

### Ein Erbe des maritimen Wettrüstens: der Atommüll der Nordmeerflotte

Kronfeld-Goharani, Ulrike

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:  
SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kronfeld-Goharani, U. (1999). *Ein Erbe des maritimen Wettrüstens: der Atommüll der Nordmeerflotte*. (SCHIFF-texte, 53). Kiel: Schleswig-Holsteinisches Institut für Friedenswissenschaften -SCHIFF- an der Universität Kiel. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-293975>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

# **S C H I F F**

Schleswig-Holsteinisches Institut für Friedenswissenschaften  
an der Christian-Albrechts-Universität Kiel

## **SCHIFF - texte**

### **Nr. 53**

Ulrike Kronfeld-Goharani

#### **Ein Erbe des maritimen Wettrüstens: Der Atommüll der Nordmeerflotte**

*SCHIFF-texte* sind Veröffentlichungen des *SCHIFF/SHIP*. Sie werden jedoch von den Autorinnen und Autoren verantwortet und stellen - soweit nicht anders vermerkt - keine Äußerungen des Instituts oder seiner Gremien dar.

© bei den AutorInnen

**ISSN 0948-1869**

**Kiel, Januar 1999**

SCHIFF / SHIP  
Kaiserstr. 2 D-24143 Kiel,  
Tel.: +49 - (0)431 / 7 75 72 - 851, Fax: +49 - (0)431 / 7 75 72 - 852  
e-mail: SCHIFF@SCHIFF.uni-kiel.de  
<http://www.schiff.uni-kiel.de>

The Schleswig-Holstein Institute for Peace Research  
at the Christian-Albrechts-University Kiel

# **S H I P**

*Ulrike Kronfeld-Goharani\**

## Ein Erbe des maritimen Wettrüstens: Der Atommüll der Nordmeerflotte

Zusammenfassung / Abstract

<b>1. Der aktuelle Bezug</b>	<b>5</b>
<b>2. Der Nuklearmüll in Nordwestrußland: ein wachsendes Umwelt- und Sicherheitsproblem</b>	<b>7</b>
<b>3. Art und Umfang des nuklearen Abfalls</b>	<b>11</b>
3.1 Lagerung von nuklearem Abfall in den Marinestützpunkten	<b>13</b>
3.2 Radioaktive Verschmutzungsquellen im Meer	<b>24</b>
<b>4. Gefahren und ihre Ursachen für nukleare Unfälle</b>	<b>26</b>
<b>5. Nationale und internationale Maßnahmen zur Reduktion der Risiken für nukleare Katastrophen in der Region</b>	<b>30</b>
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>34</b>
<b>7. Literatur</b>	<b>36</b>

### *Zusammenfassung*

Jahrzehntelang wurden weltweit nukleare Sprengköpfe und Reaktoren produziert, ohne daß man wußte, wie ausgedientes nukleares Material sicher entsorgt werden konnte. Erklärt wurde das in Ost und West mit der Logik des Kalten Krieges. Nuklearsektoren unterlagen absoluter Geheimhaltung und waren öffentlicher Kritik und Kontrolle vollständig entzogen. Die Risiken

### *Abstract*

For decades worldwide nuclear warheads and reactors were produced without knowing how to remove nuclear waste in a safe manner. In East and West this was explained by the logic of the Cold War. Nuclear sectors were subject to absolute security and beyond public criticism and civilian control. The risks were not accurately known and correspondingly the secu-

---

\*) Die Autorin ist wissenschaftliche Mitarbeiterin beim SCHIFF. Der vorliegende Beitrag entstand im Rahmen des Arbeitsschwerpunktes "Ökologische Sicherheit und nachhaltige Entwicklung".

kannte man nicht genau und dementsprechend unzureichend waren vielerorts die Sicherheitsstandards, wenn es sie überhaupt gab. Zu den Regionen, die von den Folgen dieser Politik besonders stark betroffen sind, zählt die Kola-Halbinsel in Nordwestrußland. Im Januar 1998 wies der Euro-Arktische Barentsrat (BEAC) daraufhin, daß die nukleare (Un-)Sicherheit und der radioaktive Müll in Nordwestrußland ein wachsendes Umwelt- und Sicherheitsproblem darstellen. Die norwegische Umweltorganisation Bellona sprach in diesem Zusammenhang von einem „Tschernobyl in Zeitlupe“.

In der vorliegenden Studie wird auf Art und Umfang des nuklearen Abfalls der Nordmeerflotte in den Marinestützpunkten auf der Kola-Halbinsel und der angrenzenden Barentssee eingegangen. Bestehende Probleme in bezug auf das Managen, Aufbereiten und Lagern des in rund 40 Jahren seit Inbetriebnahme der ersten atomar angetriebenen Schiffe angefallenen und durch den Betrieb der Flotte weiter anwachsenden Nuklearmülls werden vorgestellt. Abschließend werden potentielle Gefahren der derzeitigen Situation unter ökologischen, ökonomischen und sicherheitspolitischen Aspekten diskutiert.

rity standards were inadequate in many places, if there were any at all.

The Kola peninsula in North-Western Russia belongs to the regions, which are very strongly affected as a result of this policy. In January, 1998, the Barents-European Arctic Council (BEAC) emphasized that the nuclear uncertainty and the radioactive waste in North-Western Russia meant a growing environmental and security problem. The Norwegian environmental organisation Bellona spoke in this context of a "Chernobyl in slow motion".

In the present study, the type and extent of the nuclear waste in the naval bases of the Northern Fleet on the Kola peninsula and in the adjacent Barents Sea are presented. Existing problems with regard to the management, reprocessing and storage of nuclear waste and spent nuclear fuel, which were accumulated during the last 40 years since the commissioning of the first nuclear-powered vessels and which are still arising from the continuing operation of the Northern Fleet are described. Finally, potential threats of the present situation under ecological, economic and political security aspects are discussed.

\* \* \* \* \*

## 1. Der aktuelle Bezug

Im Januar 1998 wies der Euro-Arktische Barentsrat - BEAC<sup>1</sup> daraufhin, daß der nukleare Müll in Nordwestrußland ein wachsendes Umwelt- und Sicherheitsrisiko bildet.

Zu den Problemgebieten zählt die russische Halbinsel Kola, die im Westen an Norwegen und Finnland, im Norden an die Barentssee und im Süden an das Weiße Meer grenzt. Auf Kola, wo sich die Stützpunkte der Nordmeerflotte befinden, lagern große Mengen nuklearen Abfalls und alte, außer Dienst gestellte Schiffe und U-Boote des Militärs, letztere zum Teil noch mit ihren nuklearen Brennstoffen an Bord. Der Atom Müll, der sich in rund 40 Jahren seit Inbetriebnahme der ersten atomar angetriebenen Schiffe angesammelt hat, wächst durch den Betrieb der Flotte noch immer an, obwohl nach wie vor große Probleme in bezug auf das Managen, Aufbereiten und Lagern des alten und des neuen Mülls bestehen. Rußland hatte zwar 1991 nach dem Zerfall der Sowjetunion erklärt<sup>2</sup>, es würde das Problem des atomaren Mülls verantwortlich in Angriff nehmen, ist aber aufgrund der schlechten finanziellen Situation, die nicht nur die Kosten für das Müll- und Entsorgungsproblem sondern die Funktionsfähigkeit der gesamten Nordmeerflotte betrifft, ohne massive Unterstützung nicht dazu in der Lage. Nach Ansicht der finnischen Außenministerin, Tarja Halonen, sollten daher die Umweltprobleme in der sensiblen arktischen Region weltweites Interesse finden:

"Die Größe des Problems erfordert permanente multilaterale Anstrengungen, Entwicklung internationaler Finanzierungseinrichtungen und eine nicht nachlassende Aufmerksamkeit".<sup>3</sup>

Ohne internationale Hilfe und finanzielle Unterstützung könnte in der Region eine ernste Situation entstehen. Die norwegische Umweltorganisation Bellona spricht in diesem Zusammenhang von einem „Tschernobyl in Zeitlupe“.<sup>4</sup>

Die Bellona-Stiftung ist eine unabhängige Umweltorganisation, die 1986 in Norwegen gegründet wurde. Zu den Zielen von Bellona zählt es, Probleme der Umweltverschmutzung, der Degradation und umweltbedingte Gefahren für die menschliche Gesundheit zu bekämpfen. Es gilt, Problemlösungen mit der geringsten Wirkung auf die Umwelt zu finden. Dabei bemüht sich die Organisation,

- 
- 1) Der BEAC wurde 1993 gegründet, um die Zusammenarbeit zwischen den nordischen Ländern und Rußland in der Barentsseeeregion zu verbessern. Außer den Mitgliedern nehmen ein Repräsentant der EU sowie neun Nationen (Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, die Niederlande, Polen und die USA) als Beobachter teil.
  - 2) Nordischer Ministerrat, Nr. 1, 1998, S. 3.
  - 3) Ebd.
  - 4) Bellona-Report (1996): „The Russian Northern Fleet. Preface“, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl0-1.htm#02](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl0-1.htm#02).

die Öffentlichkeit in umfassender Weise über Umweltprobleme und daraus resultierende Gefahren zu informieren.

