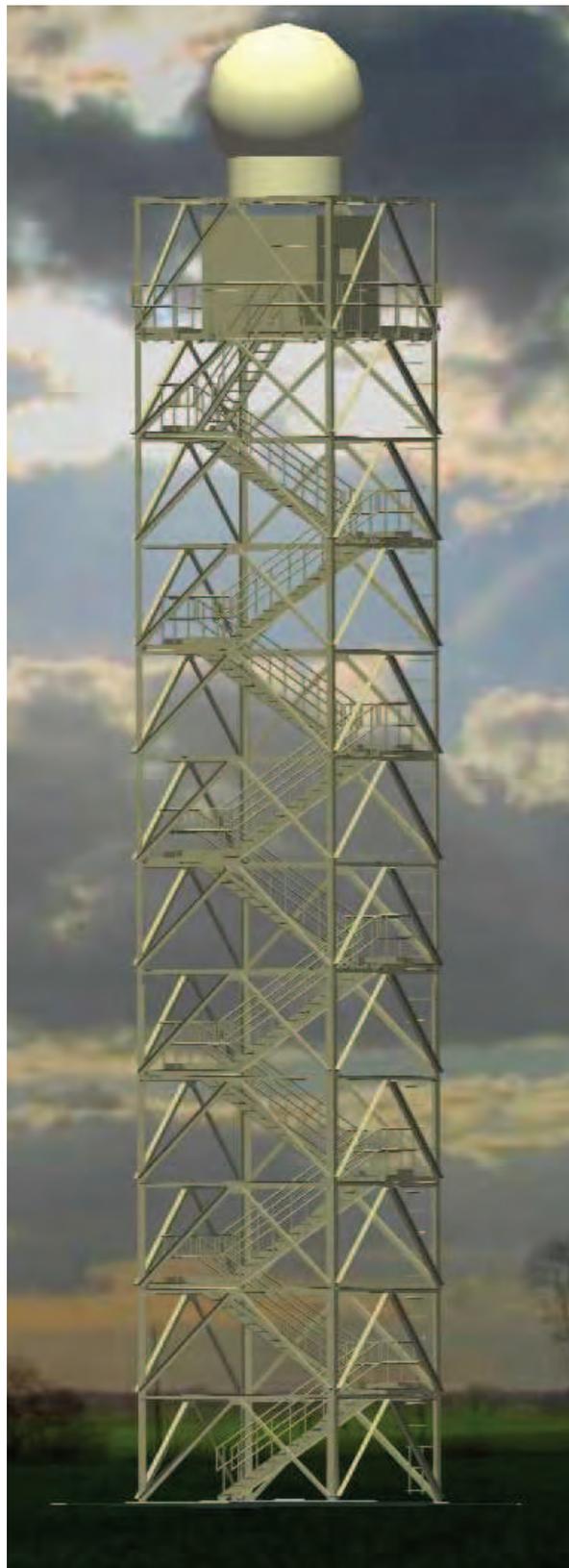
Die „Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Fernmeldewesen“ (BNetzA) als Genehmigungsbehörde für das Forschungszentrum? Wer daraufhin Mobilfunkmasten im Forschungszentrum sucht, ahnt nicht, dass das Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre - Agrosphäre (ICG-4) plant, mittels eines neu zu errichtenden Wetterradars die Niederschläge in den Einzugsgebieten von Rur und Erft zu erfassen, und für den Betrieb des Radars entsprechende Dokumente von der BNetzA braucht.

Neben der Erfassung des Niederschlags kann das geplante Wetterradar zusätzlich auch die Art des Niederschlags (z. B. Hagel) erkennen, was bei herkömmlichen Wetterradarstationen in der Regel nicht möglich ist.

Doch Nutzer sind nicht nur die Wissenschaftler des Forschungszentrums. Über die Helmholtz-Initiative „TERENO“ (Terrestrial Environmental Observatoria) sind auch das Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Forschungszentrum Karlsruhe, das Helmholtz Zentrum München, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und das Helmholtz-Zentrum Potsdam Partner im Projekt. TERENO ist ein interdisziplinäres und langfristig angelegtes Forschungsprogramm der Helmholtz-Gemeinschaft, das ein deutschlandweites Netzwerk zur Erdbeobachtung spannt und sich vom norddeutschen Tiefland bis zu den bayerischen Alpen erstreckt. Das bislang einzigartige Großvorhaben erfasst die langfristigen ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels auf regionaler Ebene.

Was in anderen Bereichen immer wieder auf große Hindernisse stößt, konnte hier beispielhaft verwirklicht werden. Industrielle und institutionelle Partner werden nicht nur auf den „Verteiler“ der Daten genommen sondern beteiligen sich auch als Nutzer an den operativen Kosten des Radars bzw. stellen den Standort zur Verfügung. So können der Erftverband und der Wasserverband Eifel-Rur (WVER) die gewonnenen Daten z. B. zur Abschätzung von Hochwassergefahren und zur Vorhersagen bei Starkregen und Hagelschauern verwenden.

Auch das Unternehmen RWE Power, das den Standort auf der teilweise rekultivierten Abraumhalde Sophienhöhe - ca. 200 m höher gelegen als



*Abbildung 3-19: 3D-Simulation des Wetterradarturms mit Radom (Conferdo GmbH & Co. KG)*

die Flächen der Jülicher Börde - zur Verfügung stellt, profitiert als Nutzer der Daten. Zusätzlich plant ein kommunaler Zweckverband aus der Region den Radarturm in Absprache mit dem For-

schungszentrum für Richtfunkverbindungen zu nutzen.

Für den Betrieb des Radars müssen neben der Beantragung der Baugenehmigung beim Kreis Düren auch Unterlagen bei der BNetzA eingereicht werden, die durch das *Telekommunikationsgesetz (TKG)* und die *Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV)* gefordert werden.

Der Fachbereich Genehmigungen (S-G) reichte mit Unterstützung des ICG-4, des Geschäftsbereichs Planen und Bauen (B) und des Radar-Lieferanten (EEC) zwei verschiedene Anträge bei der BNetzA ein:

### 1. Frequenzzuteilung

Die Nutzung und Zuteilung von Frequenzen für verschiedenste Anwendung ist stark geregelt. Nur so können Frequenzchaos, Überlagerungen von Frequenzen verschiedener Nutzer und andere Störungen vermieden werden. Daher musste ein Antrag auf Frequenzzuteilung für sogenannten nichtnavigatorischen Ortungsfunk bei der Bundesnetzagentur gestellt werden.

Die Antragstellung für eine Frequenzzuteilung erfolgte 2008. Die BNetzA teilte daraufhin eine Frequenz dem Forschungszentrum Jülich für die Wetterradaranlage auf der Sophienhöhe zu.

### 2. Standortbescheinigung

Was bei der Aufstellung von Mobilfunkmasten gilt, trifft auch für den Standort eines Wetterradars zu. Anhand vom Forschungszentrum eingereichter technischer und geographischer Daten der Radaranlage wurde durch die Bundesnetzagentur in einer Standortbescheinigung festgelegt, welche Sicherheitsabstände von der Radaranlage auf dem Radarturm einzuhalten sind, damit die Grenzwerte in Bezug auf elektromagnetische Felder eingehalten werden. So beträgt beispielsweise der vertikale Sicherheitsabstand zur Radaranlage ca. 7 m. Da der Turm des Radars nicht frei zugänglich ist, wird diese Vorgabe durch die Montage der Radaranlage in 30 m Höhe sicher eingehalten.

In der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur (<http://emf.bundesnetzagentur.de>) sind die entsprechenden Daten abrufbar und der Standort in einer interaktiven Karte verzeichnet, sobald die Radaranlage in Betrieb gegangen ist. Diese Inbetriebnahme soll im September 2009 erfolgen.

Es ist beabsichtigt, einen Teil der Wetterdaten

auch im Internet für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen, sodass die aktuelle Niederschlagsituation in hervorragender Auflösung in einem Radius von etwa 100 km bis in die Eifel betrachtet werden kann.

### 3.3.6 Rückbau im Institut für Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (ISR) - Fortsetzung von 2006

*B. Kober*

In allen Radionuklidlaboren wurden im 1. Halbjahr 2007 insgesamt ca. 14.000 Messpunkte für die Freimessung ausgemessen. Diese Labore wurden im Juni 2007 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.



Abbildung 3-20: Lüftungsanlage im Dachgeschoss vor Demontage

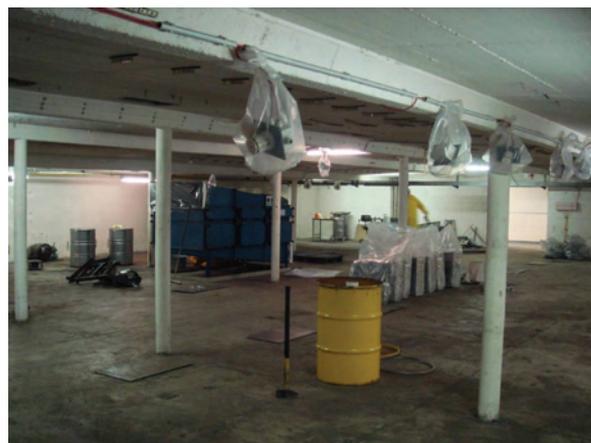


Abbildung 3-21: Demontagebereich Lüftungsanlage im Dachgeschoss

Im 2. Halbjahr 2007 wurde im Dachgeschoss die gesamte Abluftzentrale mit ihren Filterbänken demontiert. Im Keller wurde die Zuluftanlage und im gesamten Gebäude alle Lüftungskanäle entfernt.



Abbildung 3-22: Demontagebereich Zuluftanlage im Kellergeschoss



Abbildung 3-24: Entfernen des gesamten Estrichs im Dachgeschoss



Abbildung 3-23: Demontage von Lüftungskanälen im Obergeschoss

Um das Dachgeschoss freimessen zu können, musste der gesamte Estrich, 700 m<sup>2</sup>, mit den darunter liegenden Schichten abgetragen werden.

Als vorbereitende Maßnahme für die Freimessung, wurde das gesamte Gebäude mit einem Messraster von 1m x 1m versehen.

Der im 1. Halbjahr 2007 eingereichten Änderungsanzeige zum Rückbau der Auffanganlage für radioaktive Abwässer wurde zugestimmt. Ein Raum der Auffanganlage mit drei Auffangbehältern wurde komplett entkernt. Behälter, Rohrleitungen, Steuerschrank und Bodenbeschichtung wurden entfernt.

2008 wurde der zweite Raum der Auffanganlage vollständig entkernt. Da sich die Behälter aus diesem Raum, im Gegensatz zum ersten Raum, nicht im Ganzen abtransportieren ließen, mussten diese, bedingt durch ihre Alphakontamination, unter umfangreichen Schutzmaßnahmen zerlegt werden.



Abbildung 3-25: Treppenabsatz im vorderen Treppenhaus mit Messraster



Abbildung 3-26: Demontage von Auffangbehältern

Der Bereich der Auffanganlage wurde dekontaminiert und die radiologischen Messungen wurden durchgeführt.

Eine Besonderheit stellte die radiologische Messung des Aufzugschachtes dar. Die Steuerung der Aufzugskabine wurde auf das Dach der Kabine verlegt, so dass ein Aufzugsführer die Strahlenschutzmitarbeiter zur Anbringung für die erforder-

lichen Messraster, für die Messungen und auch den Gutachter für die Kontrollmessungen auf dem Dach der Kabine befördern konnte.



Abbildung 3-27: Herausbringen eines zerlegten Auffangbehälters



Abbildung 3-28: Entkernter Bereich der Auffanganlage

Das gesamte Gebäude ist radiologisch gemessen, beprobt und versiegelt.

Bis auf die Treppenhäuser wurden alle Kontrollmessungen durch die Abteilung Strahlenschutz



Abbildung 3-29: Aufzugschacht im Gebäude 05.3

und Sicherheit (S) und den Gutachter durchgeführt. Der Antrag auf Entlassung des Gebäudes aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes wurde beim MWME gestellt. Mit der Zustimmung wird Mitte 2009 gerechnet.

Zusätzlich zu den bisher im Jahr 2006 angefallenen Kosten in Höhe von 2,2 Mio. Euro fielen im Jahr 2007 1,4 Mio. Euro und im Jahr 2008 1,6 Mio. Euro an Kosten für den Rückbau an.

Fortsetzung folgt...

### 3.3.7 Identifizierung und Charakterisierung von Genexpressionsmustern nach Strahlenexposition - Grundlagen für eine biodosimetrische Anwendung

*K. Knops, D. Oskamp, R. Kriehuber*

#### Ziele des Projektes und Vorgehensweise

Nach einer unfallbedingten Strahlenexposition mit Beteiligung von Personen, die kein physikalisches Dosimeter tragen, ist es wichtig und notwendig, die individuelle Strahlenexposition anhand von biologischen Indikatoren schnell und zuverlässig bestimmen zu können. Nur so kann gegebenenfalls eine, der Strahlendosis entsprechende, medizinische Versorgung eingeleitet und belastbare Risikobewertungen vorgenommen werden.

Bislang dient die Auszählung dizentrischer Chromosomen als Standardmethode zur Bestimmung der Strahlendosis. Jedoch erweist sich die Auswertung von dizentrischen Chromosomen als sehr zeitaufwendig (2-3 Tage) und sie bedarf des Einsatzes hochqualifizierter Spezialisten, was diese Methode zur schnellen Dosisbestimmung, insbesondere bei einer größeren Zahl von exponierten Personen, nahezu unbrauchbar macht.

Das Ziel dieses Projektes ist es daher, Gensignaturen und Proteinexpressionsmuster zu identifizieren, die es ermöglichen, die Dosis und den Zeitpunkt einer vorausgegangenen Strahlenexposition zügig und hinreichend genau abzuschätzen. Da periphere Blutlymphozyten (PBL) nach einer Blutabnahme problemlos aus dem Vollblut isoliert werden können, sind diese Zellen ideal für die biologische Dosimetrie geeignet. Der Ansatz verspricht zudem auch, im Niedrigdosisbereich Aussagen hinsichtlich der Expositionshöhe und des Expositionszeitpunktes zu treffen, die mit herkömmlichen Methoden bislang nicht möglich sind.

### Projektstrategie und Untersuchungsmethoden

Zu Beginn des Projektes wurden sechs Blutspender aus drei Altersklassen (<25, <35, >40 Jahren) ausgewählt, mit je einem weiblichen und einem männlichen Probanden in jeder Altersklasse. Zur Bestimmung der expositionsbedingten Genexpressionsänderung in PBL wird das Vollblut der sechs Probanden mit unterschiedlichen Gamma-Dosen bestrahlt (0, 0.5, 1, 2, 4 Gy;  $^{137}\text{Cs}$ ), anschließend die Lymphozyten mittels einer Dichtegradienten-zentrifugation isoliert und in Medium kultiviert. Nach 6-, 24- und 48 h werden RNA-Isolate aus den Lymphozytenkulturen gewonnen, wobei insgesamt drei komplette Versuchsdurchläufe durchgeführt werden. Um individuelle Genexpressionsunterschiede zu vermeiden, werden die RNA-Isolate der sechs Probanden, die zum gleichen Zeitpunkt isoliert und mit der gleichen Dosis exponiert worden sind, gepoolt.

Zur Untersuchung signifikanter Genexpressionsänderungen in PBL nach Gamma-Exposition werden die gepoolten Proben fluoreszenzmarkiert und auf whole human genome DNA-Microarrays (Agilent) aufgetragen, die expressed sequence tags (ESTs) für das komplette menschliche Genom aufweisen. Somit wird bei der Erstellung der Genexpressionsprofile das komplette humane Genom berücksichtigt. Um alle Zeitpunkte und Dosiswerte zu berücksichtigen, werden daher insgesamt 48 DNA-Microarrays mit jeweils ca. 44 000 Datenpunkten benötigt.

Die Vorauswertung der Expressionsdaten erfolgt in der eigenen Arbeitsgruppe mittels einer speziel-

len software (Genespring, Agilent), wohingegen die tiefergreifende Clusteranalyse in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Prof. Wolkenhauer (Lehrstuhl für Biosystemtechnik, Universität Rostock) durchgeführt wird. Die vergleichende Datenanalyse basiert auf dem Signifikanzlevel  $p < 0.05$  und einer mindestens zweifachen Änderung des Expressionslevels. Über die Clusteranalyse sollen Gegensätze aus verschiedenen Genen und/oder ESTs identifiziert werden, die entweder erlauben, eine Proportionalität zur Dosishöhe/Zeitabhängigkeit herzustellen oder eine generelle Strahlenexposition ab einer definierten Strahlendosis zu einem definierten Zeitpunkt nach Exposition festzustellen.

Zur Verifizierung der durch die DNA-Microarray-Analysen gewonnenen Expressionsdaten werden qRT-PCRs durchgeführt, mit denen die über die Analyse der DNA-Microarrays identifizierten Gensignaturen überprüft werden. Des Weiteren werden Expressionsprofile ausgesuchter Gene in Einzelindividuen erstellt und auf ihre Aussagekraft hin untersucht. Diese Gensignaturen sollen auch dazu dienen, Erkenntnisse über die inter- und intraindividuelle Variabilität zu gewinnen.

Zur Detektion von strahlenbedingten Expressionsänderungen auf Proteinebene und zur Untersuchung der Involvierung spezifischer Signaltransduktionsketten (speziell für Apoptose, Zellzyklusregulierung und DNA-repair) werden Western-Blot-Analysen unter Verwendung von spezifischen Antikörpern gegen Proteine zuvor verifizierter Gene durchgeführt.

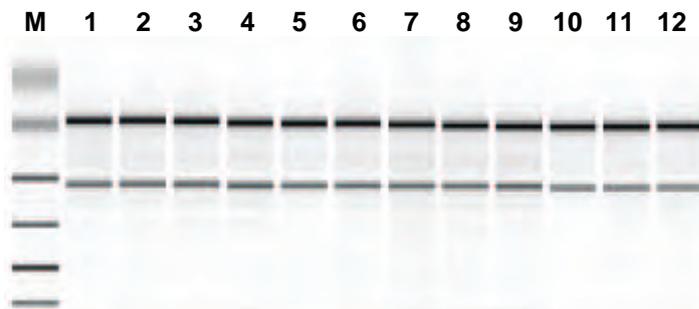


Abbildung 3-30: Kapillarelektrophoretische Darstellung und Analyse der RNA-Isolate mittels Mikrofluidik-System („Lab on a chip“, Agilent)

Die Qualität der RNA wird bestimmt durch das Verhältnis von eukaryotischer 18 S rRNA (1874 nt) und 28 S rRNA (4718 nt). Keine Probe zeigt Degradation; alle Proben sind für die Umschreibung in cDNA geeignet (Auftrag pro lane je 1  $\mu\text{l}$  isolierte Gesamt-RNA aus Lymphozyten). Lane M: Marker; lane 1: RNA Spender-1, 0,5 Gy, 24 h nach Bestrahlung (nB); lane 2: RNA Spender-1 1 Gy, 24 h nB; lane 3: RNA Spender-1; 2 Gy; 24 h nB; lane 4: RNA Spender-1, 4 Gy, 24 h nB; lane 5: RNA Spender-1, Kontrolle, 48 h; lane 6: RNA Spender-1, 0,5 Gy, 48 h nB; lane 7: RNA Spender-1, 1 Gy, 48 h nB; lane 8 RNA Spender-1, 2 Gy, 48 h nB; lane 9: RNA Spender-1, 4 Gy, 48 h nB; lane 10: RNA Spender-2, Kontrolle, 6 h; lane 11: RNA Spender-2, 0,5 Gy, 6 h nB; lane 12: RNA Spender-2; 1 Gy; 6 h nB.

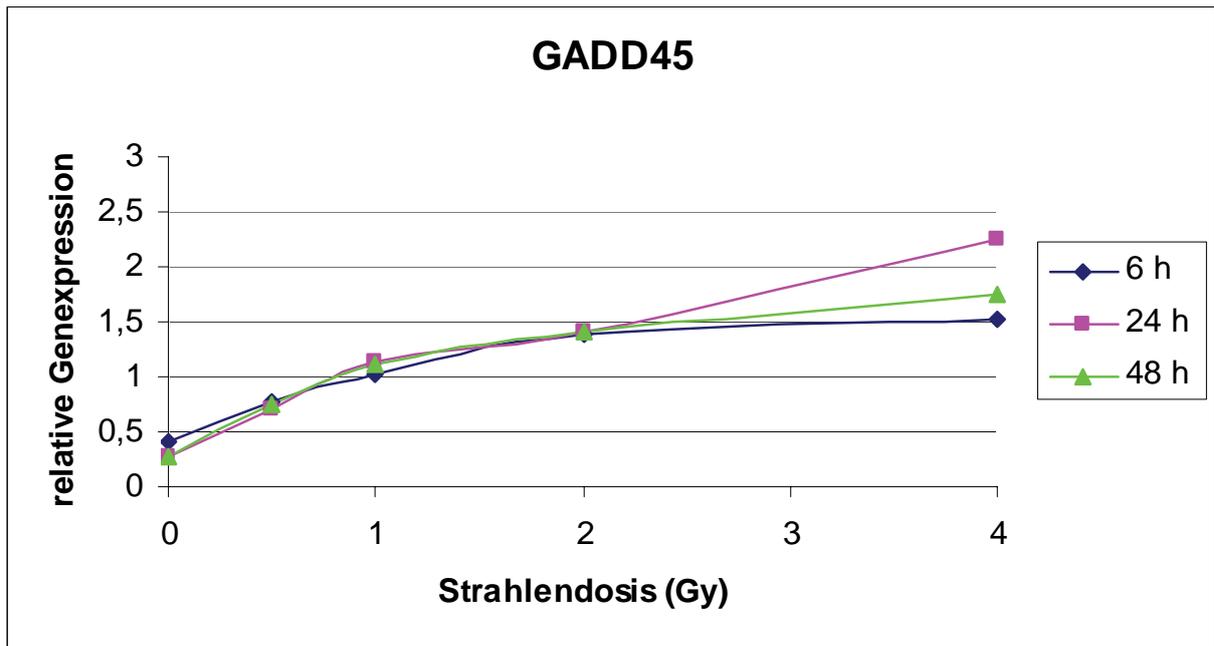


Abbildung 3-31: Genexpression nach Bestrahlung

Dargestellt ist die strahlungsinduzierte „up“-Regulation von GADD45 nach Exposition mit unterschiedlichen Strahlendosen und zu verschiedenen Zeitpunkten nach Exposition ( $p < 0.05$ ; ANOVA für alle Strahlendosen vs Kontrolle). GADD45 besitzt im Zellzyklus eine kardinale Funktion beim G2/M-Arrest nach Schädigung der DNA (z.B. durch Strahlung).

#### Bisherige Ergebnisse und weitere Vorgehensweise

Alle RNA-Isolate besaßen die erforderliche Qualität für die DNA-Microarrays (Abbildung 3-30). Die Expressionsdaten der DNA-Microarrays wurden

für alle Zeitpunkte und Bestrahlungsdosen im Hinblick auf signifikante Genexpressionsänderungen in Einzelgenen ( $p < 0.05$ ) und speziell hinsichtlich der Identifikation von Indikatorgenen analysiert. Dabei konnten Gene identifiziert werden, die nach Exposition mit den verschiedenen Strahlen-

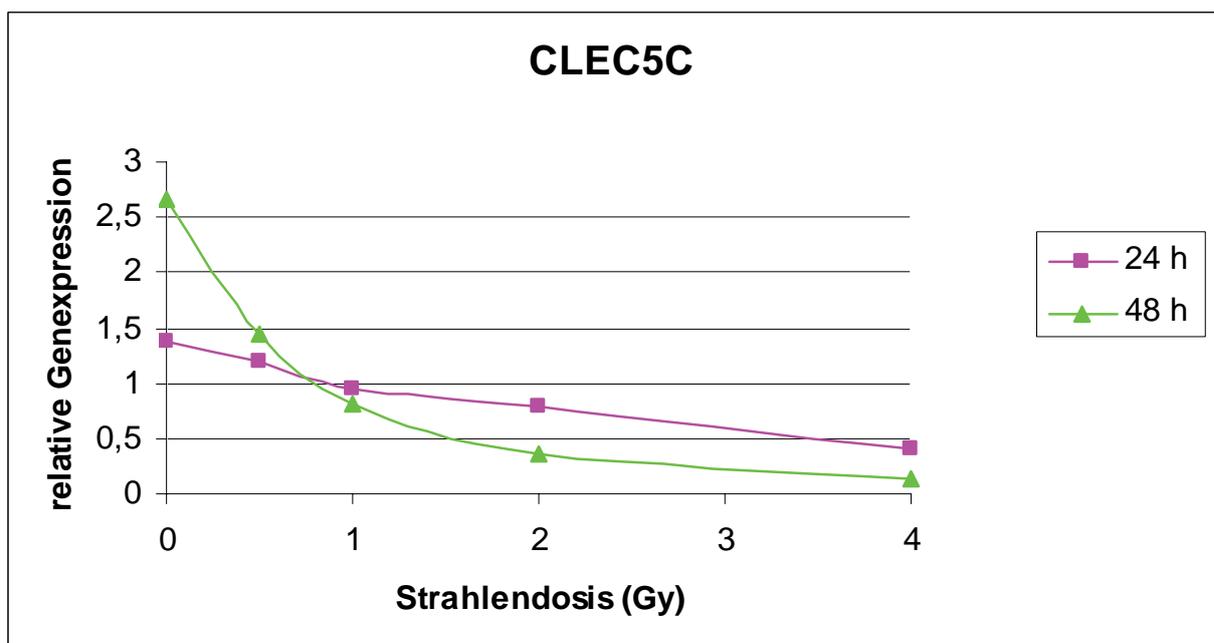


Abbildung 3-32: Genexpression nach Bestrahlung

Dargestellt ist die „down“-Regulation von CLEC5C mit zunehmender Expositionsdosis und zu verschiedenen Zeitpunkten ( $p < 0.05$ ; ANOVA für alle Expositiondatenpunkte vs Kontrolle). 6 h nach Exposition konnte kein signifikanter Abfall der Genexpression von CLEC5C nachgewiesen werden. Die Funktion von CLEC5C ist bislang unbekannt.

dosen signifikant „up“- oder „down“-reguliert werden und somit als biodosimetrische Indikatoren zur Bestimmung der Strahlendosis herangezogen werden könnten (Abbildung 3-31 und Abbildung 3-32). Es wurden hierbei auch Gene identifiziert, die, unabhängig vom Zeitpunkt nach Strahlenexposition, eine Diskriminierung der Strahlendosis erlauben (Abbildung 3-32). Des Weiteren konnten bereits Gene identifiziert werden, die entweder 6 oder 48 h nach Bestrahlung signifikant „up-“ oder „down“-reguliert werden, so dass es möglich ist, neben der Expositions-dosis auch den Expositionszeitpunkt bestimmen zu können.

Die bei der Genexpressionsanalyse identifizierten und auf Strahlung reagierenden Gene konnten, bis auf wenige Ausnahmen, der Zellzykluskontrolle, der DNA-Reparatur oder der Apoptose zugeordnet werden.

Tieferegehende Analysen der Genexpressionsdaten werden in Kooperation mit Prof. Wolkenhauer (Lehrstuhl für Systembiologie und Bioinformatik, Universität Rostock) durchgeführt und diesbezügliche Ergebnisse werden für 2009 erwartet.

## 4 BIBLIOGRAPHIE UND LEHRTÄTIGKEITEN

Die Bibliographie umfasst die fachlichen Veröffentlichungen des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz bzw. seiner Mitarbeiter. Neben den im *„Wissenschaftlichen Ergebnisbericht 2007 der Forschungszentrum Jülich GmbH“* sowie im Bericht des Jahres 2008 aufgeführten wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Vorträgen und zu Tagungen eingereichten Beiträgen werden auch die von den einzelnen Arbeitsteams erstellten relevanten Berichte zitiert. Dabei sind Koautoren aus anderen Institutionen oder aus anderen Bereichen des Forschungszentrums mit einem \* gekennzeichnet.

In den Kapiteln 4.5 und 4.6 wird eine Übersicht über die Mitwirkung von Mitarbeitern in externen bzw. Forschungszentrums-internen Kommissionen, Ausschüssen und Arbeitskreisen sowie über Lehrtätigkeiten gegeben. Die Lehrtätigkeiten innerhalb aber auch außerhalb des Forschungszentrums an Hochschulen, Fachhochschulen und Weiterbildungsinstitutionen stellen einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Kompetenz und zur Förderung der Ausbildung im Strahlenschutz und in der Strahlenforschung dar.

### 4.1 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

S. Schmitz: *Der Experimentator: Zellkultur*, 1. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 2007, ISBN-10: 3827415640 ISBN-13: 978-3827415646 (2007)

E. Kümmerle, M. Möllmann-Coers, E. Pomplun und R. Hille: Fast online system for forecasting environmental impact during an incident, *Kern-technik* 72, No. 4, 214-217 (2007)

R. Kriehuber, M. Unverricht\*, N. Busch\*, D. G. Weiss\*: The expression of Survivin is not altered during UV-B induced apoptosis in SCL-II cells, 13<sup>th</sup> International Congress of Radiation Research, July 8 – 12, 2007, San Francisco, USA, Abstract Book, Eds. E. L. Travis, M.D. Dewhurst, K.K. Ang; University of Texas M.D. Anderson Cancer Center; p. 77

E. Pomplun, A. Peudon\*, M. Terrissol\*, E. Kümmerle: A comparison of DNA strand break yields in pBR322 plasmid after I-123 and I-125 decay, 13<sup>th</sup> International Congress of Radiation Research, July 8 – 12, 2007, San Francisco, USA, Abstract Book, Eds. E. L. Travis, M.D. Dewhurst, K.K. Ang; University of Texas M.D. Anderson Cancer Center; p. 77

A. Jaeger\*, S. Klum\*, D. G. Weiss\*, R. Kriehuber: Expression of apoptosis-related proteins during differentiation in the human neuronal progenitor cell line VM 197. Abstract Book, GBM Fall Meeting - Molecular Life Sciences, September 16-19, 2007, Universität Hamburg, Ed. T. Apel, p. 37 (2007)

A. Turtoi, A. Srivastava, R. N. Sharan, D. Oskamp, R. Hille, F. H. A. Schneeweiss: Early Response of Lymphocyte Proteins After  $\gamma$ -Radiation. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 274 (2), 435-439 (2007)

P. Kalny, Z. Fijalek, A. Daszczuk, P. Ostapczuk: Determination of selected microelements in polish herbs and their infusions. *Science of the Total Environment, The*, 381 (1), p.99-104, Aug 2007

P. Kalny, Z. Fijalek, A. Daszczuk, P. Ostapczuk: Determination of selected microelements in polish herbs and their infusions, *Science of the Total Environment, The*, 381 (1), p. 99-104, Aug 2007

A. Jaeger, S. Klum, D. G. Weiss, R. Kriehuber: The differentiation of human neuronal progenitor cells is accompanied by apoptotic cell death – a protective role of Bcl-2?. *Apoptosis World 2008, From mechanisms to applications*, Luxembourg, January 23<sup>th</sup>-26<sup>th</sup> 2008, Abstract Book, Edt. M. Diederich; European Conference Center Kirchberg-Luxembourg, Luxembourg; p 88 (2008).

A. Jaeger, S. Klum, D. G. Weiss, R. Kriehuber: Expression profile of apoptosis-related genes during differentiation in the human neuronal progenitor cell line VM197. 31<sup>st</sup> Annual Meeting of the German Society for Cell Biology 2008, Marburg/Lahn, March 12<sup>th</sup> – 15<sup>th</sup> 2008, ISSN 0171-9335, *European Journal of Cell Biology*, Volume 87 S1, Suppl. 58, p 18 (2008).