Mit ihrem 1996 erschienenen Bericht, dem „Bellona-Report“, hat die Organisation wesentlich dazu beigetragen, auf die Probleme in Nordwestrußland aufmerksam zu machen. Dabei stieß sie auf erheblichen Widerstand. Die Fertigstellung des Reports wurde durch die russische Geheimpolizei FSB (*Federal Security Police*, der Nachfolgeorganisation des KGB) massiv behindert. Am 5. Oktober 1995 stürmten FSB Agenten das Bellona-Büro in *Murmansk* sowie die Wohnungen zahlreicher russischer Kontaktpersonen und konfiszierten Material. Ein Bellona-Mitarbeiter, der Russe Aleksandr Nikitin, ein ehemaliger Marineoffizier der Nordmeerflotte, wurde am 6. Februar 1996 wegen Spionage und Verrats von Staatsgeheimnissen von der FSB festgenommen. Nikitin, seit 1994 Bellona-Mitglied, war Mitautor des Bellona-Reports und hatte zwei Kapitel über die radioaktive Verseuchung durch die Nordmeerflotte geschrieben. Nikitin, der sich zur Zeit in St. Petersburg aufhält und der die Stadt bis zu seiner Verurteilung oder Freilassung nicht verlassen darf, wird vorgeworfen, geheime Informationen an die norwegische Umweltorganisation weitergereicht zu haben. Bellona hat den Vorwurf zurückgewiesen und behauptet, daß die FSB vorher frei zugängliches Material jetzt unter Geheimhaltung stelle. Die Organisation fordert die sofortige Freilassung von Nikitin, dem im Falle einer Verurteilung eine Gefängnisstrafe bis zu 20 Jahren droht. Am 20. Oktober 1988 begann in St. Petersburg der Prozeß gegen Nikitin, nachdem Agenten der FSB knapp 3 Jahre lang versucht hatten, eine Anklage gegen ihn zu konstruieren. Am 29. Oktober unterbrach der zuständige Richter, Sergei Golets, das Verfahren, da die Aktenlage für ein Urteil zu vage war. Golets beauftragte die FSB, innerhalb von zwei Monaten noch einmal Fakten für die Anklage beizubringen. Bis dahin ist Nikitins Schicksal trotz weltweiter Solidarität und großem Medieninteresse weiterhin ungewiß.<sup>5</sup> Nach Angaben von Bellona behindert das gesamte Verfahren den Prozeß internationaler Hilfsmaßnahmen für die Kola-Halbinsel und die Barentssee-region. Dadurch werde die menschliche Gesundheit und die ökologische Sicherheit in der Region und den angrenzenden Staaten bedroht.<sup>6</sup>

## 2. Der Nuklearmüll in Nordwestrußland: ein wachsendes Umwelt- und Sicherheitsproblem

Die Halbinsel Kola liegt zwischen 66 und 69 Grad nördlicher Breite und 28 und 41 Grad östlicher Länge. Obwohl der größte Teil Kolas nördlich des Polarkreises

---

5) Claßen, Elvi, „Der Nikitin-Fall“, *Zivilcourage*, 24 Jg., Heft 6, 1998, S.14-15.

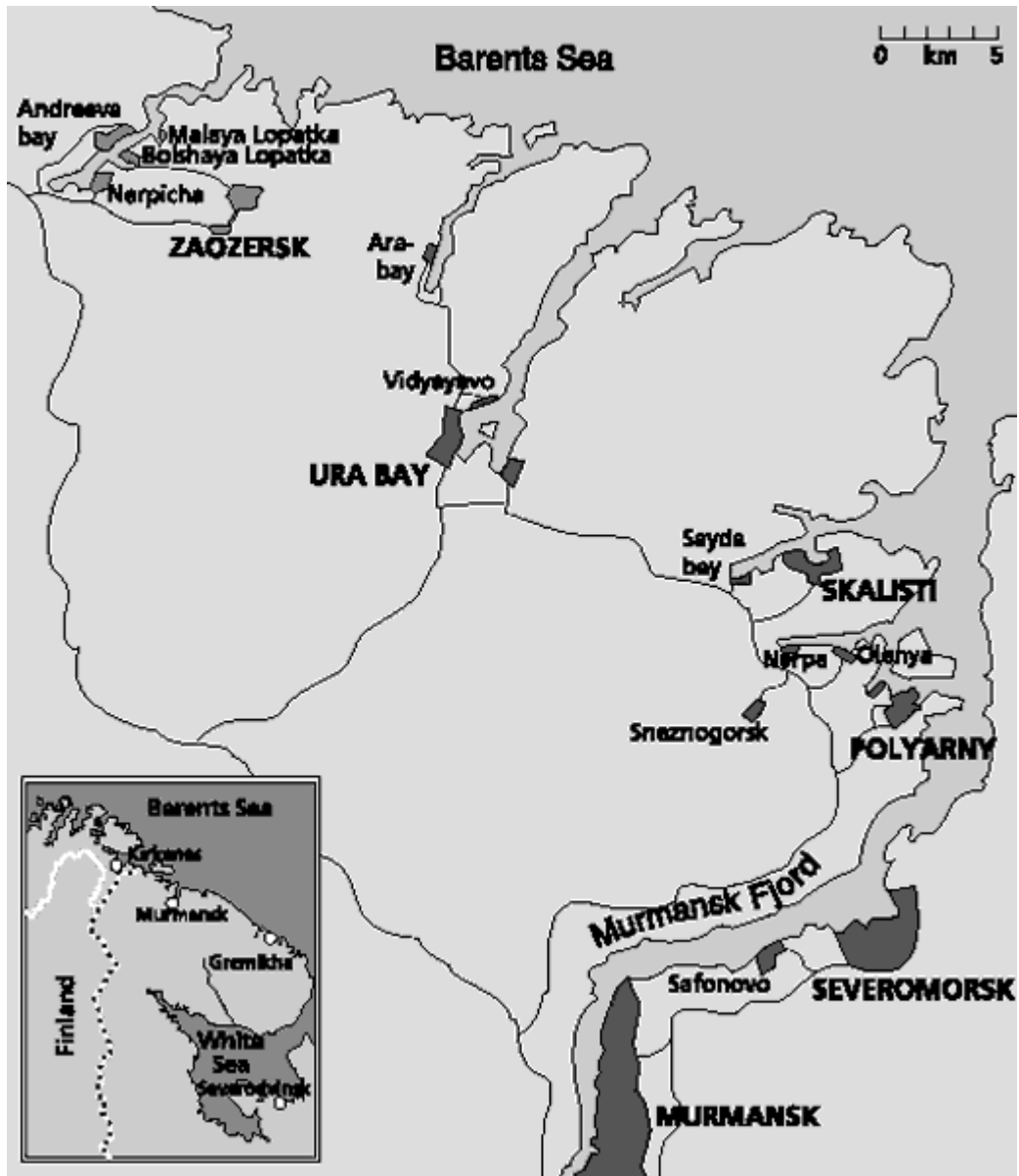
6) Bellona-Report, Preface, Ebd.

liegt, begünstigen Ausläufer des Nordatlantikstroms in die Barentssee das Klima, das im Verhältnis zu anderen Regionen dieser Breiten milder ist. Die Barentssee und das Weiße Meer bieten Rußland das ganze Jahr über einen eisfreien Zugang zum Atlantik. Bereits 1917 wurde eine Eisenbahnverbindung nach *Murmansk* eröffnet. Im II. Weltkrieg transportierten die westlichen Alliierten Nachschub und Versorgungsmaterial nach *Murmansk*, um von dort Rußland im Krieg gegen Deutschland zu unterstützen. Mit dem II. Weltkrieg wuchs auch die Bedeutung der Region, nachdem die strategische und taktische Bedeutung des U-Boot Einsatzes erkannt worden war. Nach dem Krieg begann der Ausbau der Kola-Halbinsel zu einem der größten Waffenarsenale der Welt. Es wurden zahlreiche Schiffswerften errichtet, die mit dem U-Boot Bau begannen. In der Anfangsphase des U-Boot Baus erwies es sich als Problem, daß die mit Diesel angetriebenen Boote nicht lange genug untergetaucht und damit vor einem potentiellen Feind versteckt bleiben konnten, da sie in relativ kurzen Abständen immer wieder auftauchen und ihre Dieselmotoren laufen lassen mußten, um ihre für den Antrieb im getauchten Zustand benötigten Batterien aufzuladen.