- A. Jaeger, B. M. Bader, D. G. Weiss, R. Kriehuber: Apoptosis in the human neural progenitor VM197 cell line – a life or death decision during the early differentiation process. 2nd International Congress on Stem Cells and Tissue Formation 2008, Dresden, July 6th-9th 2008, Abstract Book, International Congress Center Dresden, Germany; p 251, (2008)
- R. Kriehuber, M. von Ameln, S. Bahn, E. Pomplun: Increased micronucleus induction in 170Tm-irradiated nanogold-labeled SCL-II cells Radioprotection, Vol 43; No 5, p 272 (2008)
- K. Brzozowska, A. Wojcik, R. Kriehuber, S. Schmitz: Comparison of Individual Radiosensitivity of PBL from Prostate Cancer Patients and Healthy Donors. Radioprotection, Vol 43; No 5, p 241 (2008)
- K. Brzozowska, A. Wojcik, R. Kriehuber, S. Schmitz: Vergleichende Untersuchung der individuellen Strahlenempfindlichkeit bei einem Kollektiv von Prostata-Tumorpatienten und Normalspendern. 11th Annual Meeting of the German Society for Biological Radiation Research – GBS 2008, Tübingen, October 6th-8th, Abstract Book, p 44 (2008)
- M. Unverricht, N. Busch, R. Kriehuber: High expression levels of survivin protein does not abolish UV-induced apoptosis in SCL-II cells. 11th Annual Meeting of the German Society for Biological Radiation Research – GBS 2008, Tübingen, October 6th-8th, Abstract Book, p 27 (2008)
- E. Kümmerle and E. Pomplun: Stability and structure of 5-tellurouracil cations. Journal of Molecular Structure: THEOCHEM doi:10.1016/j.theochem.2008.10.016
- R. W. Howell, R. F. Martin, H. Nikjoo, E. Pomplun, M. Terrissol, R. Watanabe, L. Yasui, A. I. Kassis and S. J. Adelstein: Editorial Meeting overview. Int. J. Radiat. Biol. 84, 957-958, 2008
- M. Terrissol, A. Peudon, E. Kümmerle, E. Pomplun: On the biological efficiency of I-123 and I-125 decay on the molecular level. Int. J. Radiat. Biol. 84, 1063-1068, 2008
- R. Kriehuber, M. Unverricht, N. Busch, D. G. Weiss: The expression of Survivin is not altered during UV-B induced apoptosis in SCL-II cells. 13th International Congress of Radiation Research 2007, San Francisco, July 8th - 12th 2007, Abstract Book, Edts. E.L. Travis, M.D. Dewhurst, K.K. Ang; University of Texas M.D. Anderson Cancer Center; p. 144, (2007).
- A. Jaeger, S. Klum, D. G. Weiss, R. Kriehuber: Expression of apoptosis-related proteins during differentiation in the human neuronal progenitor cell line VM 197. Abstract Book, GBM Fall Meeting - Molecular Life Sciences 2007, September 16-19, 2007, Universität Hamburg, ed. T. Apel; p. 37 (2007)
- A. Jaeger, S. Klum, D. G. Weiss, R. Kriehuber: The differentiation of human neuronal progenitor cells is accompanied by apoptotic cell death – a protective role of Bcl-2? Apoptosis World 2008, From mechanisms to applications, Luxembourg, January 23th-26th 2008, Abstract Book, Ed. M. Diederich; European Conference Center Kirchberg-Luxembourg, Luxembourg; p.88, (2008).
- A. Jaeger, S. Klum, D. G. Weiss, R. Kriehuber: Expression profile of apoptosis-related genes during differentiation in the human neuronal progenitor cell line VM197. 31st Annual Meeting of the German Society for Cell Biology 2008, Marburg/Lahn, Mar 12th – 15th 2008, ISSN 0171-9335, European Journal of Cell Biology, Volume 87 S1, Suppl. 58, p.18 (2008).
- A. Jaeger, B. M. Bader, D. G. Weiss, R. Kriehuber: Apoptosis in the human neural progenitor VM197 cell line – a life or death decision during the early differentiation process. 2nd International Congress on Stem Cells and Tissue Formation 2008, Dresden, July 6th-9th 2008, Abstract Book, International Congress Center Dresden, Germany; p 251, (2008).
- R. Kriehuber, A. von Ameln, S. Bahn, E. Pomplun: Increased micronucleus induction in 170Tm-irradiated nanogold-labeled SCL-II cells. Radioprotection, Vol. 43; No 5, p 272 (2008)
- K. Brzozowska, A. Wojcik, R. Kriehuber, S. Schmitz: Comparison of Individual Radiosensitivity of PBL from Prostate Cancer Patients and Healthy Donors. Radioprotection, Vol. 43; No 5, p 241 (2008)
- K. Brzozowska, A. Wojcik, R. Kriehuber, S. Schmitz: Vergleichende Untersuchung der individuellen Strahlenempfindlichkeit bei einem Kollektiv von Prostata-Tumorpatienten und Normalspendern. 11th Annual Meeting of the German Society for Biological Radiation Research - GBS 2008, Tübingen, October 6th-8th, Abstract Book, p 44 (2008)
- M. Unverricht, N. Busch, R. Kriehuber: High expression levels of survivin protein does not abolish UV-induced apoptosis in SCL-II cells. 11th Annual Meeting of the German Society for Biologi-

cal Radiation Research – GBS 2008, Tübingen, October 6<sup>th</sup>-8<sup>th</sup>, Abstract Book, p 27 (2008)

K. Bhattacharya, M. Davoren, R. Kriehuber, R. P. Schins, L. Jonas, Q. Rahman, E. Dopp: Titanium dioxide nanoparticles induce oxidative stress and DNA adduct formation but not DNA breakage in human lung cells. Submitted to Particle and Fibre Toxicology

Heuel-Fabianek, B., Kümmerle, E., Möllmann-Coers, M., Lennartz, R. (2008): The relevance of Article 37 of the Euratom Treaty for the dismantling of nuclear reactors. *atw - International Journal for Nuclear Power* 6/2008

Willems, T. (2008): „Konzeption und Implementierung eines Emissions-Katasters“. Diplomarbeit, Fachhochschule Aachen-Jülich

## 4.2 Vorträge

E. Pomplun: Zur Problematik von Strahlungswichtungsfaktoren bei Auger-Elektronen-Emittern. Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg, 16.05.2007

M. Terrissol\*, A. Peudon\* and E. Pomplun: DNA damage in plasmid pBR322 after I-123 and I-125 decay. 6<sup>th</sup> Auger Symposium, July 5 – 7, 2007 Harvard Medical School, Boston, USA

K. Brzozowska, S. Schmitz, A. Wojcik\*: Einfluss der Temperatur auf strahleninduzierte Mikrokerne in menschlichen Lymphozyten. 10. Jahrestagung der Gesellschaft für Biologische Strahlenforschung, Mainz, 10. - 12.10.2007

P. Ostapczuk, M. Burow, J. Höbig, R. Lennartz: Multielement determination by ICP-MS in water samples from Telkem and Degelen. Conference Nuclear Power in Republic of Kazakhstan, 03. – 05.09.2007, Kurchatov, Kasachstan

H. Dederichs, P. Ostapczuk, R. Lennartz: Pollution by radionuclides in Actau region, 6<sup>th</sup> International Conference Nuclear and Radiation Physics, June 4-7, 2007 Almaty, Kasachstan

P. Ostapczuk, H. Dederichs, R. Lennartz: Advanced development of atomic energy in Germany and actual radioecological problems, 6<sup>th</sup> International Conference Nuclear and Radiation Physics, June 4-7, 2007 Almaty, Kasachstan

P. Ostapczuk, M. Burow, J. Höbig, R. Lennartz: Multielement determination by ICP-MS in water samples from Telkem and Degelen, Conference Nuclear Power in Republic of Kazakhstan, 03. – 05.09.2007, Kurchatov, Kasachstan

H. Dederichs, P. Ostapczuk, R. Lennartz: Pollution by radionuclides in Actau region, 6<sup>th</sup> International Conference Nuclear and Radiation Physics, June 4-7, 2007, Almaty, Kasachstan

P. Ostapczuk, H. Dederichs, R. Lennartz: Advanced development of atomic energy in Germany and actual radioecological problems, 6<sup>th</sup> International Conference Nuclear and Radiation Physics, June 4-7, 2007, Almaty, Kasachstan

## 4.3 Poster

L. E. Webb: Wann macht ein Abrauchabzug Sinn? Dechema Fortbildungstag: Laborlufttechnik in Planung, Ausführung und Betrieb (DIN 1946-7). Frankfurt 22.08.07

A. Turtoi, F. H. A. Schneeweiss: Frühzeitige Reaktionen lymphozytärer Proteine nach  $\gamma$ -Bestrahlung und deren Dosisabhängigkeit – Modell für Biodosimetrie, 16. Symposium "Experimentelle Strahlentherapie und Klinische Strahlenbiologie". Dresden, 28.02. - 01.03.2007

E. Pomplun, A. Peudon\*, M. Terrissol\*, E. Kümmerle: A comparison of DNA strand break yields in pBR322 plasmid after I-123 and I-125 decay, 13th International Congress of Radiation Research, July 8 – 12, 2007, San Francisco, USA

R. Kriehuber, M. Unverricht\*, N. Busch\*, D. G. Weiss\*: The expression of Survivin is not altered during UV-B induced apoptosis in SCL-II cells. 13th International Congress of Radiation Research, July 8 – 12, 2007, San Francisco, USA

P. Ostapczuk, M. Burow, K. Sarna, Z. Fijałek\*: Uranium and Thorium content in *Plantago lanceolata* L. and their infusions, , RDPA 2007, 12th International Meeting on Recent Development in Pharmaceutical Analysis, 23-26 September 2007, Island of Elba, Italien

M. Burow, P. Ostapczuk, R. Flucht, R. Lennartz: Determination of Thorium, Uranium and other elements in narrowleaf plantain (*Plantago lanceolata* L) and their infusions. Plasma – Winter Conference, 19.02. – 23.02.2007, Taormina, Italien

M. Terrissol\*, A. Peudon\*, S. Edel\*, E. Pomplun: Evaluation de Facteur de Pondération pour les émetteurs Auger (WR), à partir du calcul des cassures induites dans I<sup>123</sup>AND. XXIII èmes Journées Scientifiques des Laboratoires Associés de Radiophysique et de Dosimétrie (LARD 2006). Prague, République Tchèque: 19. - 20.10.2006

P. Ostapczuk, M. Burow, K. Sarna, Z. Fijałek: Uranium and Thorium content in *Plantago lance-*

lota L. and their infusions, 12 th International Meeting on Recent Development in Pharmaceutical Analysis, 23. – 26. September 2007, Island of Elba, Italien

M. Burow, P. Ostapczuk, R. Flucht, R. Lennartz: Determination of Thorium, Uranium and other elements in narrowleaf plantain (*Plantago lanceolata* L) and their infusions, Plasma – Winter Conference, 19.02. - 23.02.2007, Taormina, Italien

### 4.4 Berichte

M. Froning, M. Schläger, P. Hill (2007): Inkorporationsmessstelle - Inkorporationsüberwachung:

- 4. Quartal 2006 GbS -Bericht Nr.0812, Februar 2007
- 1. Quartal 2007 GbS-Bericht Nr. 0818, Juni 2007
- 2. Quartal 2007 GbS-Bericht Nr. 0819, Juli 2007
- 3. Quartal 2007 GbS-Bericht Nr. 0823, November 2007

E. Kümmerle, T. Opitz, P. Ostapczuk, E. Pomplun: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2006. GbS-Bericht Nr. 0811, 2007

E. Kümmerle, T. Opitz, P. Ostapczuk, E. Pomplun: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich:

- 4. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0808
- 1. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0813
- 2. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0817
- 3. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0821

M. Möllmann-Coers, A. Knaps, E. Pomplun: Radioaktive Emissionen und potentielle Strahlenexpositionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2006. GbS-Bericht Nr. 0814, 2007

M. Möllmann-Coers, Th. Lexen, E. Pomplun: Radioaktive Emissionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich (2007):

- 4. Quartal 2006, GbS-Bericht Nr. 0809
- 1. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0815
- 2. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0820
- 3. Quartal 2007, GbS-Bericht Nr. 0822

M. Möllmann-Coers, A. Knaps, E. Pomplun: Radioaktive Emissionen und potentielle Strahlenexpositionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2007

GbS-Bericht Nr. 0827, März 2008

M. Möllmann-Coers, Th. Lexen, E. Pomplun: Radioaktive Emissionen im Bereich des Forschungszentrums Jülich:

- 4. Quartal 2007 GBS-Bericht Nr. 0826, Februar 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0830, Mai 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0835, August 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0839, November 2008

E. Kümmerle, T. Opitz, P. Ostapczuk, E. Pomplun: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich im Jahre 2007. GbS-Bericht Nr. 0825, März 2008

E. Kümmerle, T. Opitz, P. Ostapczuk, E. Pomplun: Umweltradioaktivität im Bereich des Forschungszentrums Jülich:

- 4. Quartal 2007 GBS-Bericht Nr. 0824, Februar 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0829, April 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0832, August 2008
- Quartal 2008 GBS-Bericht Nr. 0836, November 2008

Ehlers, J., Heuel-Fabianek, B. (2008): Schallpegelmessungen beim Einsatz eines hydraulischen Meißels am Betonfundament des Forschungsreaktors FRJ-1 im konventionellen Rückbau. GbS-Bericht Nr. 0833

Ehlers, J., Heuel-Fabianek, B. (2008): Schallpegelminderung durch die Reaktorhalle des Forschungsreaktors FRJ-2. GbS-Bericht Nr. 0838

### 4.5 Lehrtätigkeiten

#### 4.5.1 Lehrtätigkeiten innerhalb des Forschungszentrums

##### Strahlenschutz

M. Froning, M. Hermanns, P. Klein, R. Lennartz, E. Pomplun, M. Schläger: Einführung in den Strahlenschutz (Vermittlung von Strahlenschutzkenntnissen an sonst tätige Personen)

#### 4.5.2 Lehrtätigkeiten außerhalb des Forschungszentrums

##### Universität Rostock

###### R. Kriehuber:

- Grundpraktikum Tierphysiologie
- Ringvorlesung Strahlenbiologie
- Oberseminar Zellphysiologie
- Kurs Strahlenbiologie
- Sinnesphysiologie, Grundpraktikum Diplom-Biologie und Lehramt Gym; Universität Rostock (SS07)
- Strahlenbiologie, Ringvorlesung; Universität Rostock (WS 07/08, WS 08/09)
- Strahlenbiologiekurs, Kurspraktikum; Universität Rostock (WS 07/08, WS 08/09)
- Zellphysiologie, Oberseminar, Universität Rostock (WS 07/08)
- Sinnesphysiologie, Grundpraktikum Diplom-Biologie und Lehramt Gym; Universität Rostock (SS08)
- Sinnesphysiologie, Grundpraktikum, BSc Biologie und Lehramt Gym; Universität Rostock (WS 08/09)
- Vortrag im Rahmen der BSc Biotechnologie Vorlesung v. Prof. Biselli an der FH Aachen (WS 08/09)
- Studiengang Diplom-Biologie, Lehramt Gym, BSc Biowissenschaften

###### **FH-Aachen, Abteilung Jülich, Zentrum für Weiterbildung (ZfW), Kursstätte für Strahlenschutz (Erwerb und Erhalt der Fachkunde nach RöV und StrISchV)**

###### S. Schmitz:

- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition
- Biologische Strahlenwirkung und Risikobetrachtung
- Stör- und Unfälle

###### **FH-Aachen, Abteilung Jülich, Studiengang "Master of Science in Nuclear Applications" (EMiNA)**

E. Pomplun: Dosimetry of Incorporated Radionuclides

F. Schneeweiß: Radiation Biology

###### **Berghof, Haus für Arbeitssicherheit, Schulungsheim der BG-FE, Bad Münstereifel**

S. Schmitz.: Naturwissenschaftliche Grundlagen und biologische Wirkung ionisierender Strahlen

###### **FH-Aachen, Abteilung Jülich, Zentrum für Weiterbildung (ZfW), Kursstätte für Strahlenschutz (Erwerb und Erhalt der Fachkunde nach RöV und StrISchV)**

###### Froning, M.:

- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Natürliche und Zivilisatorische Strahlenexposition
- Biologische Strahlenwirkung und Risikobetrachtung
- Inkorporation
- Stör- und Unfälle

###### Lennartz, R.:

- Grundlagen und Grundprinzipien des Strahlenschutzes
- Gesetzliche Grundlagen einschl. Verpackung und Transport
- Empfehlungen, Richtlinien

###### Schläger, M.:

- Dosimetrie, Strahlenschutzmesstechnik

###### Schmitz, S.:

- Grundlagen der Strahlenbiologie
- Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition
- Biologische Strahlenwirkung und Risikobetrachtung
- Stör- und Unfälle

###### Schulte, P.:

- Rechtliche Grundlagen
- Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten
- Spezielle Rechtsvorschriften; Regeln der Technik
- Röntengeräte und Störstrahler
- Strahlenschutztechnik, Strahlenschutzsicherheit
- Dichtheitsprüfung

###### **Fachhochschule Köln**

R. Lennartz: Strahlenschutz

### **Berghof, Haus für Arbeitssicherheit, Schulungsheim der BG-FE, Bad Münstereifel**

R. Lennartz: Dosimetrie und Strahlenschutzmesstechnik

S. Schmitz: Naturwissenschaftliche Grundlagen und biologische Wirkung ionisierender Strahlen

### **Haus der Technik (HdT), Essen**

P. Schulte: Praktikum Ermittlung der Körperdosis und Messung der Personendosis

### **Ärztekammer Nordrhein, Düsseldorf**

P. Schulte: Zivilisatorische Strahlenexposition des Menschen - natürliche Quellen/Kernenergieanlagen

### **Universidad de Extremadura, Departamento de Química y Electroquímica, Badajoz, Spanien**

P. Ostapczuk: Sampling and sample preparation

### **Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Warszawa, Polen**

P. Ostapczuk: Quality assurance in analytical laboratory

### **Politechnika Wroclawska, Wydział Chemii, Wrocław, Polen**

P. Ostapczuk: Trace elements determination in environmental samples

## 4.6 Ausschusstätigkeiten

### **4.6.1 Ausschusstätigkeiten innerhalb des Forschungszentrums**

#### **Institutsleitungsausschuss (ILA) des GB S**

Mitglieder: H. Dederichs, R. Frey, C. Geisse, B. Heuel-Fabianek, R. Hille (bis Sept.), R. Lennartz, R. Maletta, P. Ostapczuk, E. Pomplun, L. Webb.

Gäste (regulär): P. Hill, J. Höbig ( als Vertreter der Nicht-WTMA), E. Kümmerle (nach RO § 7 (3)), W. Marquardt (als Vertreter der Nicht-WTMA), M. Möllmann-Coers (nach RO § 7 (3))

#### **Sprecherversammlung der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter des Forschungszentrums**

Kümmerle, E., Kober, B.

### **4.6.2 Ausschusstätigkeiten außerhalb des Forschungszentrums**

#### **Deutsche Kommission Elektrotechnik (DKE)**

M. Schläger: Arbeitskreis "Nachweis- und Erkennungsgrenzen bei Kernstrahlungsmessungen" (GAK 967.2.1)

#### **DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) Fachbereich 7-Kerntechnik**

P. Ostapczuk: NMP 720 "Radionuklidlaboratorien"

#### **DIN-Normenausschuss, Laborgeräte u. Laboreinrichtungen**

L. Webb: Arbeitskreis Abzüge und Laborlufttechnik

#### **Fachverband für Strahlenschutz e.V. (FS)**

E. Kümmerle: Arbeitskreis "Umweltüberwachung (AKU)

E. Pomplun: Arbeitskreis "Umweltüberwachung (AKU) und Arbeitskreis „Strahlenbiologie/Strahlenwirkung (AKS)

S. Schmitz: Arbeitskreis „Strahlenbiologie/Strahlenwirkung (AKS)

R. Kriehuber: Arbeitskreis „Strahlenbiologie/Strahlenwirkung (AKS)

M. Froning: Arbeitskreis "Inkorporationsüberwachung (AKI)" im AKI

P. Hill: Arbeitskreis "Inkorporationsüberwachung (AKI)", Arbeitskreis "Externe Dosimetrie (AKD)", Redaktionskomitee StrahlenschutzPRAXIS

E. Kümmerle: Arbeitskreis "Umweltüberwachung" (AKU)

M. Schläger: Arbeitskreis "Erkennungs- und Nachweisgrenzen" (AK Sigma)

S. Schmitz: Arbeitskreis „Strahlenbiologie/Strahlenwirkung (AKS)

#### **DIN-Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen**

L. E. Webb: DIN - Arbeitsausschuss Abzüge und Laborlufttechnik.

#### **Andere Gremien**

M. Möllmann-Coers: AG „Prognostische mesoskalige nichthydrostatische Windfeldmodelle“. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN

R. Frey: Arbeitskreis der Sicherheitsbevollmächtigten für den Geheimschutz in der Wirtschaft Nordrhein-Westfalen

R. Frey: Fachausschuss der Objektsicherungsbeauftragten an Deutschen Forschungsreaktoren (AFR)

R. Frey: Prüfungsausschuss der Industrie- und Handelskammer Aachen für die "Fachkraft für Schutz und Sicherheit"

P. Hill: Fachgremium der Leiter der amtlichen Personendosismessstellen

P. Hill: Advisory and editorial board, 'Radio-protecção'

P. Hill: IAEA, Coordination Group 'On the Protection of the Public from Radioactive Residues in Kazakhstan'

A. Küpper: Fachausschuss für Objektsicherungsbeauftragte an Deutschen Forschungsreaktoren (AFR)

M. Möllmann-Coers: AG „Prognostische mesoskalige nichthydrostatische Windfeldmodelle“. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN

J. Ehlers, L. E. Webb: Arbeitsschutz und Gesundheit. Arbeitskreis der Sicherheitsfachkräfte der HGF



## 5 GB S IN DEN MEDIEN

Die Tätigkeiten und Projekte des GB Sicherheit und Strahlenschutz und die Expertise der Mitarbeiter finden auch in den Medien ein Echo.

Nachfolgend dazu einige Berichte und Artikel:

<b>Titel</b>	<b>Medium / Datum</b>
<b><i>Bund stärkt Strahlenforschung - Kompetenzverbund gegründet / Initiative des Bundesforschungs- und des Bundesum- weltministeriums</i></b>	Pressemitteilung des Bundesmi- nisteriums für Umwelt, Natur- schutz und Reaktorsicherheit, 07.02.2007
<b><i>Bund stärkt Strahlenforschung – Hilfreich und gefährlich zugleich</i></b>	Laborjournal, 03/2007
<b><i>2000 Lungenkrebs-Tote durch Radon. Jüli- cher Experten stellen auch in Wasserwerken der Aachener Region hohe Konzentrationen fest.</i></b>	Aachener Zeitung, 13.07.2007
<b><i>Die meisten arbeiten fernab der Forschung. Das Thema: Das Forschungszentrum Jülich und die Menschen, die dort arbeiten.</i></b>	Jülicher Nachrichten, 28.08.2007
<b><i>Hinweise – aber keine Beweise. Krebs in der Nähe von Atomkraftwerken</i></b>	Aachener Nachrichten, 11.12.2007
<b><i>Visionen am Kaspischen Meer</i></b>	Ost-West-Contact – Special Kasachstan 2007



## Pressemitteilungen

Nr. 037/07  
Berlin, 07.02.2007

Gemeinsame Pressemitteilung BMBF und BMU

### **Bund stärkt Strahlenforschung**

#### **Kompetenzverbund gegründet / Initiative des Bundesforschungs- und des Bundesumweltministeriums**

Der Bund will die wissenschaftliche Kompetenz in der Strahlenforschung stärken und erreichen, dass wieder mehr junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in diesem Bereich ausgebildet werden. Zu diesem Zweck ist heute auf Initiative des Bundesforschungsministeriums und des Bundesumweltministeriums der Kompetenzverbund Strahlenforschung gegründet worden.

Bundesforschungsministerin Annette Schavan: "Der Kompetenzverbund soll dazu beitragen, dieses wichtige Forschungsgebiet in Deutschland zu stärken und auszubauen. Unser Ziel ist die Förderung von strahlenbiologischer Grundlagenforschung auf hohem Niveau. Das schließt die Erforschung von Strahlenrisiken mit ein."

Bundesumweltminister Sigmar Gabriel: "Neben den hilfreichen Wirkungen ionisierender Strahlen, wie sie in der klinischen Tumorthherapie und Diagnose eingesetzt werden, ist mit der ionisierenden Strahlung aber auch ein nicht unerhebliches Potential an Gefahren für den Menschen verbunden. Dies gilt für die natürliche Strahlung und für künstliche Strahlenquellen in Technik, Medizin und Forschung. Eine qualitativ hochwertige wissenschaftliche Forschung in Deutschland ist als Basis für einen vorsorgenden Strahlenschutz unverzichtbar."

Die Mitglieder des Kompetenzverbunds Strahlenforschung sind sechs Helmholtz-Zentren, und zwar das Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF), die Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK), das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) sowie das Forschungszentrum Rossendorf (FZR), Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft, und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Ständige Teilnehmer mit Gaststatus sind das Bundesforschungsministerium, das Bundesumweltministerium und die Strahlenschutzkommission (SSK).

Zu den Forschungsschwerpunkten sollen die Bereiche Strahlenbiologie, d. h. die Wirkung der Strahlung auf den Menschen, der medizinische Strahlenschutz und die Radioökologie, d. h. die Verteilung und Wirkung radioaktiver Stoffe in der Natur, gehören. Ziel des Kompetenzverbundes Strahlenforschung ist es, in enger Kooperation zwischen den beteiligten Forschungszentren und den umliegenden Universitäten Forschungsarbeiten zu initiieren und zu unterstützen, um wissenschaftliche Kompetenz auszubauen und eine intensive Nachwuchsförderung zu ermöglichen. Bestehende Lehrstühle sollen erhalten und das Entstehen neuer Lehrstühle sowie ein Aus- und Aufbau von Arbeitsgruppen gefördert werden.

Insgesamt sollen pro Jahr etwa 5 Millionen Euro über die Helmholtz-Zentren und über ergänzende Förderprogramme des Bundesforschungsministeriums und des Bundesumweltministeriums für die Strahlenforschung aufgewandt werden.

Mit dem Kompetenzverbund soll der wissenschaftlichen und gesellschaftlich-politischen Bedeutung der Strahlenforschung Rechnung getragen werden, nicht zuletzt auch im Bereich der Medizin. Jedes Jahr werden etwa 200.000 Krebspatienten mit ionisierender Strahlung behandelt.

Die moderne Molekular-Biologie bietet in Kombination mit der Anwendung von neuen Strahlenquellen, wie sie vor allem in Deutschland entwickelt wurden, die Chance, strahlenbiologische Grundlagenforschung auf einem neuen, molekularen Niveau zu betreiben. Wesentliche neue Erkenntnisse über die Wirkung der Strahlen ergeben sich dabei nicht zuletzt auch aus der Verbindung mit der Epidemiologie.

Bund stärkt Strahlenforschung

## Hilfreich und gefährlich zugleich

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) den **Kompetenzverbund Strahlenforschung** gegründet. „Unser Ziel ist die Förderung von strahlenbiologischer Grundlagenforschung auf hohem Niveau“, so Bundesforschungsministerin Annette Schavan. Das schließt die Erforschung ionisierender Strahlung, die in der klinischen Tumorthherapie und Diagnose jährlich bei etwa 200.000 Patienten eingesetzt wird, ebenso ein wie die Gefahren, die von natürlichen und künstlichen Strahlenquellen in Technik, Medizin und Forschung ausgehen. „Eine qualitativ hochwertige wissenschaftliche Forschung in Deutschland ist als Basis für einen vorsorgenden Strahlenschutz unverzichtbar“, erklärt Bundesumweltminister Sigmar Gabriel. Fünf Mio. Euro jährlich stellen BMBF und BMU ab sofort dafür bereit.



Der Kompetenzverbund setzt sich zusammen aus dem Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) Neuherberg, der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt, den Forschungszentren Jülich (FZJ), Rossendorf (FZR) und Karlsruhe (FZK), dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) Heidelberg, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) Leipzig sowie dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in Salzgitter. Forschungsschwerpunkte sind die Strahlenbiologie, der medizinische Strahlenschutz und die Radioökologie, also die Verteilung und Wirkung radioaktiver Stoffe in der Natur. (Photo: iStockphoto.com/Thaddeus Robertson)

# Aachener Zeitung

Freitag, 13. Juli 2007 · 62. Jahrgang

\*\*\*

Nummer 160

1,00 Euro

## Alemannia

Ibisevic wechselt nach Hoffenheim

► SPORT



## Heute mit



► TV-BEILAGE

## Neuer Service

Zugbegleitung für Senioren

► REGION



## AZ LOKAL

**Angelehrt:** Telekom verkauft 92-Jähriger ein Surf & Call-Paket

**Vermisst:** Suche nach Trierer Studentin reicht bis nach Aachen

**Gefordert:** Linden setzt bei Integration auf Gegenseitigkeit

## WETTER



► WETTERKARTE BUNTE SEITE

## TELEGRAMME

**Gebührenboykott:** Rauswurf für Studenten

**HAMBURG.** Die Auseinandersetzung um den Gebührenboykott der Studenten an der Hamburger Hochschule für bildende Künste (HfBK) spitzt sich zu. Nach einer Mahnfrist bis zum 9. Juli exmatrikulierte die Einrichtung am Donnerstag nahezu die Hälfte ihrer Schüler. Demnach sei die HfBK auf Grund einer „rechtlichen Feststellung“ der Wissenschaftsbehörde gezwungen, 265 von 571 Studierenden von der Hochschule auszuschließen, erklärte Präsident Martin Köttering am Donnerstag in der Hansestadt. (dpa)

**Steuerquellen** sprudeln immer stärker

**DÜSSELDORF.** Die Steuereinnahmen sind einem Zeitungsbericht zufolge im ersten Halbjahr 2007 noch stärker gestiegen als bislang gedacht. Wie das „Handelsblatt“ unter Berufung auf das Bundesfinanzministerium berichtet, nahmen die Finanzämter ohne die gesondert erfassten Gemeindesteuern fast 29 Milliarden Euro mehr ein als im Vorjahreszeitraum. Das entspricht einem Zuwachs von 13,9 Prozent. (ddp)

## FAMILIENANZEIGEN

Heute im Produkt Wirtschaft

## KONTAKT

Kontakt:  
Aachener Zeitung  
Postfach 500110, 52085 Aachen  
Zeitungsverkauf/-zustellung:  
Tel: 0180 /1001400\*  
Fax: 0241/5101-790

## 2000 Lungenkrebs-Tote durch Radon

Jülicher Experten stellen auch in Wasserwerken der Aachener Region hohe Konzentrationen fest. Solarium-Verbot für Kinder?

**AACHEN/BERLIN.** Die Gefahr für den Menschen durch Radon-Strahlen wird nach Ansicht von Strahlenschutzern vielfach unterschätzt. „Jedes Jahr gibt es durch das von dem aus dem Erdreich entweichenden radioaktiven Edelgas etwa 2000 Todesopfer“, sagte Hans-Henning Landfermann vom Bundesumweltministerium unserer Zeitung. „Die Betroffenen sterben an Lungenkrebs.“ Radongas könne durch Undichtigkeiten vor

allem in Kellerräumen auch in Wohnhäuser eindringen und gesundheitgefährdende Konzentrationen erreichen. Allerdings würden dabei in unserer Region keine bedenklichen Werte erreicht, sagen auch Experten des Forschungszentrums Jülich. Anders sehe die Situation zum Beispiel im Schwarz- oder Odenwald, im Raum München oder südlich von Dresden aus. In Wasserwerken des Aachener Raums wurden von den

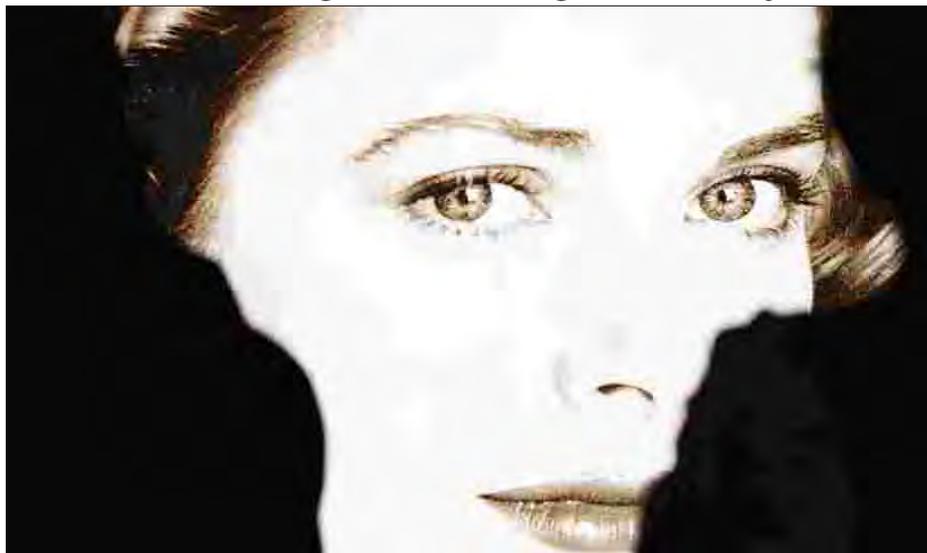
Jülicher Strahlenschutz-Fachleuten allerdings auch zum Teil überdurchschnittlich hohe Radon-Werte festgestellt, derentwegen die dortigen Mitarbeiter besonders geschützt werden müssen.