Auf der Suche nach einem Antrieb, der den U-Booten ein langes Tauchen ermöglichte, begann man Mitte der 50er Jahre mit der Entwicklung von nuklear angetriebenen Booten. Das erste russische Atom-U-Boot, die *Leninsky Komсомоl*, lief 1957 vom Stapel. Seitdem sind vier Atom-U-Boot Generationen entwickelt worden, von denen eine große Zahl in den Schiffswerften auf Kola oder in Severodvinsk gebaut wurden. Bis 1995 wurden insgesamt 245 Atom-U-Boote der Marine übergeben (Tab. 1). Zwei Drittel davon wurden dem Kommando der Nordmeerflotte unterstellt.

Mit dem Einsatz der Atom-U-Boote begann auch das Problem des radioaktiven Abfalls. Doch in der Ära des Kalten Krieges galt das Hauptinteresse dem Entwurf und der Konstruktion von Atom-U-Booten und verschiedenen Raketensystemen. Dagegen spielte die Entsorgung von Nuklearmüll ebenso wie der Aufbau von Infrastruktur an den Stützpunkten und auf den Schiffswerften nur eine untergeordnete Rolle. Die Geschwindigkeit, mit der neue U-Boot-Typen entworfen, gebaut und in Dienst gestellt wurden, war so hoch, daß die Entwicklung dazugehöriger Wartungs-, Reparatur- und Versorgungseinrichtungen um fünf bis acht Jahre hinterherhinkte. Während das erste Atom-U-Boot bereits 1957 vom Stapel lief, wurden die ersten Einrichtungen zur Handhabung und Lagerung radioaktiven Abfalls erst Anfang der 60er Jahre fertiggestellt. Dieses Problem begleitete die Entwicklung aller nachfolgenden U-Boot Generationen und besteht bis heute. In

**Abb. 1: Kola-Halbinsel**



Bildquelle: [www.bellona.no/e/imgs/nfl/61k09e.gif](http://www.bellona.no/e/imgs/nfl/61k09e.gif).

dem Marinestützpunkt *Nerpichya* wurden zum Beispiel die Dockanlagen für diemodernen Typhoon-U-Boote nicht vollständig ausgebaut und für die Docks benötigte Kräne nie errichtet.<sup>7</sup>

**Tabelle 1: Übersicht über die nuklear angetriebenen Schiffe der Nordmeerflotte, die von 1958 -1995 gebaut wurden**

7) Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Sources of Radioactive Contamination", Bellona-Report, Kapitel 1: The Northern Fleet, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl1.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl1.htm).



	Projekt	NATO Klasse	Anz. der gebau-ten Schiffe	Anz. der Reak-toren	Anz. aller Reaktoren einer Klas-se	in Betrieb befindl. Schiffe der Nord-meerflotte	in Betrieb befindl. Reaktoren der Nord-meerflotte
<b>1. Generation</b>	<b>672 A</b>	November	13	2 (PWR) <sup>1</sup>	26	0	0
	<b>658</b>	Hotel	8	2 (PWR)	16	0	0
	<b>659</b>	Echo I	5	2 (PWR)	10	0	0
	<b>675</b>	Echo II	29	2 (PWR)	58	0	0
<b>2. Generation</b>	<b>667 A</b>	Yankee	34	2 (PWR)	68	0	0
	<b>667</b>	Delta					
	<b>B-BDRM</b>	I-II-III-IV	43	2 (PWR)	86	18	36
	<b>670</b>	Charlie I-II	17	1 (PWR)	17	0	0
	<b>671 /RT/RT M</b>	Victor I-II-III	48	2 (PWR)	96	18	36
<b>3. Generation</b>	<b>941</b>	Typhoon	6	2 (PWR)	12	6	12
	<b>949 /A/</b>	Oscar I-II	12	2 (PWR)	24	8	16
	<b>945</b>	Sierra	4	1 (PWR)	4	4	4
	<b>971</b>	Akula	12	1 (PWR)	12	5	5
<b>LMR<sup>2</sup></b>	<b>645</b>	ZhMT	1	2 (LMR) <sup>2</sup>	2	0	0
	<b>705</b>	Alfa	7	1 (LMR)	7	1	1
<b>Proto-typen</b>	<b>661</b>	Papa	1	2 (PWR)	2	0	0
	<b>685</b>	Mike	1	1 (PWR)	1	0	0
<b>Mini U-Boote</b>	<b>10831</b>	10831	1	1 (PWR)	1	1	1
	<b>1851</b>	X-ray	1	1 (PWR)	1	1	1
	<b>1910</b>	Uniform	3	1 (PWR)	3	3	3
<b>Oberflächen-schiffe</b>	1144	Kirov	4	2 (PWR)	8	2 (3)	4 (6)
	1941	Ural	1	2 (PWR)	2	0	0
<b>Gesamt</b>			251		456	67 (68)	119 (125)

Quelle: Nilsen, Thomas; Kudrik, Igor; Nikitin, Alexandr, "The Russian Northern Fleet. Nuclear-powered vessels", Bellona-Report, Kapitel 2, [www.bellona.no/e/russia/nfl/tab4pre.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/tab4pre.htm), 1996.

<sup>1</sup>PWR (Pressurized-Water Reactor): Druckwasserreaktor

<sup>2</sup>LMR (Liquid-Metal Reactor): Flüssigmetall gekühlter Reaktor

Daß der sicheren Handhabung und Lagerung radioaktiven Mülls nur untergeordnete Bedeutung zugemessen wurde, drückte sich auch in dem Mangel an technischen und ökonomischen Ressourcen aus, die von der Marine für diesen Zweck bereitgestellt wurden. Viele Einrichtungen für das Management radioaktiven Abfalls wurden zwar konstruiert, aber nur auf den Reißbrettern. Wurden Mittel für den Bau einer bestimmten Anlage bewilligt, handelte es sich häufig nur

um einmalige Aufwendungen. Waren diese verbraucht, blieb die Anlage in dem (unfertigen) Zustand zurück, in dem sie sich gerade befand.

Die Marine war zwar für die Erzeugung und Entsorgung des nuklearen Abfalls verantwortlich, aber

"...offizieller Standpunkt der Flottenführung (der Nordmeerflotte) sei es, daß sich die Marine mit militärischen Übungen und nicht mit der Entsorgung von Nuklearabfällen zu beschäftigen habe".<sup>8</sup>

Als Folge dieser Politik befinden sich heute 18% aller in der Welt existierenden Reaktoren in dieser Region. Die Kola-Halbinsel und Severodvinsk am Weißen Meer haben die höchste Konzentration nuklearer Reaktoren in der Welt.

**Tabelle 2: Nukleare Reaktoren in der Welt**

Land	Nukleare U-Boot-Reaktoren	Außer Dienst gestellte U-Boot-Reaktoren mit nuklearem Brennstoff	Militärische (O.-berflächen schiffe mit Nuklearantrieb	Eisbrecher mit Reaktorantrieb	Reaktoren in Atomkraftwerken	Forschungsreaktoren
Rußland	215	101	8	15	36	22
USA	99	-	20	-	109	73
GB	16	-	-	-	35	8
China	6	-	-	-	3	13
Frankreich	11	-	-	-	56	19
Andere	-	-	-	-	203	157
<b>Gesamt</b>	<b>347</b>	<b>101</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>442</b>	<b>292</b>

Quelle: [www.bellona.no/e/russia/nfl/tab1pre.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/tab1pre.htm)

Nach Angaben von Bellona verfügt die Nordmeerflotte über insgesamt 339 Reaktoren (Tab. 2). Baklanov und Bergmann<sup>9</sup> geben ca. 296 Reaktoren an für 2 Schlachtschiffe und insgesamt 154 Atom-U-Boote, wovon sie sowohl die in Betrieb befindlichen als auch die außer Dienst gestellten Boote berücksichtigen. Ferner geben sie an, die Nordmeerflotte verfüge über 8 nuklear angetriebene

<sup>8)</sup> Vgl. Frankfurter Rundschau, 24. Juni 1993.