Derweil rückt ein Solarium-Verbot für Kinder und Jugendliche wegen der erhöhten Strahlenrisiken näher. „Wir sind dabei, an der Umsetzung des Verbots zu arbeiten“, sagte der Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS),

Wolfram König. Die Hersteller und Betreiber weigerten sich, das Zertifizierungssystem für die Anlagenqualität zu nutzen. Jugendliche seien besonders gefährdet. Zugleich warnten er und Bundesumweltminister Sigmar Gabriel (SPD) vor einer wachsenden Strahlenbelastung durch zu häufiges Röntgen und ungehemmtes Sonnenbaden. Gabriel appellierte an die Bürger, sich beim BfS oder in Arztpraxen einen Röntgenpass zu be-

sorgen. Ein solcher Ausweis helfe, unnötige Doppeluntersuchungen zu verhindern und Vergleichsmöglichkeiten zu früheren Röntgenaufnahmen zu schaffen, so König. Vorläufige Entwarnung gab König für die Sendeanlagen für Mobiltelefone. Auch bei den Masten des neuen für schnelle Datenübertragung aufgebauten Handy-netzes UMTS gebe es keine Erkenntnisse über schädliche magnetische Felder. (all/dpa) ► SEITE 3

## Faszinierende Ausstellung zum 25. Todestag von Grace Kelly



25 Jahre nach dem Tod von Fürstin Gracia Patricia von Monaco ist in dem Fürstentum an der Côte d'Azur eine Ausstellung über den früheren Hollywoodstar zu sehen. Das Für-

stenhaus stellte für „Die Grace-Kelly-Jahre“ viele Erinnerungsstücke zur Verfügung, die bislang noch nicht gezeigt wurden. Neben dutzenden Kleidern der Oscar-Preisträgerin sind

hundert Fotos, Poster und Gemälde sowie mehrere Kurzfilme zu sehen. Einen Teil davon hat die spätere Fürstin selbst gedreht; Die Aufnahmen zeigen ihr Familienleben mit Fürst

Rainier und den Kindern Caroline, Albert und Stéphanie. Eine ganze Wand füllen Titelseiten von Zeitschriften mit dem Bild des Stars. Foto: afp

► KULTUR

## Konto-Zugriff rechtens

Karlsruhe: Behörden dürfen Einblick nehmen

**KARLSRUHE.** Die Überprüfung der Konten-Stammdaten mutmaßlicher Steuersünder ist rechtens. Bei vermutetem Sozialleistungsbetrug muss der Staat allerdings noch die Bedingungen für entsprechende Abfragen präzisieren, entschied jetzt das Bundesverfassungsgericht. Demnach muss bis Mai 2008 festgelegt werden, welche Behörden befugt sind, Daten wie etwa den Namen und die Kontonummer bei Banken automatisiert

abzufragen. Dem Gericht zufolge ist die Datenabfrage im Rahmen konkreter Verdachtsmomente zulässig, weil sie geeignet und erforderlich ist, Steuer- und Sozialbeitrag zu bekämpfen. (AZ: 1 BvR 155/03)

Durch das Gesetz zur Förderung der Steuerehrlichkeit sollen die Finanzämter Zugriff auf die Daten von 500 Millionen Bankkonten und Wertpapierdepots bekommen. (afp)

## Gericht ermahnt Ebay

Auktionshaus soll mehr für Schutz der Jugend tun

**KARLSRUHE.** Das Internetauktionshaus Ebay kann zur Sperrung jugendgefährdender Angebote verpflichtet werden. Das hat der Bundesgerichtshof (BGH) entschieden.

Nach einem Urteil des Karlsruher Gerichts muss das Unternehmen zwar nicht durchgängig prüfen, was Verkäufer auf der Internetplattform zur Versteigerung anbieten. Wenn Ebay jedoch davon erfahre, dass beispielsweise ju-

gendgefährdende Gewalt- oder Pornovideos zum Verkauf angeboten würden, dann müssten nicht nur die konkreten Angebote gesperrt, sondern auch deren erneuter Verkauf verhindert werden. Zudem müsse Ebay die Anbieter solcher Waren künftig genauer überprüfen. (Az: I ZR 18/04 vom 12. Juli 2007) (dpa)

Informationen im Internet:  
www.bundesgerichtshof.de

## Umweltberater sehen Biosprit mit Skepsis

**BERLIN.** Die Umweltberater der Bundesregierung fordern eine Neuaufrichtung der Förderung von Biomasse. Sie sollte vorrangig dazu genutzt werden, Wärme und Strom zu erzeugen statt Biosprit für Autos, empfiehlt der Sachverständigenrat für Umweltfragen. Dessen Vorsitzender Hans-Joachim Koch sagte, nachwachsende Rohstoffe gebe es nur begrenzt. Ihre stärkere Verwendung als Kraftstoff ziehe mehr Düngemittel- und Pestizideinsatz nach sich und schädige die Natur. (dpa)

## Wieder ein Zwischenfall in Krümmel

**HAMBURG.** Im Atommeiler Krümmel haben Mitarbeiter des Kraftwerks ein Leck an einem Entlüftungsstutzen im Turbinenbereich festgestellt. Das etwa zwei Millimeter große Loch wurde an einem Stutzen der Vorwärmanlage entdeckt, teilte Betreiber Vattenfall am Donnerstag mit. Erhöhte Radioaktivität sei nicht gemessen worden. Vattenfall meldete den Schaden der Atomaufsicht als „Meldepflichtiges Ereignis der Kategorie N“ (Normal). Die Vorwärmanlage ist Teil des Wasser-Dampf-Kreislaufs in dem Kraftwerk. Das schadhafte Stück soll ausgetauscht und alle vergleichbaren Stutzen untersucht werden. Vattenfall gerät derzeit immer mehr unter Druck. Bundesumweltminister Sigmar Gabriel (SPD) schließt einen Entzug der Betriebslaubnis für das Atomkraftwerk Krümmel nicht aus und droht mit einer Blockade des Reaktors. (dpa/ddp)

## Merkel wertet Integrationsgipfel als Meilenstein

**BERLIN.** Bundeskanzlerin Angela Merkel (CDU) hat den Integrationsgipfel ungeachtet der Absage türkischer Migrantenverbände als

# Von der unsichtbaren Gefahr aus dem Erdreich

Experten des Forschungszentrums Jülich: Radonstrahlen können Lungenkrebs verursachen. Hohe Konzentration in Wasserwerken. Auch Wohnhäuser betroffen.

VON UNSEREM REDAKTEUR  
RALPH ALLGAIER

**JÜLICH.** Man sieht es nicht, man schmeckt es nicht, und riechen kann man es auch nicht: Das radioaktive Edelgas Radon wirkt in unterschiedlichen Konzentrationen ständig auf den Menschen ein und kann dabei unbemerkt großen Schaden anrichten. „Jedes Jahr gibt es durch die von Radon ausgehende Strahlenbelastung etwa 2000 Todesopfer. Die Betroffenen sterben an Lungenkrebs“, sagt Dr. Hans-Henning Landfermann, der im Bundesumweltministerium für Grundsatzangelegenheiten des Strahlenschutzes Verantwortung trägt. Er appelliert an die Bevölkerung, sich stärker mit diesem Thema auseinanderzusetzen. Seit längerem wird bereits über ein Radonchutzgesetz debattiert, das aber wegen schwer überbrückbarer Konflikte zwischen Bund und Ländern derzeit auf Eis liege, wie Landfermann bedauert.

Dabei wäre Eile durchaus geboten. Denn Radon kann in vielen Lebensbereichen die Gesundheit gefährden. So haben Experten des Forschungszentrums Jülich in Filterhallen von Trinkwasserbereitungsanlagen der Aachener Region die Radonkonzentration in der Luft gemessen. Dabei wurde in einem Wasserwerk eine Radonkonzentration von 40 000 Becquerel pro Kubikmeter Luft festgestellt. Zum Vergleich: In den meisten Wohnhäusern bewegen sich die Radonwerte um etwa 50 Becquerel pro Kubikmeter. Auch wenn das genannte Messergebnis ungewöhnlich hoch und damit nicht repräsentativ ist, warnt Dr. Eberhard Kümmerle, im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz des Forschungszentrums Jülich zuständig für Immissionsüberwachung und Radioökologie, dass „Bedienstete von Wasserwerken durch die Einwirkung von Radon besonders gefährdet“ seien.

## Uran-Zerfallsprodukt

Und dieser Belastung kann man nur mit umfangreichen Schutzmaßnahmen begegnen. Denn seit Beginn der Erdgeschichte wird im geologischen Untergrund ständig das radioaktive Edelgas freigesetzt. Radon ist ein Zerfallsprodukt von Uran, es gilt als sehr mobil, kann innerhalb der Bodenporen transportiert werden und so auch ins Grundwasser gelangen. Auf diese Weise findet es schließlich den Weg in die Anlagen für die Gewinn-

nung von Trinkwasser. In der Raumluft werden dann aus dem Radon als Zerfallsprodukte kurzlebige Nuklide der Schwermetalle Polonium und Wismut gebildet, die ebenfalls radioaktiv sind und sich an Staubteilchen der Luft, so genannte Aerosole, anlagern. Die Aerosole und das Radon werden vom Personal eingeatmet. Während Radon zum größten Teil auch wieder ausgeatmet wird, lagern sich die Aerosole in der Lunge ab und können durch den radioaktiven Zerfall das Gewebe schädigen und Lungenkrebs verursachen. Möglicherweise, so heißt es im Bundesumweltministerium, trägt Radon auch zur kindlichen Leukämie bei.

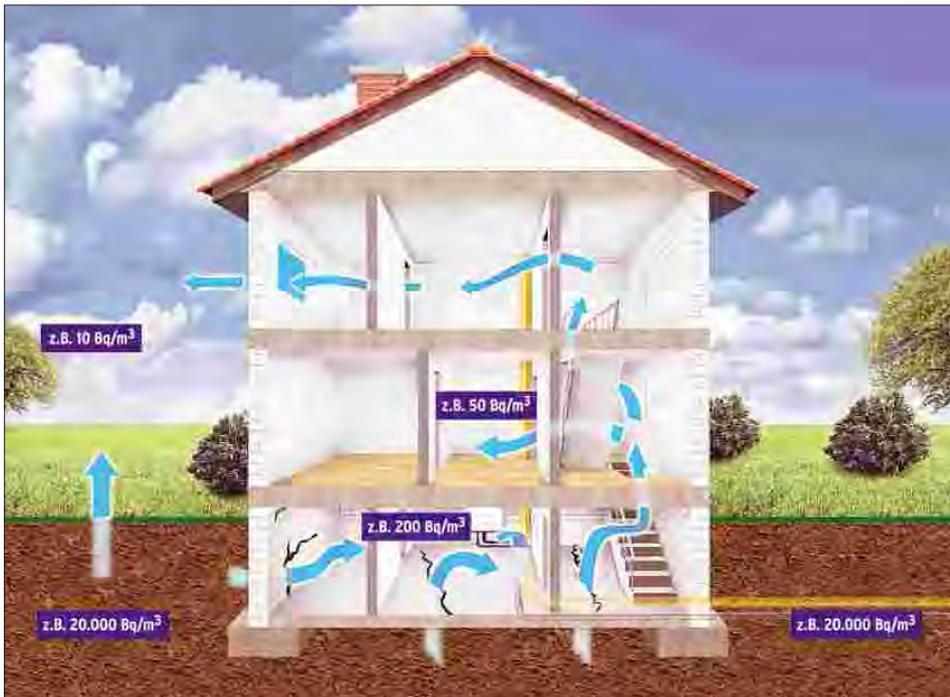
## Messung ist Pflicht

Nach Angaben von Kümmerle sind die deutschen Wasserwerke seit 2001 verpflichtet, an allen Arbeitsplätzen die Radonkonzentration zu messen und gegebenenfalls aktiv zu werden, um die dortigen Mitarbeiter vor möglichen Ri-

„Jedes Jahr gibt es durch die von Radon ausgehende Strahlenbelastung etwa 2000 Todesopfer. Die Betroffenen sterben an Lungenkrebs.“

HANS-HENNING LANDFERMANN,  
BUNDESUMWELTMINISTERIUM FÜR  
STRAHLENSCHUTZ

siken durch Radon zu bewahren. So kann durch starke Belüftungsanlagen die radonarme Außenluft in die Anlagen transportiert werden. Ferner werden Trinkwasserbehälter und Wasseraufbereitungssysteme stärker von den häufig benutzten Arbeitsräumen abgetrennt. Zudem wurde die Anwesenheit von Mitarbeitern in den



Tückische Gefahr: Durch feine Risse an Fundament oder Außenmauern können Radonstrahlen auch in Wohnhäuser gelangen und sich dabei im ganzen Gebäude verteilen. In unserer Region werden dabei allerdings keine bedenklichen Werte erreicht. Grafik: Bundesamt für Strahlenschutz

Wasserwerken bereits auf ein Minimum reduziert.

Doch in anderen Bereichen besteht nach übereinstimmender Ex-

pertenansicht noch großer Handlungsbedarf. Denn Radongas kann auch in Wohnhäuser eindringen. Wie Kümmerle und sein Jülicher Kollege Peter Schulte erklären, sind dabei vornehmlich Altbauten betroffen. So gelangt Radon nicht selten durch Risse, Spalten oder schadhafte Abdichtungen, aber auch Kabel- und Rohrdurchführungen ins Gebäudeinnere. Oft wird Radon wegen eines Luftdruckgefälles durch Treppenaufgänge, Kabelkanäle und Versorgungsschächte in die oberen Geschosse gesaugt. Auch viele Baustoffe enthalten – wie alle Steine und Erden – Radon. „Von dem in den Häusern benutzten Trinkwasser geht dagegen keine Gefahr aus“, betont Schulte. Überhaupt sei festzuhalten, dass die Region Aachen wegen ihrer geologischen Beschaffenheit nicht zu den Gebieten in Deutschland gehört, in denen Radon in Häusern gesundheitsgefährdende Konzentrationen erreicht. Aus der deutschen Radonkarte geht hervor, dass im äußersten Westen der Republik die Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft im Schnitt zwischen 40 und 100 Becquerel pro Kubikmeter Luft liegt, was als gesundheitlich unbedenklich eingestuft wird.

## Intensiv lüften

Wesentlich höhere Werte gibt es dagegen im Großraum München oder südlich von Dresden, im Schwarzwald oder im Odenwald. In solchen Gebieten raten Fachleute vor allem bei Undichtigkeiten in Kellerräumen dringend zu einer Messung der Radonwerte und baldiger Gebäudesanierung. Und bis dahin müsse regelmäßig intensiv gelüftet werden.

Schulte weist darauf hin, dass die Bediensteten, die Touristen durch Schauhöhlen zum Beispiel im Sauerland führen, wegen der Radonproblematik besonders auf-

merksam beobachtet werden müssen. „Hier können durchaus Dauerbelastungen deutlich über 250 Becquerel pro Kubikmeter Luft auftreten.“ Auch Kanalarbeiter tragen besondere Risiken durch das radioaktive Gas. Die in zahlreichen Kurorten angebotene medizinische Behandlung mit Radon, die bei Rheuma, Gicht oder Arthrose helfen soll, ist umstritten. Nach Ansicht von Landfermann darf auch dabei die Strahlenbelastung nicht unterschätzt werden.

Übrigens: Das Forschungszentrum Jülich hat im Tagebau Hambach ebenfalls die Radonkonzentration gemessen. Die Ergebnisse seien jedoch „unauffällig“ und gäben keinen Anlass zur Besorgnis, berichtet Kümmerle.

Informationen im Internet:  
www.radon-info.de  
www.fz-juelich.de/gsg/gesundheitsfragen/radonmessungen  
www.bfs.de/bfs/druck/strahlenthemen



Blick in ein modernes Wasserwerk: Hier müssen Mitarbeiter sich vor Radon-Strahlen besonders schützen. Foto: ddp

E-Klasse BUSINESS EDITION

Mit semiaktiver Luftfederung AIRMATIC DC, dynamischer Navigation COMAND APS, Einparkhilfe PARKTRONIC u. v. m.



## Eine gute Investition. Am besten gleich einsteigen.

► Schön, dass es noch Geschäfte gibt, bei denen man keine Kompromisse eingehen muss. Im Gegenteil – die E-Klasse bietet als BUSINESS EDITION exklusive Sonderausstattungen in einem attraktiven Paket: Die semiaktive Luftfederung AIRMATIC DC, die dynamische Navigation COMAND APS, die Einparkhilfe PARKTRONIC und vieles mehr sorgen für einen Fahrkomfort, der seinesgleichen sucht. Überzeugen Sie sich selbst. Wir freuen uns auf Ihren Besuch. Ihre Mercedes-Benz Partner.

Die Abbildung enthält Sonderausstattungen.



Mercedes-Benz

# Die meisten arbeiten fernab der Forschung

**DAS THEMA: DAS FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH**

**UND DIE MENSCHEN, DIE DORT ARBEITEN**

Was die Belegschaft des größten Arbeitgebers im Kreis Düren über das FZJ und das Leben an der Rur denkt. Nur ein Viertel Wissenschaftler.

VON BRIGITTE OSTERATH

**KREIS DÜREN.** Cornelia Gätgens gehört, wie sie selbst sagt, schon fast zum Inventar. Seit 20 Jahren ist sie Ingenieurin am Forschungszentrum Jülich (FZJ) - das damals noch Kernforschungsanlage hieß. „Für die meisten hier in der Gegend wird es auch immer die KFA bleiben“, sagt sie.

Dabei hat das heutige Forschungszentrum kaum noch etwas mit Kernforschung am Hut: alle drei Versuchsreaktoren sind inzwischen abgeschaltet. Die Forschungsschwerpunkte liegen jetzt beispielsweise auf Strom aus Sonne oder Brennstoffzellen, auf Struktur und Funktion des menschlichen Gehirns und der Reaktion auf Eingriffe des Menschen in die Natur.

Doch nur etwa ein Viertel aller Mitarbeiter sind Wissenschaftler. Die meisten in dem Betrieb von der Größe einer kleinen Kommune erfüllen Aufgaben fernab der Forschung: auf dem 2,2 Quadratkilometer großen Gelände arbeiten alleine 577 Verwaltungskräfte, außerdem Feuerwehrleute, Köche, Betriebsärzte, Fotografen, Bibliothekare, Computerfachleute, Journalisten, Ausbilder, Wachpersonal und viele mehr.

Herrmann-Josef Schulte ist

einer von 120 Angestellten, die für die Sicherheit zuständig sind. Er hat vor 25 Jahren auf der Suche nach einem sicheren Job in der KFA angefangen. Er bewacht Ein- und Ausgangstore, kontrolliert eingehendes Material und geht Streife über das Gelände - oft auch nachts und am Wochenende. Dabei wird ihm seine Arbeit nie langweilig: „Jeden Tag komme ich mit vielen unterschiedlichen Leuten ins Gespräch, beantworte die Fragen der Besucher - und das macht mir sehr viel Spaß!“

Cornelia Gätgens wiederum hat nicht nur ihren Traumjob im FZJ gefunden, sondern auch den Mann fürs Leben: Jochem Gätgens, Biotechniker, ebenfalls seit 20 Jahren in Jülich. Fragt man ihn, was ihm an seiner Arbeit gefällt, fängt er an zu strahlen und hört gar nicht mehr auf zu erzählen: „So viele verschiedene Disziplinen arbeiten hier zusammen. Ich kann in die Hightech der Zukunft reinschauen und ein bisschen mit dran drehen. Und das ist einfach toll!“

Cornelia und Jochem Gätgens sind jetzt seit 16 Jahren verheiratet,

haben zwei Söhne und wohnen in Selgersdorf, gleich neben dem FZJ. „Inzwischen leben wir sehr gerne in Jülich“, erzählen beide, „aber am Anfang war es kleiner Kulturschock.“ Der gebürtige Duisburger, den es über Hamburg und Köln hierher verschlug, erzählt amüsiert, wie er zu Beginn seiner Jülicher Zeit in einer Kneipe neue Kontakte knüpfen wollte: „Als ich den Raum betrat, haben alle sofort aufgehört, miteinander zu reden - es war plötzlich Totenstille.“ In Köln sei er am Tresen immer schnell mit Fremden ins Gespräch gekommen - hier war es anders. „Ich hab mein Bier getrunken und bin wieder gegangen, ohne mit jemandem ein Wort gewechselt zu haben.“

Viele Kontakte haben die Gätgens erst über ihre Kinder geknüpft - und inzwischen wissen sie die großfamiliäre Atmosphäre Jülichs zu schätzen: „Die Stadt hat ihr Flair“, erzählt Cornelia, „und wir haben hier alles, was wir brauchen.“ Über ein Drittel aller FZJ-Mitarbeiter wohnt in Jülich selbst. So auch Doktorandin Tina Kubitzki: „Mir ist die Nähe zum Arbeitsplatz wichtig, um Fahrtkosten und Zeit zu sparen. In Großstädten fühle ich mich auch nicht unbedingt wohl.“ Viele Mitarbeiter jedoch nehmen einen längeren Anfahrtsweg in Kauf: sie leben in den Großstädten Aachen, Köln, Bonn oder Düsseldorf. Heike Offermann, seit vielen Jahren Chemielaborantin in Jülich, wohnt in der Aachener Innenstadt und meint: „Jülich ist mir einfach viel zu klein.“ Doch egal, wo sie wohnen und was ihre Aufgaben sind: Für viele werden sie immer Angestellte der KFA bleiben. Und da das Forschungszentrum seinen Namen gerade ein weiteres Mal ändert - in Helmholtz-Zentrum - ist die Verwirrung bald komplett.

„Diese Arbeit gibt mir das Gefühl, dass ich etwas ganz Besonderes mache.“

JOCHEM GÄTGENS, BIOTECHNIKER

# Hinweise – aber keine Beweise

Krebs in der Nähe von **Atomkraftwerken**: Nach der Studie über mehr Leukämiefälle bei Kleinkindern suchen Forscher nach der Ursache. **Jülicher Experte**: „Ein Grund kann auch der Kontakt zu Tieren sein.“

**AACHEN.** Nach der Studie über mehr Krebsfälle bei Kleinkindern in der Nähe von Atomkraftwerken suchen Forscher nach der Ursache. „Es gibt Hinweise auf Zusammenhänge, aber keine Beweise“, sagte der Präsident des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS), Wolfram König, gestern in Berlin. „Gleichwohl haben wir ein Risiko, das eindeutig beschrieben ist und dem wir nachgehen müssen.“ Daraus müssten Schlussfolgerungen gezogen werden.

Eine Studie des Kinderkrebsregisters Mainz hatte ergeben, dass das Blutkrebsrisiko für Kinder unter fünf Jahren größer wird, je näher sie an einem Atomkraftwerk wohnen. Eine Expertengruppe im Auftrag des BfS schließt einen Zusammenhang nicht aus, während andere Forscher auch einen Zufall für möglich halten.

Kleinkinder haben der Studie zufolge ein um 60 Prozent größeres Risiko, in der Nähe von Kernkraftwerken an Blutkrebs (Leukämie) zu erkranken als Altersgenossen in anderen Regionen. „Das Besondere ist, dass wir erstmals eine Entfernungsabhängigkeit feststellen konnten“, sagte König. Während die Strahlung nach Ansicht der Autoren grundsätzlich nicht als Ursache interpretiert werden kann, will eine Expertengruppe im Auftrag des BfS dies „keinesfalls“ ausschließen. Bundesumweltminister Sigmar Gabriel (SPD) hatte eine genaue Prüfung durch die Strahlenschutzkommission angekündigt.

„Nach allem, was wir heute wissen, kann die Strahlenbelastung normal arbeitender Atomkraftwerke nicht Ursache für ein erhöhtes Krebsrisiko sein. Es muss also andere Faktoren geben, die bislang allerdings noch nicht ausreichend erforscht worden sind“, sagt Rein-

hard Lennartz, Leiter des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz am Forschungszentrum Jülich. Es gebe in anderen Untersuchungen Fälle einer Häufung von Leukämie-Erkrankungen unabhängig von Kernkraftwerkstandorten. So verweist Lennartz auf die Hochspannungs- und Umspannungsanlagen der Atomkraftwerke, von denen man nicht wisse, welchen Einfluss sie auf die Gesundheit der Menschen haben. Möglich ist auch Folgendes: „In ländlichen Gebieten ist sogar nicht ausgeschlossen, dass der Kontakt der Menschen zu Tieren ein Grund für die erhöhte Leukämierate darstellen könnte“, erklärt Lennartz.

Professor Jiri Silny vom Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit am Universitätsklinikum Aachen glaubt, dass durch die Studie „eine gewisse Unsicherheit geschürt“ werden könnte. Einen Zusammenhang zwischen der Strahlung von Atommeilern und Krebs bei Kindern sieht er nicht erwiesen. „Da spielen andere Faktoren eine Rolle, die müssen genau untersucht werden.“

## „Zufall denkbar“

Die Umweltschutzorganisation Greenpeace hält einen Zusammenhang zwischen Strahlung und Krebs bei Kindern hingegen für erwiesen. Der Befund, dass der Grund für die Häufung die Meiler selbst seien, lasse sich nicht mehr wegdrücken, sagte gestern Greenpeace-Atomexperte Heinz Smital. Der Essener Strahlenbiologe Wolfgang-Ulrich Müller sagte dagegen: „Meine Vermutung ist: Der Effekt hat eine andere Ursache als die Strahlung.“ Die Strahlung sei in der Umgebung von Kernkraftwerken zu niedrig. Es gebe in der gan-

zen Welt Fälle einer Häufung von Leukämie-Erkrankungen unabhängig von Kernkraftwerkstandorten. Müller ist Vorsitzender der Strahlenschutzkommission.

Das Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz hält auch einen Zufall für denkbar. Die Strahlung normal arbeitender Atomkraftwerke könne nicht als Erklärung vermehrter Krebsfälle bei Kindern in der Umgebung der Meiler dienen. „Denkbar wäre, dass bis jetzt noch unbekannte Faktoren beteiligt sind oder dass es sich doch um Zufall handelt.“

Die Grünen-Bundestagsfraktion sieht in der Untersuchung ein Plädoyer gegen die Forderung nach längeren Laufzeiten der Kernkraftwerke. „Die weitere Diskussion über die Verlängerung von Laufzeiten oder sogar den Neubau von Reaktoren dürften sich mit den vorliegenden Erkenntnissen vorerst erledigt haben“, sagte Grünen-Fraktionsvize Bärbel Höhn. „In Ländern wie England, Kanada und Japan sind mehrere Studien zu ähnlichen Ergebnissen gekommen wie jetzt in Deutschland.“

Die Untersuchung zwischen 1980 und 2003 ergab, dass im Umkreis von fünf Kilometern rund um 16 westdeutsche Atommeiler 77 statt 48 Krebsfälle bei Kleinkindern auftraten – 1,2 zusätzliche Fälle pro Jahr. An Leukämie traten 37 statt 17 Fälle auf – 0,8 zusätzlich pro Jahr. Das Expertengremium im Auftrag des BfS bemängelte, dass die Berechnungen in der Studie nicht korrekt seien. Statt 29 zusätzlicher Krebsfälle im Fünf-Kilometer-Umkreis müsse mit bis zu 275 weiteren neuen Fällen im 50-Kilometer-Abstand gerechnet werden. (dpa/tht)

@ Die Studie im Internet:  
[www.bfs.de](http://www.bfs.de)



# Visionen am Kaspischen Meer

Entwicklungsprojekte in Milliarden-Höhe/ Erstmals deutsche Unternehmerdelegation in Aktau

Uran und Erdöl – das sind die Stoffe, aus denen in der Region Mangystau im Westen Kasachstans die Träume sind. Von heute 370.000 Einwohnern soll die Region in den nächsten 25 Jahren auf eine Million Einwohner wachsen. Ein neues Dubai wird im Norden der Hauptstadt Aktau entstehen, ein zweites Antalya im Süden, Monaco-Kopien überall. Die Bank of Arab Emirates hat die ersten Mittel für Aktau-City, ein 27-Milliarden-US-Dollar-Investment, bereits bewilligt, die Masterpläne der arabischen Firma Kas Emir Aktau Development sind ausgearbeitet. Iranische, türkische, arabische und chinesische Unternehmen stehen in den Startlöchern, die Träume der Kasachen wahr zu machen – und dabei gutes Geld zu verdienen.

Kasachstan ist nach Australien der größte Uranproduzent der Welt. In der Region Mangystau liegen große Vorkommen an Uranerz. Darüber hinaus gibt es 59 Erdöllagerstätten mit Vorräten von etwa 1.440 Millionen Tonnen. Mit dem Uran-Abbau wurde Ende

der 50er Jahre begonnen, gleichzeitig wurde die Stadt Schewtschenko gegründet, das heutige Aktau. Die Bevölkerungszahl wuchs rasch und riesige Industriekomplexe wurden gebaut. 1973 ging der erste weltweit im industriellen Maßstab arbeitende Reaktor BN-350, der schnelle Brüter, in Betrieb. Die erzeugte Energie wurde hauptsächlich zur Entsalzung von Meerwasser eingesetzt – die einzige Möglichkeit zur Wasserversorgung.

Wegen ihrer strategischen Bedeutung wurde Schewtschenko bald eine geschlossene Stadt, aber auch eine privilegierte. Die Hauptstadt der Region Mangystau entstand auf dem Reißbrett, ein Highlight sowjetischer Architektur, konzipiert im Windkanal in Leningrad.

Noch als „geschlossene Stadt“ erreichte sie die Aufmerksamkeit internationaler Architekten und Regionalplaner. Assad Mahrad, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Regionalentwicklung und Stadtplanung der Technischen Universität Berlin, erinnert sich, dass seine iranischen Verwandten oft von der geheimnisvollen Stadt am Kaspischen Meer sprachen. Nach der Unabhängigkeit Kasachstans machte er sich mit Studenten auf den Weg nach Aktau und war fasziniert: „Für sowjetische Ver-

hältnisse war diese Stadt mit ihren großen, gut ausgestatteten Wohnungen und der dem Klima angepassten Bauweise der pure Luxus. Für Regionalplaner ein hoch interessantes Projekt.“

Ingo Zasada und Henning Büchler schrieben im vergangenen Jahr ihre Diplomarbeit über den Mikrorayon Nummer 4. Ob ihre Vorschläge zur weiteren Bebauung jedoch in der Stadtverwaltung Gehör gefunden haben, wissen sie nicht. Aber Mahrad weiß, dass die weitere Entwicklung der Stadt nicht nach den Kriterien des optimalen Lebens erfolgen wird. „Ursprünglich war vorgesehen, dass alle Terrassen offen sind, dass in den Häusern Durchgänge gelassen werden. Aber jetzt achtet darauf niemand mehr.“

## Sonne und Meer und Luxusjurten

Entertainment, Offices und teure Apartments – das wird Aktau City, der neue Stadtteil im Norden.

Ressorts mit Pools, Hotels, Nachtclubs und Marinas – das wird Kenclerly, das neue Tourismuszentrum 170 Kilometer südlich von Aktau an der Grenze zu Turkmenistan. Am 2. Juni dieses Jahres unterzeichnete die deutsche Firma IPK International aus München den Vertrag zur Ausarbeitung eines Masterplans für die Entwicklung



- ◁ Das Kaspische Meer - eine künftige Touristendestination?  
 △ Agip-Bohrinsel

des Tourismus in der Region Mangystau. Geschäftsführer Rolf Freitag hatte mit seinen Leuten bereits im vergangenen Jahr im Auftrag der kasachischen Regierung eine Studie zur Akzeptanz Kasachstans als Urlaubsziel erstellt. Das Kaspische Meer spielte dabei eine wichtige Rolle. „Obwohl die Wasserqualität sehr gut ist und das Klima eine Badesaison von Mai bis Oktober erlaubt, gibt es bisher keine vernünftigen Sun-and-Beach-Projekte“, sagt Freitag. Die weltweit tätigen Tourismus-Consulter haben Russen und Kasachen befragt und kamen zu dem Schluss, dass die Nachfrage für ein großes Vorhaben durchaus vorhanden ist. Bis 25. August nun müssen Freitag und sein Team den Plan so weit ausgearbeitet haben, dass er dem Präsidenten vorgelegt werden kann. Gibt Nasarbajew sein ok, werden schon im nächsten Jahr die ersten Urlauber im Fünf-Sterne-Hotel in der Bucht von Kenderly relaxen. Hotelkomplexe für 10.000 Betten, ein neuer Flughafen, Casinos, die das jordanische Königshaus gern betreiben möchte, und einige Luxus-Jurten im Hinterland - insgesamt sechs Milliarden US-Dollar sollen bis 2015 in Kenderly verbaut werden.

„Earth - Sea - Sky“ nennt die Administration der Region Mangystau ihren anspruchsvollen Entwicklungsplan. Ein Berater des Akims kann sämtliche Zahlen und Fakten der einzelnen Projekte im Schlaf herunterbeten: Die Freihandelszone im Seehafen soll von jetzt 384 Hektar um 900 Hektar erweitert werden. Vor allem Hightech-Projekte sind willkommen. Unternehmen, die sich hier ansiedeln, müssen keine Steuern zahlen. Bis September ist das Land verteilt.