<sup>9)</sup> Baklanov, Alexander / Bergmann, Ronny (1999): "Radioactive Sources in the Barents Euro-Arctic Region. Are there reasons to be concerned?", Manuscript to the NEBI Yearbook 1999. Springer Verlag, Copenhagen.

Eisbrecher und 5 Schiffe seien mit nuklearem Abfall beladen. Sie machen keine Angaben über die Anzahl der Reaktoren.

### 3. Art und Umfang des nuklearen Abfalls

Der Gebrauch, die Unterhaltung und die Außerbetriebnahme von Reaktoren erzeugt nuklearen Abfall. Im Normalbetrieb fallen große Mengen bei der Auffüllung von U-Boot-Reaktoren mit neuem Brennstoff an. Die ersten russischen Atom-U-Boote wurden nach sieben bis zehn Jahren mit neuem Brennstoff ausgerüstet, je nach Anreicherungsgrad des benutzten Uran<sup>235</sup> und Einsatzdauer des Reaktors. Modernere U-Boote werden bereits nach drei bis fünf Jahren mit neuem Brennstoff aufgefüllt, so daß heute in wesentlich kürzeren Abständen nuklearer Müll erzeugt wird. Bei Brennstofferneuerungsarbeiten, die ca. ein halbes Jahr dauern, da russische U-Boote nach Ausschalten des Reaktors zunächst 90 Tage zum Abkühlen liegen gelassen werden, entstehen 155 bis 200 Kubikmeter feste und flüssige Anteile nuklearen Abfalls.<sup>10</sup>

Jährlich fällt in Rußland nuklearer Müll von 20 Atom-U-Booten an. Lagerkapazitäten sind dagegen nur für den Abfall von drei Booten vorhanden. Insgesamt müßten Jahr für Jahr rund 30.000 Kubikmeter flüssiger und 6.000 Kubikmeter fester Atommüll entsorgt werden. Hinzu kommt ein beträchtlicher Anteil aus Reparaturarbeiten an beschädigten oder havarierten U-Booten.

Der nukleare Abfall der Nordmeerflotte wurde auf der Kola-Halbinsel gelagert, im Meer versenkt oder zur Wiederaufarbeitung nach *Mayak* transportiert. *Mayak* ist eine von insgesamt drei Wiederaufarbeitungsanlagen<sup>11</sup> in Rußland und befindet sich im 3000 Kilometer von der Kola-Halbinsel entfernten Tscheljabinsk im Ural.

Aus Furcht, in Zukunft mit einer Uranknappheit rechnen zu müssen, war es die Politik der ehemaligen Sowjetunion, möglichst den gesamten verbrauchten Brennstoff wieder aufzubereiten und erneut einzusetzen. Bei den Wiederaufbereitungsverfahren wurde der verbrauchte Brennstoff in eine säurehaltige Lö-

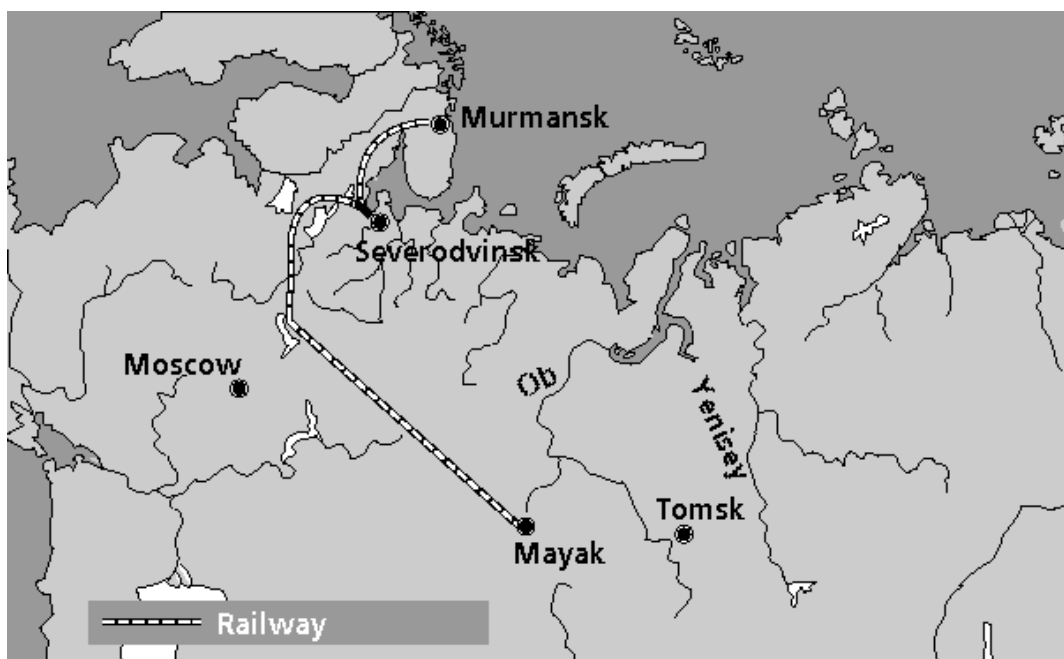
---

10) In deutschen Kernkraftwerken werden die Brennelemente bis zu sieben Jahre in einem Reaktor eingesetzt. In dieser Zeit werden sie innerhalb des Reaktors verschieden positioniert, um einen optimalen Abbrand zu erreichen. Um die volle Leistungsfähigkeit eines Kernkraftwerkes zu gewährleisten, werden 20 - 30% der in der Regel 750 Brennelemente eines Reaktors jedes Jahr ausgetauscht. Abgebrannte Brennelemente, die eine hohe spezifische Aktivität haben und dadurch eine hohe Wärmeentwicklung verursachen, werden mehrere Jahre zur Kühlung in mit Wasser gefüllten Becken innerhalb der Kernkraftwerke gelagert. In deutschen Kernkraftwerken fallen jährlich ca. 450 - 500 t abgebrannte Brennelemente an.

11) Zwei weitere befinden sich bei Krasnojarsk und Tomsk.

sung gegeben, um Uran und Plutonium von den anderen Elementen zu trennen. Das isolierte Uran konnte dann wieder verwendet werden. 1973 ging der erste Transport nach *Mayak*. Ein Problem war und ist, daß *Andreeva Bay* und *Gremikha*, wo sich die Hauptlagerkapazitäten für verbrauchte Brennelemente befinden, bis heute nicht an das Eisenbahnnetz angebunden sind und ein Transport mit speziellen Schiffen nach Häfen mit Eisenbahnanschluß erforderlich ist. Die Anlage in

**Abb. 2: Mayak**



Bildquelle: [www.bellona.no/imgs/nfl/61k105e.gif](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61k105e.gif).

*Mayak* soll seit einem Jahr für unbefristete Zeit ihren Betrieb aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt haben. Vor der Schließung hatte die Marine bereits immer weniger Transporte nach *Mayak* geschickt, weil sie die Kosten für den Transport der verbrauchten Brennelemente, die dafür benötigten Spezialcontainer und die Wiederaufarbeitung nicht mehr finanzieren konnte.<sup>12</sup>

Im folgenden wird ein Überblick gegeben, wo und in welchem Ausmaß nuklearer Abfall gelagert ist und welche Risiken für die Kontamination der Umwelt bestehen.

<sup>12)</sup> Vahl, Barbara-Maria, "Nukleare Zeitbombe, Freitag, 6. Feb. 1998.

### 3.1 Lagerung von nuklearem Abfall in den Marinestützpunkten<sup>13</sup>

Die fünf Militärbasen der Nordmeerflotte auf der Kola-Halbinsel liegen zwischen *Zapadnaya Litsa* im Westen und *Gremikha* im Osten (Abb. 1). An allen Militärbasen befinden sich Lagerkapazitäten für festen und flüssigen nuklearen Abfall. In *Gremikha* und *Andreeva Bay* werden auch verbrauchte Brennelemente gelagert.

Nach Informationen von Bellona sollen die Lagerkapazitäten für den stetig weiter anfallenden Nuklearmüll nicht nur erschöpft sein sondern sich zum Teil auch in einem äußerst schlechten Zustand befinden. Es besteht das Risiko für radioaktive Verseuchungen der Umwelt, etwa durch radioaktive Abwässer infolge von Leckagen. Im folgenden werden die gravierendsten Probleme an den einzelnen Marinebasen beschrieben, um einen Eindruck zu vermitteln, welche Gefahren für Mensch und Umwelt vom Atommüll auf der Kola-Halbinsel ausgehen.

**Tabelle 3: Der Nuklearmüll in den Militärbasen der Nordmeerflotte**

Militärbasen	Außer Dienst gestellte U-Boote mit nuklearen Brennstoff	Gelagerte Brennelemente	Außer Dienst gestellte U-Boote ohne nuklearen Brennstoff	Flüssiger radioaktiver Abfall	Fester radioaktiver Abfall
<b>Zapadnaya Litsa</b>					
Bolshaya	1	-	1	Ja	Ja
Lopatka	-	-	-	-	-
Nerpichya	-	-	-	Ja	Ja
Andreeva Bay	-	Max. 23260	-	2.000 m <sup>3</sup>	Min 6000 m <sup>3</sup>
<b>Vidyaevo</b>	14	-	-	Min. 3 m <sup>3</sup>	Ja
<b>Gadzhievo</b>	6	-	-	200 m <sup>3</sup>	2.037 m <sup>3</sup>
Sayda Bay	-	-	12	-	-
Olenya Bay	-	-	-	-	-
<b>Severomorsk</b>	-	-	-	-	-
<b>Gremikha</b>	15	795+9 Reaktorkerne	-	2.000 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>

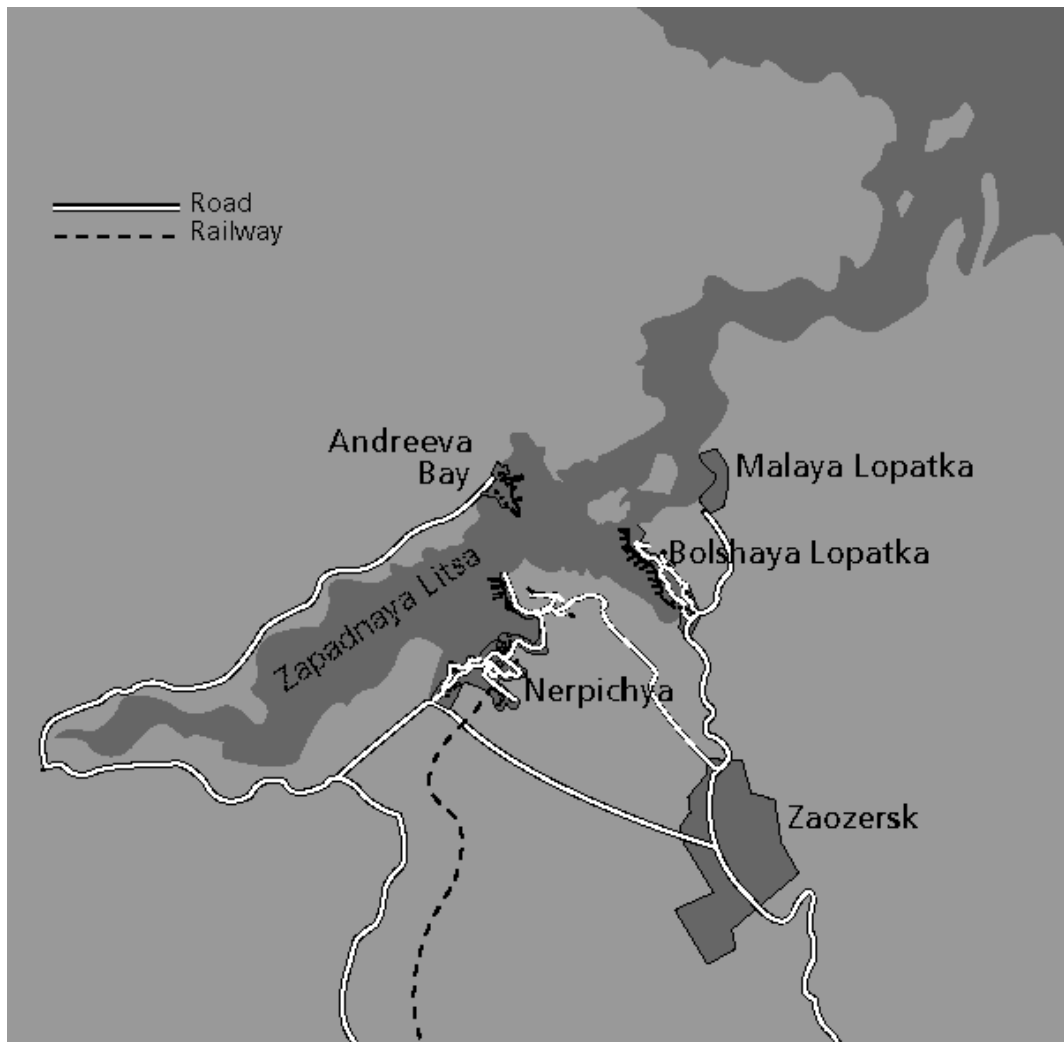
<sup>13)</sup> Die Tabellen, Abbildungen und ein Großteil der Informationen sind entnommen aus: Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Radioactive waste at the naval bases", Bellona-Report, Kapitel 4, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl4.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl4.htm).

Quelle: [www.bellona.no/e/russia/nfl/tab6pre.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/tab6pre.htm).

### - Zapadnaya Litsa

Zapadnaya Litsa ist die größte und wichtigste Marinebasis für Atom-U-Boote. Der Stützpunkt befindet sich im Litsa Fjord am westlichsten Punkt der Kola-Halbinsel und ist ca. 45 Kilometer von der Norwegischen Grenze entfernt. Sechs Kilometer südöstlich des Litsa Fjords liegt die "Wohnstadt" Zaozersk. Die ca. 30.000 Einwohner sind zumeist Marineangehörige und ihre Familien.

**Abb. 3: Zapadnaya Litsa**



Bildquelle: [www.bellona.no/imgs/nfl/61kzapae.gif](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61kzapae.gif).

*Malaya Lopatka* wurde Ende der 50er Jahre als Basis errichtet. Hier lag das erste nuklear angetriebene U-Boot der Sowjetunion, die *Komsomol Leninsky*. Heute werden in dem Stützpunkt vorwiegend Reparaturarbeiten ausgeführt. Es gibt vier Marineeinrichtungen in *Zapadnaya Litsa*: *Malaya Lopatka*, *Bolshaya Lopatka*, *Nerpichya* und *Andreeva Bay*. In *Zapadnaya Litsa*, das bis Ende der 70er Jahre ausgebaut wurde, liegen alle modernen Atom-U-Boote: strategische, taktische und Kampf-U-Boote. Auch Forschungs-U-Boote, sowie die 1989 gesunkene *Komsomolets*, werden bzw. wurden hier stationiert.

*Bolshaya Lopatka*, die zweite Basis, wurde zwei Kilometer tiefer in den Fjord hinein gebaut. Hier sind die meisten der heute eingesetzten Atom-U-Boote stationiert, ca. 32 an der Zahl. Alle Boote gehören der zweiten oder dritten U-Boot Generation an. *Nerpichya* ist die modernste Marinebasis, die 1977 für die großen 175 Meter langen Boote der Typhoon Klasse ausgebaut wurde.

*Andreeva Bay* an der Westküste des Litsa Fjords ist die einzige Marineeinrichtung, wo keine U-Boote stationiert sind. In *Andreeva Bay* befinden sich die größten Speicherkapazitäten der Nordmeerflotte für radioaktiven Abfall und für verbrauchte Brennelemente aus den U-Boot-Reaktoren. Ca. 21.000 atomare Brennelemente sollen hier in drei überalterten Betontanks gelagert sein. Weitere 200-220 Brennelemente, verpackt in Containern, sollen seit 36 Jahren unter freiem Himmel stehen. Ferner sollen mehrere tausend Kubikmeter fester und flüssiger radioaktiver Abfall deponiert sein.

Die Einrichtungen auf dem etwa zwei Hektar großen Gelände sind über eine Straße oder von See her zu erreichen. *Andreeva Bay* ist unbewohnt. Die Menschen, die dort arbeiten, werden pro Schicht mit dem Schiff über den Litsa Fjord gebracht. Das Gelände ist nicht eingezäunt und nur einige Gebäude werden bewacht. Die nuklearen Abfallladungen werden per Schiff angeliefert, an einer Pier auf einen Lastwagen entladen und an Land in Betonbunkern gelagert. Der größte Teil aller Gebäude und Einrichtungen zur Lagerung von flüssigem und festem radioaktiven Müll sowie verbrauchter Brennelemente wurde zwischen 1960 und 1964 errichtet und befindet sich heute in einem äußerst schlechten bautechnischen Zustand.