Es wird einen Eisenbahnanschluss von Aktau an die Hauptstrecke nach Peking geben. Einige Tausend Kilometer Schienennetz werden gebaut. Der Flughafen erhält eine neue Start- und Landebahn, die alten Bahnen werden

rekonstruiert. Ein neuer Cargo Terminal wird entstehen, ein neuer Ölhafen, neue Straßen ...

„Deutsche Firmen können sich selbstverständlich beteiligen“, sagt der Berater. „Sie sollen uns einfach ihre Projekte schicken.“

### Vier Deutsche, ein Schweizer und HeidelbergCement

Die Mitarbeiter des Akim hatten mit deutschen Unternehmen bisher nicht viel Kontakt. Aus der Perspektive Aktaus liegt Deutschland am Rande des Globus. Die Amerikaner, Kanadier und Franzosen tummeln sich im Ölgeschäft, Partner im Baugeschäft sind russische, türkische, iranische und arabische Unternehmen. Aber die Deutschen?

Ganze vier deutsche Staatsbürger (und ein Schweizer) sind in der Boomstadt Aktau aufzuspüren. Größtes deutsches Vorhaben ist der Bau eines Zementwerkes von HeidelbergCement mit einer Kapazität von zwei Millionen Tonnen jährlich. Von hier aus sollen nicht nur die Bauplätze in der Region versorgt werden, sondern wegen der günstigen Lage ist auch der Export nach Usbekistan, Turkmenistan und Aserbaidschan vorgesehen.

Der Schweizer Urs Kunz baut in Aktau den Vertrieb für Zulieferunter-



### zahlen & fakten 2006

Fläche: 165.600 Quadratkilometer (6,1 Prozent des Territoriums Kasachstans)  
 Bevölkerung: 392.600 Einwohner  
 Hauptstadt Aktau: 195.100 Einwohner  
 BIP/Einwohner 2006: 12.100 US-Dollar  
 Industrieproduktion Wachstum 2006: 27,8 Prozent  
 Bodenschätze (in Prozent der Gesamtresourcen Kasachstans):  
 Strontium (100%), Vanadium (66,7 %)  
 Erdöl (14 %), Erdgas (11,5%)  
 Uran (3,2 %)  
 Ölförderung 2006: 17,6 Mio Tonnen  
 Öl-Reserven: 600 Mio Tonnen  
 Rating Fitch International: BB long term rating in national and foreign currency, Aussicht stabil

**G R E N Z E N L O S**  
**O S T E U R O P A**  
**Z E N T R A L A S I E N**

BALTIKUM  
 BELARUS  
**RUSSLAND**  
 UKRAINE  
 TURKMENISTAN  
**USBKISTAN**  
**KASACHSTAN**

LKW-VERKEHRE  
 SONDERTRANSPORTE  
 BAHNVERKEHRE  
 CONTAINERVERKEHRE

SEIT DEM **30.04.2007**  
 MIT NEUEM STANDORT:

VAN BELT INTERNATIONAL GMBH  
 RÖNTGENSTR. 1/1  
 73730 ESSLINGEN, GERMANY  
 PHONE 0049 (0) 711 49094 0  
 FAX 0049 (0) 711 49094 166  
 WWW.VAN-BELT-SPEDITION.DE  
 INFO@VAN-BELT-SPEDITION.DE

**VAN BELT** Logistics + Trading  
**International GmbH**  
 S P E D I T I O N

nehmen für die Öl- und Bauindustrie auf, so für Hilti und Leica. „Wir machen den einheimischen Herstellern keine Konkurrenz, sondern verkaufen nur die Geräte, die es in der Region nicht gibt, zumindest nicht in guter Qualität“, sagt Kunz. Diese Einschränkung reduziert sein Geschäft nicht wirklich, denn der Bedarf an Werkstattausrüstungen jeglicher Art ist enorm. Kunz hat heute 300 Kunden allein in Aktau, die er direkt beliefert. Inzwischen läuft das Geschäft für Hilti und Leica so gut, dass sich der Manager schon bald anderen Projekten zuwenden will.

Der Rostocker Detlef Boss arbeitet seit 2004 für die amerikanische Firma Weatherford International Oil Field Services in Aktau. Er leitet die Abteilung Thru Tubing Services. Insgesamt hat das Unternehmen 150 Mitarbeiter in Aktau, davon 15 Expatriats.

Andre Grohs ist Direktor der Niederlassung der Bentec GmbH, Bad Bentheim, ein Unternehmen der ABBOT GROUP plc, Scotland, in Aktau. Auch er verdient sein Geld mit Service im Erdölbereich. Seit 2003 arbeitet die Bentec in Kasachstan mit dem Petropawlowsker Werk PZTM beim Bau mobiler Bohranlagen zusammen. Bentec liefert den Turm und das Hebewerk, die Kasachen stellen das Trägerfahrzeug. Worauf einst Raketen transportiert wurden, montiert man heute Bohrtürme. Ein Konversionsprojekt, wie es sich Nasarbajew schöner nicht wünschen kann.

Neun Anlagen sind in den vergangenen vier Jahren gebaut worden. Inzwischen hat sich der Anteil der lokalen Arbeiten erhöht. „Die letzte Anlage“, so Grohs, „haben die Kasachen schon fast allein fertiggestellt. Die Spitzen-

technologie, die vor allem im Hebewerk sitzt, bleibt aber bei uns.“ Zwar müsse man auf sein Know-how achten, allerdings dürfe man auch nicht knauserig sein mit Konstruktionsunterlagen. „Wir verdienen unser Geld hauptsächlich mit Aftersales. Wenn die Kasachen eine Anlage allein bauen, muss schon bald nachgebessert werden. Außerdem sind sie nicht in der Lage, die Bohranlagen entsprechend den geologischen Gegebenheiten einzurichten. Um ihr Öl aus der Erde zu holen, kommen sie ohne die Ausländer nicht aus.“

Und weil auch Präsident Nasarbajew das weiß, drängt er auf Partnerschaften. Ohne einen lokalen Partner läuft in Kasachstan nichts.

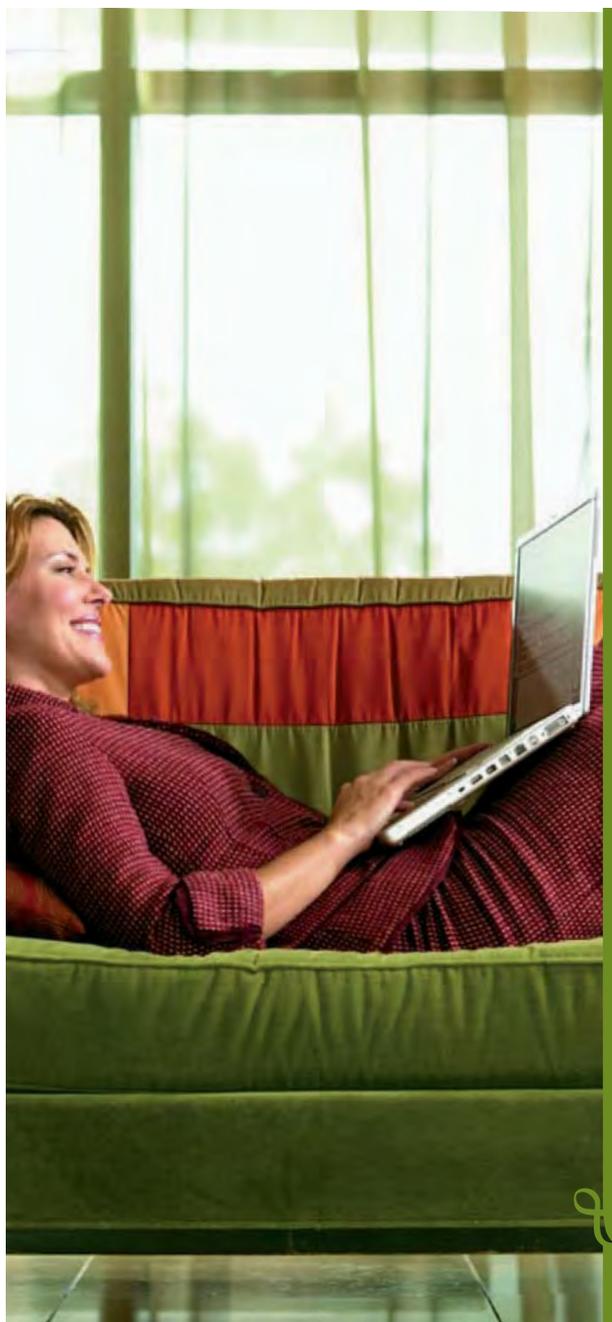
Das hat auch ThyssenKrupp erfahren. Der dritte Deutsche in Aktau, Jens Steigleder, ist stellvertretender Direktor des Joint Ventures ThyssenKrupp Bautechnik GfT mit dem kasachischen Stahlbauunternehmen Imstalkom. Mit der Erschließung der Erdölfelder im Kaspischen Meer brachen für den Essener Hersteller von Spundwänden goldene Zeiten an. Agip, Führer der Konsortiums KCO North Caspian Operating Company, schüttet im Kaspischen Meer künstliche Inseln für die Bohrtürme auf. Insgesamt 400 sollen es werden. Jede Insel braucht Spundwände zur Befestigung. Jeder Hafen braucht Spundwände, jede Versorgungsbasis am Meer ...

### Projekte wie eine Perlenkette

Vom Norden bis Süden der Region Mangystau reihen sich die Projekte, die ThyssenKrupp Aufträge bringen werden, wie die Perlen einer Kette.

In Boutino, 150 Kilometer nördlich von Aktau, baut Agip seine Base zur Versorgung der Bohrseln. Mehrmals wöchentlich donnern die schweren Lkw mit den Stahlträgern vom Bahnhof Aktau nach Boutino. Bis zehn Kilometer hinter Aktau ist die Straße rekonstruiert. Dann reiht sich Schlagloch an Schlagloch. In Boutino gabelt sich die Straße. Rechts geht es zum Steinbruch, in dem das Material zum Aufschütten der Bohrseln gewonnen wird, links führt sie zum einstigen Fischerdorf Boutino. In einer kleinen Bucht verrotten die alten Fischereikähne. Daneben entstehen neue Kaimauern, Bürogebäude, Hotels, Wohnhäuser. „Wer hier jetzt in Immobilienprojekte investiert, hat für die nächsten Jahre ausgesorgt“, sagt Steigleder. Er begutachtet seine Spundwände und ist mit der Verarbeitung zufrieden. Auf der Baustelle kennt man ihn gut, obwohl er erst Anfang des Jahres nach Aktau kam.

Auch zum Seehafen in Aktau hat Steigleder gute Beziehungen. An den 550 Metern Kaimauern wurde schon die eine oder andere Spundwand aus Essen verbaut - die größten Projekte



### THE BEST WAY FOR A PERFECT STAY.

Renaissance Aktau Hotel:

- Rooms: 120 Guest Rooms incl.
- 24 Suites and Presidential Suite
- Meeting Space: "Caspian" Ballroom
- 4 meeting rooms
- accommodates up to 200 people

Renaissance Atyrau Hotel:

- Rooms: 202 Guest Rooms incl.
- 23 Suites and Presidential Suite
- Meeting Space: "Grand" Ballroom
- Conference Hall and
- 4 meeting rooms
- accommodates up to 300 people

UNIQUELY RENAISSANCE®



### RENAISSANCE AKTAU HOTEL

Microdistrict 9, Aktau,  
Mangystau Oblast, Kazakhstan  
Phone: +7 3292 300 600  
Facsimile: +7 3292 300 601  
renaissancehotels.com/SCOBR



### RENAISSANCE ATYRAU HOTEL

Satpaeva Street 15B  
060011 Atyrau, Kazakhstan  
Phone: +7 3122 909 600  
Facsimile: +7 3122 909 606  
renaissancehotels.com/GUWBR

aber stehen noch bevor. In Kuryk, 75 Kilometer südlich von Aktau, entsteht gegenwärtig ein neuer Ölhafen für den Export des Erdöls aus dem Kaschagan-Feld. Im Norden, unmittelbar an den jetzigen Hafen angrenzend, werden 32 Milliarden Tenge investiert, um Kapazitäten für den Umschlag von zehn Millionen Tonnen Erdöl und 1,5 Millionen Tonnen Trockengütern zu schaffen. Nicht nur Spundwände will Thyssen-Krupp hier liefern, auch Technik und Profile „Made in Germany“ sollen bei diesen Vorhaben eingesetzt werden.

Und weil „Made in Germany“ in Kasachstan zwar einen guten Klang hat, sich mit einer Prise kasachischer Verarbeitung aber sehr viel besser verkauft, gründete Thyssen-Krupp Bautechnik Gft im vergangenen Jahr das Joint Venture in Aktau. Auf dem Gelände von Imstalkom will das Unternehmen eine neue Halle bauen, um dort die Oberflächen der Spundwände zu bearbeiten. Doch bisher ist der Grundstein nicht gelegt - viele Projekte verzögern sich immer und immer wieder. Der Ausbau des Hafens stockt, weil der bisherige Konzessionär Mobil-Ex die Vertragsbedingungen nicht erfüllte und eine neue Ausschreibung gestartet wurde. Agip hat zweimal den Start der Ölförderung verschoben und



Die Industriezone von Aktau: Neue und stillgelegte Unternehmen nebeneinander.

deshalb auch noch nicht alle Zulieferverträge für die Bohrseln unterzeichnet. Bevor die Verträge nicht unter Dach und Fach sind, beginnt ThyssenKrupp nicht mit dem Bau.

### Erste offizielle deutsche Delegation in Aktau

„Jeder weiß, Aktau wird boomen, aber keiner weiß, wann“, stellt Ingo Viertel fest, der vierte Deutsche in Aktau. Der Chemnitzer ist Direktor für Verkauf und Reservierung des Renaissance Aktau Hotels, des ersten Hauses am Platze. Im März 2005 kam er nach Aktau, um die Eröffnung des Hotels im September vorzubereiten. Die Vorboten des Booms

spürt Viertel schon heute. Im ersten Jahr hatte das Hotel eine Auslastung von 52 Prozent, im zweiten Jahr waren es bereits 75 Prozent. 99 Prozent seiner Kunden kommen aus dem Ölgeschäft: Manager und Ingenieure von Agip, Chevron, Halliburton, Schlumberger, LukOil oder kasachischen Firmen. 40 Prozent der Gäste sind Kasachen, es folgen Engländer, Schotten, Russen, Chinesen und Inder. „Von 32.000 Übernachtungen in diesem Jahr haben wir etwa 400 deutsche“, sagt Viertel.

Mitte Juni besuchte erstmals eine offizielle Unternehmerdelegation die Region Mangystau. Nachdem das Budget aufgestockt werden musste, konnten auch die deutschen Manager im Renaissance-Hotel wohnen. Motorenhersteller, Ingenieurbüros, Schweißtechniker, Anlagenbauer und Bauunternehmer - Vertreter von 16 Unternehmen nahmen an der Reise teil. Die Firma COMMIT Project Partners GmbH, Berlin, hatte vorab für jeden Einzelnen Gesprächspartner organisiert. Die Consultingfirma machte ihren Job offensichtlich so gut, dass sie unmittelbar nach der Reise von der Administration zur offiziellen Vertretung in Deutschland ernannt wurde.

Die GFE Gesellschaft für Elektrometallurgie GmbH, Nürnberg, war



## 100% INTERMODAL TRANSPORTATION

HAMBURG - BREMERHAVEN - ROTTERDAM

- POLEN - ESTLAND - LETTLAND - LITAUEN - WEISSRUSSLAND - UKRAINE - MOLDAWIEN - MONGOLEI - RUSSISCHE FÖDERATION - GEORGIEN  
- ARMENIEN - ASERBAIDSCHAN - KASACHSTAN - USBEKISTAN - TURKMENISTAN - KIRGISIEN - TADSCHIKISTAN - AFGHANISTAN -



**POLZUG Intermodal GmbH**  
Container Terminal Burchardkai, Hamburg  
Tel.: + 49 40 - 74 11 45-0  
E-Mail: hamburg@polzug.de

**POLZUG Intermodal POLSKA Sp. z o.o.**  
ul. Wilcza 46, Warszawa  
Tel.: + 48 22 - 336 34 00  
E-Mail: warszawa.info@polzug.pl

[www.polzug.de](http://www.polzug.de)

in Atyrau und Aktau auf der Suche nach Vanadium, einem Stoff, der aus Erdölrückständen gewonnen wird. „Kasachstan exportiert heute 90 Prozent des Erdöls als Rohöl“, sagt Günter Bauer. „Für uns wird das Land vor allem dann interessant, wenn mehr Raffinerien im Land betrieben werden.“

Zur Vorbereitung auf diese Zeit will das deutsche Institut jetzt gemeinsam mit der Staatlichen Universität Atyrau die genaue Zusammensetzung des Erdöls untersuchen.