Der **feste Abfall** lagert auf einem ca. 80 mal 120 Meter großen Areal in 200 Metern Entfernung vom Meer. Die Hälfte der ca. 6.000 Kubikmeter festen Nuklearmülls, wobei es sich unter anderem um Reaktorkomponenten oder um Hydraulikteile aus den Kühlkreisläufen der U-Boote handelt, ist auf dem Gelände in einem Bunker deponiert, der Rest, nur zu einem Drittel in Containern verpackt, steht unter freiem Himmel. Die Umgebung des Geländes ist radioaktiv kontaminiert.

Der **flüssige Abfall** befindet sich in fünf unterirdischen Tanks von je 400 Kubikmetern Größe. Das meiste Wasser stammt aus den Primärkühlkreisläufen der U-Boot-Reaktoren. 1960 wurde mit dem Bau einer Anlage zur Reinigung des

flüssigen Abfalls begonnen. Das Vorhaben wurde aber nie beendet und das Projekt 1964 wieder fallen gelassen. Heute kann die Anlage nur noch abgerissen werden. Das gleiche gilt für unterirdisch verlaufende Rohrleitungen, durch die der Flüssigmüll ursprünglich direkt vom Schiff zu den unterirdischen Tanks transportiert wurde.

Der größte Teil der **verbrauchten Brennelemente** wurde in Container verpackt und von 1962 an in dem sogenannten *Building 5* gelagert, das 1973 weiter ausgebaut wurde. Es handelt sich dabei um ein Betongebäude von 70 Metern Länge und 18 Metern Höhe. In dem Gebäude befinden sich zwei rechteckig angelegte Becken, deren Innenwände mit Stahlplatten versehen sind. Jedes Becken ist 60 Meter lang, drei Meter breit und sechs Meter tief und hat ein Volumen für 1.000 Kubikmeter Wasser. In die Becken wurden Container, jeweils mit 5 - 6 Brennelementen gefüllt, abgesenkt und die Becken mit Wasser aufgefüllt, so daß über den Containern eine etwa vier Meter dicke Wasserschicht lag, die zum Kühlen der Wärme produzierenden Brennstoffteile und als Schutzschild gegen die Strahlungsbelastung dienen sollte. Der Wasserstand in den Becken wurde laufend kontrolliert. Die Lagerkapazität von Building 5 betrug seit 1973 ca. 2.550 Container, die zwischen 12.750 und 17.850 Brennelemente von ca. 54 bis 76 Reaktoren enthielten.

Im Februar 1982 trat ein ernstes Problem auf: In einem der Becken in Building 5 sank plötzlich der Wasserstand und Angestellte entdeckten ein Leck.<sup>14</sup> Das Leck befand sich im unteren Teil der Betonwand, die von innen mit einer Stahlplatte bedeckt war. Die Stahlplatte war gebrochen und da, wo kontaminiertes Wasser austrat, hatte sich an der Außenseite des Gebäudes Eis gebildet. Eine Spezialistengruppe der Nordmeerflotte berechnete, daß zunächst 30 Liter/Tag aus dem Leck austraten. Während man noch an einem Plan zur Behebung der Leckage arbeitete, vergrößerte sich das Leck und die Austrittsrate stieg auf 100 Liter/Tag an. In der Umgebung des Lecks wurden Strahlungswerte von 15 mGy/h (1.5 R/h) gemessen. Im Becken, wo das Wasser austrat, stieg die Radioaktivität auf 150 MBq/l ( $4 \cdot 10^{-3}$  Ci/l). Alle Versuche, das Leck mit Beton zuzugießen oder das austretende Wasser mit Strahlungswerten von 110 MBq/l ( $3 \cdot 10^{-3}$  Ci/l) zu filtern scheiterten. Mit täglich steigender Rate bildete sich ein Bach, der in den nur 350 Meter entfernten Litsa Fjord entwässerte.<sup>15</sup> Bis Ende September 1982 war das Leck so groß geworden, daß ca. 30 Tonnen hochgradig

---

14) Dieser Vorfall wurde aber erst 1993 durch Informationen von Bellona bekannt.

15) Die gegenwärtige radioaktive Verschmutzung in der Barentssee-region liegt größenordnungsmäßig unter 1 Bq/l Seewasser. Ursache für die Verschmutzung ist der radioaktive Fallout atmosphärischer Atombombenversuche bei Nowaja Semlja, der Transport von Radionukliden durch Flüsse (aus den russischen Nuklearanlagen in Chelyabinsk, Tomsk und Krasnojarsk) und Meeresströmungen (Transport radioaktiven Materials der Wiederaufbereitungsanlagen in Sellafield, Großbritannien und La Hague, Frankreich) sowie radioaktiver Fallout des Reaktorunfalls von Tschernobyl.



kontaminiertes Wasser pro Tag entwichen und im Becken selbst die Gefahr bestand, daß die gelagerten Container nicht länger mehr mit Wasser bedeckt blieben. Durch die Abnahme des Wasserstandes stieg die radioaktive Belastung in Building 5 gewaltig an.

Im Oktober 1982 wurde ein Maßnahmenpaket beschlossen, um das Leck zu schließen, die Strahlungsbelastung durch den sinkenden Wasserstand in den Pools zu senken und die Umgebung zu entkontaminieren. Gleichzeitig sollte eine neue Rohrleitung verlegt werden, um das Wasser in den Tanks wieder aufzufüllen und auf das leckgeschlagene Becken ein Deckel aus Beton, Blei und Eisen gesetzt werden. Während die Vorbereitungen für diese Maßnahmen noch liefen, wurde festgestellt, daß auch im zweiten Becken der Wasserstand sank. Innerhalb von einer Woche entwich hier das Wasser mit einer Rate von 10 Tonnen/Tag. Man begann sofort, den fehlenden Wasserstand immer wieder aufzufüllen. Im Dezember 1982 gelang es, einen Deckel über dem ersten Becken zu montieren und das Leck des zweiten Beckens soweit abzudichten, daß die Austrittsrate des kontaminierten Wassers auf 3 Tonnen/Tag reduziert wurde.

Im gleichen Jahr wurde auch mit dem Umbau dreier neben Building 5 gelegenen unterirdischen Becken begonnen, die fortan zur "Trockenlagerung" der mit verbrauchten Brennelementen gefüllten Container dienen. Dazu wurden Rohre von 25-27 cm Durchmesser in die Tanks abgesenkt und die Zwischenräume mit Zement ausgefüllt. Mit einem Kran wurden dann die Container, die durchschnittlich 7 Brennelemente enthielten, in die einzelnen Rohre abgesenkt (Abb. 4).

**Abb. 4: Ein Container wird in einen Tank abgesenkt**



Bildquelle: [www.bellona.no/imgs/nfl/61f054.jpg](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61f054.jpg).

Die Tanks wurden mit Eisen-Blei-Beton Deckeln verschlossen. 1986 waren alle drei Tanks gefüllt. Der erste Tank soll 900 mit je 7 Brennstoffstäben gefüllte Container enthalten, die beiden weiteren Tanks je 1.200 Container. Dies entspricht einer Gesamtmenge von ca. 21.000 Brennelementen von 90 Reaktorkernen.

Ursprünglich sollten die Tanks nur als vorübergehende Lösung zur Trockenlagerung der Brennelemente dienen, bis eine geeignete Einrichtung gebaut worden war. Aufgrund der schwierigen wirtschaftlichen Lage der Marine und Rußlands ist bisher diesbezüglich nichts geschehen. Inzwischen sind die Tanks stark korrodiert und die Deckel haben Risse.

Im Februar 1983 besuchte eine Kommission des russischen Verteidigungsministeriums *Andreeva Bay* und entschied, daß Building 5 nicht länger zur Lagerung verbrauchter Brennelemente genutzt werden sollte. Man begann mit der Entleerung des zweiten Beckens. Ein Teil der Container wurde in die drei unterirdischen Tanks umgeladen, die sich direkt neben Building 5 befinden und ursprünglich für die Lagerung flüssigen Nuklearmülls vorgesehen waren, später aber nie benutzt wurden. Ein weiterer Teil wurde verschifft und mit der Eisenbahn weiter nach *Mayak* transportiert. Bis Januar 1984 konnten alle 1.000 Container des zweiten Beckens geborgen werden. Mit der Entleerung des er-

sten Beckens begann man erst 1989, nachdem man einige Jahre gewartet hatte, um die Radioaktivität stärker abklingen zu lassen. Diese Container wurden wahrscheinlich in einem Gebäude für festen Abfall in *Andreeva Bay* gelagert.

Die Räumungsarbeiten gestalteten sich außerordentlich schwierig, da ein Teil der verbrauchten Brennelemente aus den Containern heraus auf die Beckenböden gefallen war und für ihre Bergung Spezialkräne erst konstruiert werden mußten. Die an den Räumungsarbeiten beteiligten Personen waren zeitweise hohen Strahlungsbelastungen von 90 - 100 mSv ausgesetzt.<sup>16</sup>

Building 5 wird heute nicht mehr benutzt. In dem Gebäude, das in einem sehr schlechten bautechnischen Zustand ist, befinden sich noch hoch kontaminierte Ausrüstungsgegenstände. Bisher ist nichts geschehen, das Gebäude, das samt Inventar als hochgradig verseuchter Nuklearabfall betrachtet werden muß, zu deaktivieren. 1995 zeigten Messungen, daß eine Fläche von ca. 1.300 Quadratmetern auf dem Gelände radioaktiv verunreinigt ist. Ebenso wurde radioaktive Kontamination in der Bucht von *Andreeva Bay* gemessen. In *Andreeva Bay* wurden auch 52 Container mit verbrauchten Brennelementen unter freiem Himmel gelagert. Diese Behälter, gefüllt mit Brennstoffstäben der ersten U-Boot Generation, wurden 1962 deponiert. Zwar wurden 1991 20 dieser Container geleert und der Inhalt nach *Mayak* transportiert, aber ein verbleibender Rest von 32 Containern mit 200 - 220 Brennelementen steht immer noch unter freiem Himmel und das seit nahezu 36 Jahren unter den Bedingungen des arktischen Winters.

#### **Tabelle 4: Größen und Maßeinheiten ionisierender Strahlung**

Die Stärke eines radioaktiven Präparates, genauer seine Strahlungsaktivität, läßt sich durch die Anzahl der in einer Sekunde zerfallenden Atome ausdrücken. Als Einheit gilt die Strahlungsaktivität von 1g reinem Radium (<sup>226</sup>Ra): Curie (Ci).

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Zerfallsakte / Sekunde (s)}$$

Die Maßeinheit im Internationalen System (SI) ist das Becquerel (Bq). Es gilt:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ Zerfall/Sekunde} = 2,7027 \cdot 10^{-11} \text{ Ci}$$

Für die Strahlungswirkung ist nicht nur die Aktivität wichtig, sondern auch die Art der Strahlung, bzw. ihr Ionisationsvermögen und ihre Reichweite (bzw. Abschirmbarkeit der Strahlung). Das Ionisierungsvermögen der durchdringenden Komponente der Gammastrahlung wird oft in mg Radi-umäquivalent angegeben. Als Strahlungsstärke (Ionendosis) definiert man die Menge der von Gamma- oder Röntgenstrahlung in einer Maßeinheit trockener Luft erzeugten Ionen. Die Maßeinheit der Ionendosis (Anzahl der in einem cm<sup>3</sup> erzeugten Ionenpaare in einem Körper) ist das Röntgen (R). Es gilt:

$$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Coulomb / Kilogramm (C/kg)}$$

<sup>16)</sup> Bellona-Report, Kapitel 4, a.a.O.; Der Grenzwert der Strahlenbelastung für Beschäftigte in Kernkraftwerken liegt bei 50mSv pro Jahr. Vgl. auch Tabelle 4.

Als Strahlendosis (oder Energiedosis) bezeichnet man die Menge der Energie, die von einer Einheit eines absorbierenden Körpers aufgenommen wird. Die Einheit der Strahlendosis ist das rad (*radiation absorbed dose*). Es gilt:

1 rad = 0,01 Joule pro Kilogramm (J/kg) oder als SI-Einheit:

1 Gray = 1 Joule / Kilogramm (1 Gy = 1 J/kg = 100 rad).

Eine Strahlungsstärke von 1 R entspricht einer Strahlendosis von ungefähr 0,9 rad in der Luft oder im Hautgewebe. Da die biologische Schädigung nicht allein von der Energiedosis, sondern auch von der Art der Strahlung abhängt, wird die Äquivalentdosis als Maß für die Strahlungswirkung auf den menschlichen Körper definiert. Es gilt:

Äquivalentdosis = Qualitätsfaktor (QF) · Energiedosis

QF ist ein für die jeweilige Strahlenart charakteristischer Qualitätsfaktor. Die Maßeinheit der Äquivalentdosis ist das rem (*radiation equivalent man*), in SI-Einheiten das Sievert (Sv). Es gilt:

1 rem = 10 mSv

Die effektive Dosis aus natürlichen Strahlenquellen (kosmische und terrestrische Strahlung) beträgt im Mittel 2,4 mSv pro Jahr, die effektive Dosis der zivilisatorischen Strahlenexposition (etwa durch Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin) ca. 1.6 mSv pro Einwohner und pro Jahr. Der Beitrag zur Strahlenexposition durch Kernkraftwerke und kerntechnische Anlagen liegt in Deutschland unter 1% der zivilisatorischen Strahlenexposition; der Beitrag durch den Reaktorunfall von Tschernobyl betrug 1996 weniger als 0,02 mSv und der Beitrag durch die in der Vergangenheit durchgeführten atmosphärischen Kernwaffenversuche 1996 weniger als 0,01 mSv.

*Quellen:* Gerthsen, Kneser, Vogel, "Physik", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1974, S. 707f., Bundesamt für Strahlenschutz.

### **Abb. 5: Container gefüllt mit Brennelementen unter freiem Himmel**



Bildquelle: [www.bellona.no/imgs/nfl/61f057.jpg](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61f057.jpg).

### - *Vidyaevo*

Zu *Vidyaevo* (Abb. 1) gehören die zwei Stützpunkte *Ara Bay* und *Ura Bay*. Die Basen dienten Anfang der 60er Jahre zunächst als Stützpunkte für mit Diesel angetriebene, in späteren Jahren auch für nuklear angetriebene U-Boote. *Ara Bay* war eine relativ große Basis. Heute liegen dort neun Atom-U-Boote vom Typ *Echo II* und fünf vom Typ *Charlie II*. Die Boote verfügen zusammen über 23 Reaktoren, die alle noch ihren Brennstoff enthalten. Ein Boot *K-192*, das 1989 einen Reaktorunfall hatte, lag bis 1994 in *Ara Bay* an einer Pier fest. Als es zu sinken drohte, wurde es zur Schiffswerft Nr. 10 nach *Polyarny* geschleppt. Durch den Unfall wurde eine ein Quadratkilometer große Fläche in *Ara Bay* radioaktiv verseucht.

In *Ara Bay* existieren drei Tunnel, die ehemals als U-Boot-Versteck dienen sollten. Es gab Überlegungen, diese 30 Meter breiten und 400 Meter langen Tunnel zur Lagerung von Reaktorteilen abgewrackter U-Boote zu verwenden. Bisher fehlt auch dazu die nötige Finanzierung, um solche Pläne umzusetzen. In *Ara Bay* wird in geringen Mengen fester und flüssiger Abfall deponiert (Tab. 3). *Ura Bay* dient als Basis für mit Diesel angetriebene U-Boote und Schiffe.

### - *Gadzhievo*

Zu *Gadzhievo* (Abb. 6) gehören die beiden Marinebasen *Sayda Bay* im Westen und *Olenya Bay* im Süden. Der Marinestützpunkt *Gadzhievo* (auch bekannt unter *Skalisty*) wurde 1956 eingerichtet und zunächst für mit Diesel angetriebene, in den 60er Jahren auch nuklear angetriebene Boote genutzt. Heute sind hier Boote der Delta-III, Delta-IV und Akula Klasse stationiert. Sechs alte außer Dienst gestellte Boote liegen hier fest. *Gadzhievo* verfügt über eigene Schwimmcontainer für flüssigen Nuklearmüll. Es sollen 200 Kubikmeter flüssiger und 2.037 Kubikmeter fester radioaktiver Müll hier gelagert sein.

*Sayda Bay* ist ein ehemaliges Fischerdorf, das seit 1990 nur noch als Militärstützpunkt benützt wird. Nachdem die ehemaligen Einwohner umgesiedelt worden waren, wurden an den Pieranlagen Schiffsrümpfe alter Atom-U-Boote festgemacht. Ursprünglich war der Bau neuer Anlagen geplant, der aber wegen fehlender finanzieller Mittel nie begonnen wurde. Die abgewrackten U-Boot Rümpfe mit insgesamt 12 Reaktoren liegen jetzt an drei Pieranlagen, deren älteste ca. 30 Jahre alt ist. Alle Pieranlagen sollen sich in einem sehr schlechten Zustand befinden und drohen zu sinken. Sie werden von Marinepersonal überwacht.