Dr. Hans-Georg Groß, Auslandsbeauftragter der GSI mbH, ein Aus- und Weiterbildungszentrum für Schweißtechnik, war bereits zum fünften Mal in Kasachstan. „Alle ausländischen und inländischen Firmen beklagen den Fachkräftemangel in Kasachstan. Der kasachische Staat hat noch nicht ausreichend erkannt, dass berufliche Aus- und Weiterbildung insbesondere durch die Bildungsministerien und Administrationen zu gestalten und abzusichern sind“, so Groß. Vielmehr übertrage man diese Sachaufgaben und -probleme an ausländische Investoren. „Erfolgreiche Konzepte wie zum Beispiel das deutsche duale Bildungssystem finden somit automatisch keine Beachtung.“

Andererseits bestehe für deutsche Bildungsanbieter in Kasachstan ein interessanter Markt, sagte Groß. Er hofft, nach dieser Reise mit motivierten und kompetenten Partnern in Kasachstan Konzepte für die Ausbildung auf dem Gebiet des Schweißens, Schneidens und verwandter Verfahren umsetzen zu können.

Frank Weisig, Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, brachte zwei Erkenntnisse aus Aktau mit: „Die Administration hat begriffen, dass man eine Region nicht

nur mit Global Playern aufbauen kann. Immer wieder wurde betont, dass man auch der Entwicklung des KMU-Sektors Priorität einräumt.“

Und Erfahrung Nummer zwei: „Die Region ist am Ausbau der bilateralen Wirtschaftsbeziehungen zu Deutschland interessiert. Allerdings machten die Partner auch darauf aufmerksam, dass wir Deutschen dabei sind, diese bestehenden Chancen zu verpassen. So waren in letzter Zeit bereits viele Delegationen in der Region Mangystau - vor den Deutschen.“

Ob sich aus diesem ersten Besuch tatsächlich Geschäfte machen lassen, liegt letztlich auch an der Hartnäckigkeit der Deutschen. Die Administration, so Andre Grohs, sei sehr kooperativ. „Wann immer wir Unterstützung vom Akim brauchten“, sagt der Bentec-Manager, „war die Administration für uns da.“

### Die Umweltbombe tickt

Auch wenn die Träume in Aktau auf Uran und Erdöl basieren - Chancen gibt es in vielen Gebieten. Insbesondere in den Bereichen Aus- und Weiterbildung, kommunale Dienstleistungen und Umwelt lechzen die wenigen Deutschen in Aktau nach deutschem Know-how.

Die Wasserqualität sei eine Katastrophe, so der Aktau-Bewohner Boss. Das im Februar 2001 stillgelegte Atomkraftwerkverursachte ein Umweltproblem, dessen Ausmaß bis heute nicht abzuschätzen ist.

Zu Hochzeiten der sowjetischen Uranerzproduktion zu Beginn der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts stammten etwa 30 Prozent aus Anlagen im heutigen Kasachstan. Ende der 60er Jahre wurde der Caspian Mining and Smelting Complex (CMSC) als ein

wichtiges Zentrum der kasachischen Uranerzförderung und -aufarbeitung aufgebaut. Heute sind die Tagebaue Melovoe und Tomakskoe in der Region um Aktau stillgelegt.

Der Koshkar-Ata-See, nur fünf Kilometer nördlich der Stadt Aktau, ein großer Absetzsee für Abwässer aus der Uranerzaufbereitung, gilt als eine der gefährlichen Hinterlassenschaften der Sowjetzeit. Der See erstreckte sich ursprünglich über eine Fläche von ca. 65 Quadratkilometern, heute liegen schon mehr als elf Quadratkilometer trocken. Nach Unterlagen der Umweltbehörde der Region beträgt die geschätzte Gesamtmasse an radioaktivem Abfall aus der Uranerzaufbereitung 50 Millionen Tonnen, hinzu kommen Industrieabfälle in gleicher Größenordnung. Systematische Erkenntnisse über die Strahlenbelastung der Bevölkerung fehlen.

Das Forschungszentrum Jülich führt seit 2005 Messungen durch. Anhand der Messergebnisse der Jahre 2005 und 2006 kann allerdings nicht abgeleitet werden, dass der Koshkar-Ata See derzeit die Quelle einer möglichen regionalen radiologischen Kontamination der Region Mangystau ist. Nun will man in Jülich die Messungen auf die stillgelegten Tagebaue und Uranerzaufbereitungsanlagen ausdehnen.

Earth-Sea-Sky, das visionäre Entwicklungsprojekt der Region Mangystau, enthält viele interessante Projekte - ein Umweltprojekt ist nicht dabei. JF

### KONTAKT

COMMIT Project Partners GmbH, Berlin  
Lilia Mass, Nargis Wieck  
Vertretung der Region Mangystau in  
Deutschland, Tel.: 030/206 16 48-0  
l.mass@commit-group.com  
n.wieck@commit-group.com

N · J · P

RECHTSANWÄLTE

- Seit 1992 begleiten wir unsere Mandanten in Russland. Durch den Standort in Kazan, Republik Tatarstan, und eine enge Kooperation mit einer in Saratow ansässigen Kanzlei sind wir insbesondere in der gesamten Wolgawirtschaftsregion präsent.
- Unsere russischen Juristen sprechen fließend deutsch und verfügen teilweise über juristische Zusatzausbildung in Deutschland.
- Wir begleiten deutsche und russische Mandanten in sämtlichen Fragen des deutsch russischen Wirtschaftsverkehrs.

#### NJP Dresden

Hans Joachim Nothelfer  
Bertolt-Brecht-Allee 22, 01309 Dresden  
Telefon +49 351 31 99 20 00, Telefax +49 351 31 99 20 20  
info@n-j-p.com www.n-j-p.com

#### NJP Kazan

Dr. iur. Kamil Arslanov  
Ul. Spartakovskaja 2B, „Sakura-Center“, Büro Nr.315  
420107 Kazan/Rep. Tatarstan  
Telefon +7 843 570 43 44, Telefax +7 843 291 75 44  
kazan@n-j-p.com

## 6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Das nachfolgende Verzeichnis enthält Abkürzungen und Kurzzeichen, die im Jahresbericht des GB S verwendet werden. Dabei handelt es sich überwiegend um Abkürzungen, die nur forschungszentrumsintern Verwendung finden.

In der Regel wird jede Abkürzung an der Stelle, an der sie das erste Mal im Jahresbericht verwendet wird, erläutert.

<b>A</b>	
ASA	Arbeitsschutzausschuss
ASS	⇒ S
AtDeckV	Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH
AVR-BL	AVR-Behälterlager
AVR-KL	AVR-Kannenlager
AVR-T-BEH	AVR-Transport-Behälter
AVR-TLK	AVR-Trockenlagerkanne
AtG	Atomgesetz
<b>B</b>	
B	Betriebsdirektion
BBS	Beauftragter für die biologische Sicherheit
B-N	Betriebsdirektion – Nuklear Service
B-ND	Betriebsdirektion – Dekontamination (früher: B-D) ⇒ N
B-NZ	Betriebsdirektion - Heiße Zellen (früher: B-Z)
BEZ	Be- und Entladezelle
BKO	Betriebliche Katastrophenschutzorganisation
BL	Behälterlager
Bq	Becquerel; Einheit der Aktivität: 1 Bq = 1 radioaktiver Zerfall/Sek. 1 Bq = $27 \times 10^{-12}$ Ci
BZL	Brennstoffzellenlaboratorium
<b>C</b>	
Ci	Curie; alte Einheit der Aktivität 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ radioaktive Zerfälle/Sekunde o. 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq

COSY	Cooler Synchrotron Jülich
CZ	Chemiezellen
<b>D</b>	
DE	⇒ N
DIDO	⇒ FRJ-2
<b>E</b>	
E-Stab	Strahlenschutz-Einsatzstab (GB S)
E-Trupp	Strahlenschutz-Einsatztrupp (GB S)
ELLA	Externes Neutronenleiterlaboratorium am FRJ-2
ElvD	Einsatzleiter vom Dienst
ELW	Einsatzleitwagen
ETC	Enrichment Technology Company Limited, (ehemals: URANIT bzw. URENCO)
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft (European Atomic Energy Community)
<b>F</b>	
FB	Fachbereich
FE	Forschung u. Entwicklung
FG	Freigrenze
FRJ-1	Forschungsreaktor Jülich 1 („MERLIN“)
FRJ-2	Forschungsreaktor Jülich 2 („DIDO“)
FS	Fachverband für Strahlenschutz
FvD	Fernsprecher vom Dienst
<b>G</b>	
GB	Geschäftsbereich
GenTG	Gentechnikgesetz
GHZ	Große Heiße Zellen
GJAZ	Grenzwert der Jahresaktivitätszufuhr
<b>H</b>	
HEK	Hauptentwässerungskanal (des Forschungszentrum Jülich)
HEU	Highly Enriched Uranium
HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (bis 1994 Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen – AGF)
HZ	Heiße Zellen
<b>I</b>	
IBI	⇒ INB

## Abkürzungsverzeichnis

IBN	Institut für Bio- und Nanosysteme: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterschichten und -bauelemente (IBN-1)</li> <li>• Bioelektronik (IBN-2)</li> <li>• Grenz- und Oberflächen (IBN-3)</li> <li>• Biomechanik (IBN-4)</li> <li>• Prozesstechnologie (IBN-PT)</li> <li>• Technische und administrative Infrastruktur (IBN-TA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik der Medizinischen Bildgebung (INM-4)</li> <li>• Nuklearchemie (INM-5)</li> <li>• Systembiologie und Neuroinformatik (INM-6)</li> <li>• Neuromodulation (INM-7)</li> </ul>
IBT	Institut für Biotechnologie	Ethik in den Neurowissenschaften (INM-8)
ICG	Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre des FZJ	IPP ⇒ IEF
IEF	Institut für Energieforschung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IEF-1)</li> <li>• Werkstoffstruktur und Eigenschaften (IEF-2)</li> <li>• Brennstoffzellen (IEF-3)</li> <li>• Plasmaphysik (IEF-4)</li> <li>• Photovoltaik (IEF-5)</li> <li>• Sicherheitsforschung und Reaktortechnik (IEF-6)</li> <li>• Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE)</li> <li>• Projekt Brennstoffzelle (IEF-PBZ)</li> <li>• Projekt Kernfusion (IEF-KFS)</li> </ul>	IRA ⇒ ICG
IET	Institut für Enzymtechnologie	IS Interpretationsschwelle
IEV	⇒ IEF	ISG ⇒ IBN
IFF	Institut für Festkörperforschung	ISR ⇒ IEF
IGV	⇒ IBN	IvD Ingenieur vom Dienst
IKP	Institut für Kernphysik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Hadronstruktur (IKP-1)</li> <li>• Experimentelle Hadrondynamik (IKP-2)</li> <li>• Theoretische Kernphysik (IKP-3)</li> <li>• Kernphysikalische Großgeräte (IKP-4)</li> <li>• Technische und administrative Infrastruktur (IKP-TA)</li> </ul>	IWE ⇒ IEF
ILA	Institutsleitungsausschuss	<b>J</b>
IME	⇒ INM	JULIC Jülicher Isochron-Zyklotron
INB	⇒ INM	JÜV 50 Jülicher Verbrennungsverfahren mit Nenndurchsatz 50 kg/h
INC	⇒ INM	<b>K</b>
INM	Institut für Neurowissenschaften und Medizin: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturelle und funktionelle Organisation des Gehirns (INM-1)</li> <li>• Molekulare Organisation des Gehirns (INM-2)</li> <li>• Kognitive Neurologie (INM-3)</li> </ul>	KADES Koordinierungsausschuss DE-Sanierung
		KMU Kernmaterialüberwachung
		KPH PPF Kernphysik
		KSL Katastrophenschutzleitung
		<b>L</b>
		LEU Low Enriched Uranium
		LÖMA Lösungsmittelverbrennungsanlage
		<b>M</b>
		M GB Einkauf und Materialwirtschaft
		MBZ Materialbilanzzone
		MERLIN ⇒ FRJ-1
		MUT ⇒ INB
		<b>N</b>
		N Nuklear-Service; als Teil des GB Zentralabteilung Forschungsreaktoren (ZFR)/Nuklearservice (N)
		NG ⇒ NWG
		NSO Notfallschutzorganisation
		NWG Nachweisgrenze
		<b>O</b>
		OE Organisationseinheit
		OSD Objektsicherungsdienst
		OSZ Objektsicherungszentrale
		<b>P</b>
		Pa Pascal - SI-Druckeinheit - 1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> = 1 kg m <sup>-1</sup> · s <sup>-2</sup>
		PeDaB Personendosimetrie-Datenbank
		PET Positronenemissionstomographie
		PHOEBUS Photovoltaik-Wasserstoff-Brennstoffzellen-Demonstrationsanlage
		P-M Betriebsärztlicher Dienst

POF	Programmorientierte Förderung der HGF
<b>R</b>	
R	GB Recht und Patente
RDBMS	Relationales Datenbank Management System
REBEKA	Reststoffbearbeitungs- und Abfallkonditionierungsanlage
rem	nicht mehr verwendete Einheit der Äquivalentdosis; 1 rem = 10,0 mSv
RFÜ	Radiologische Fernüberwachung
RöV	Röntgenverordnung
RPA	⇒ R
RSA	Reaktor-Sicherheitsausschuss
<b>S</b>	
S	GB Sicherheit und Strahlenschutz
S-G	Fachbereich Genehmigung und Sicherheit
S-B	Fachbereich Betrieblicher Strahlenschutz
S-BI	Inkorporationsmessstelle
S-U	Fachbereich Umgebungsüberwachung
S-M	Fachbereich Messtechnik
S-A	Fachbereich Arbeitsschutz
S-O	Fachbereich Objektsicherung
S-NS	Fachgruppe Numerischer Strahlenschutz
S-SD	⇒ S-US
S-US	Fachbereich Strahlenbiologie
SBV	Sicherheitsbevollmächtigter
SDB	Sicherheitsdatenbank
SSR	Strahlenschutzregelung des FZJ
SSV	Strahlenschutzverantwortlicher (§ 29 ff. StrlSchV)
STE	⇒ IEF
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StvD	Strahlenschutz vom Dienst
Sv	Sievert; Einheit der Äquivalentdosis; 1 Sv = 1 J/kg = 100 rem
SZ	Sicherheitszentrale des FZJ
<b>T</b>	
TEXTOR	Tokamak-Experiment für technologieorientierte Forschung (Tokamak Experiment for Technology Oriented Research)
TH	Technikumshalle
<b>U</b>	
U-Trupp	Umgebungsauflärungstrupp
UGD	Universelle Gefahrenmeldedatei
URENCO	⇒ ETC
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

<b>V</b>	
VS	Vorstand des Forschungszentrums Jülich
<b>W</b>	
WTR	Wissenschaftlich-technischer Rat
<b>Z</b>	
ZAM	Zentralinstitut für Angewandte Mathematik des Forschungszentrums Jülich
ZAT	Zentralabteilung Technologie
ZB	Zentralbibliothek
ZCH	Zentralabteilung für Chemische Analysen
ZEL	Zentralinstitut für Elektronik
ZFR	Zentralabteilung Forschungsreaktoren

Das **Glossar Strahlenschutz** auf den Internetseiten des GB S erläutert in Kurzform viele Fachbegriffe und Abkürzungen aus dem Strahlenschutz:



<http://www.fz-juelich.de/gs/genuehmigungen/glossar-strlsch>

Ein **Organisationsplan** des Forschungszentrums Jülich befindet sich auf den Internetseiten:



[http://www.fz-juelich.de/portal/ueber\\_uns/organisationsplan](http://www.fz-juelich.de/portal/ueber_uns/organisationsplan)

Näheres zu den **Instituten und Einrichtungen**:

[http://www.fz-juelich.de/portal/ueber\\_uns/institute\\_einrichtungen](http://www.fz-juelich.de/portal/ueber_uns/institute_einrichtungen)