In *Olenya Bay* sind neun Atom-U-Boote der Klasse Delta-II und Delta-IV, sowie vier Mini-U-Boote vom Typ X-ray und Uniform stationiert.

### - *Severomorsk*

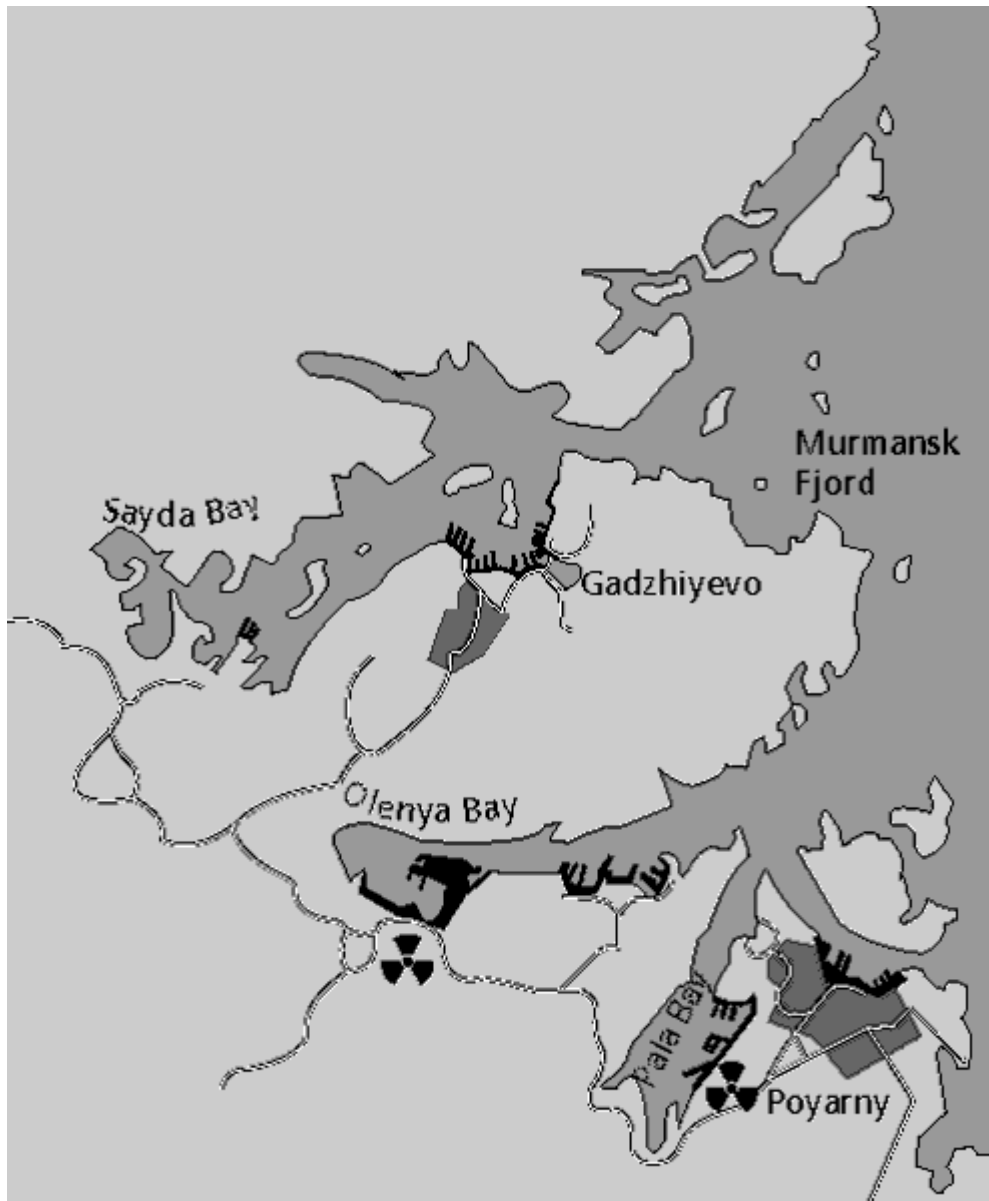
*Severomorsk* ist der Hauptstützpunkt der Marine am *Murmansk-Fjord*. Das Verwaltungszentrum für die gesamte Nordmeerflotte befindet sich hier. Die Stadt liegt 25 Kilometer nördlich von *Murmansk* und zählt 70.000 Einwohner. In *Severomorsk* sind keine Atom-U-Boote permanent stationiert, dafür aber die beiden großen nuklear betriebenen Schlachtschiffe: *Admiral Ushakov* und *Admiral Nakhimov*. In *Safonovo*, in der Nähe von *Severomorsk*, existiert eine Reihe von Schwimmdocks, in denen große U-Boote der Typhoon Klasse repariert werden.

### - *Gremikha*

*Gremikha* (Abb. 1), wo einst Nikita Kruschov und Leonid Brezhnev zu Besuch waren, liegt am östlichsten Rand der Kola-Halbinsel und an der Grenze der eisfreien Häfen. Der Zugang zum Stützpunkt ist nur per Schiff oder Helikopter möglich, im Winter ist die Station häufig abgeschnitten. Heute sind dort einige Atom-U-Boote stationiert, 15 weitere liegen dort, die außer Dienst gestellt wur-

den. Auf diesen Booten mit insgesamt 26 Reaktoren soll der nukleare Brennstoff bisher nicht entfernt worden sein.<sup>17</sup>

**Abb. 6: Gadzhievo**



*Bildquelle:* [www.bellona.no/imgs/nfl/61k4e.gif](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61k4e.gif).

<sup>17)</sup> Bellona-Report, Kapitel 4, a.a.O.

In *Gremikha* befindet sich ein 15 mal 20 Meter großes Areal, wo Container und andere kontaminierte Ausrüstungsgegenstände unter freiem Himmel deponiert sind. Einige dieser Teile sind so groß, daß sie mit der in *Gremikha* vorhandenen Ausrüstung nicht transportiert werden können. Es gibt keine besonderen Schutzmaßnahmen für dieses Gelände, um etwa zu verhindern, daß kontaminiertes Sickerwasser ins Erdreich gelangt. Der flüssige Müll wird in unterirdischen Betontanks, die innen mit Stahlplatten versehen sind, gelagert. Keiner der Tanks erfüllt heutige Sicherheitsstandards. Ca. 2.000 Kubikmeter radioaktive Flüssigkeit mit einer mittleren Aktivität von 370 kBq/l ( $10^{-5}$  Ci/l) soll sich in diesen Tanks, weiterer flüssiger Müll auf einem Schiff und in Schwimmtanks befinden.

*Gremikha* ist der einzige Stützpunkt, wo neben den Brennelementen aus Druckwasserreaktoren auch solche aus mit Natrium gekühlten Reaktoren entfernt und gelagert werden konnten. Es gibt drei Lagerstätten für verbrauchte Brennelemente, die sich alle in Nähe des Trockendocks SD-10 (der gesamte Komplex war auch unter "Objekt 925" bekannt) befinden. Dieses Dock wurde bereits während des II. Weltkriegs von der Seeseite her in einen Berg hineingebaut. In den 60er und 70er Jahren wurde das Dock benützt, um U-Boote mit Druckwasserreaktoren und später auch mit flüssigem Metall gekühlten Reaktoren mit neuem Brennstoff auszustatten. Das Dock ist von innen mit Beton ausgebaut und besitzt ein Dach. Verbrauchte Brennelemente konnten mit Hilfe von zwei Kränen direkt von den U-Bootreaktoren in die zur Lagerung vorgesehenen Tanks transportiert werden.

Ähnlich wie in *Andreeva Bay* wurden die Reaktorkerne auch hier in Betonbekken, die innen mit Stahlplatten versehen sind, abgesenkt und mit Wasser bedeckt. Die erste Einrichtung, das sogenannte *Building 1*, wurde 1960 gebaut, um den verbrauchten Brennstoff aus den Reaktoren der ersten U-Boot Generation zu speichern. Building 1 besteht aus vier voneinander getrennten Becken mit einer Kapazität für ca. 1.500 Brennelemente, was dem Inhalt von acht Reaktoren entspricht. Die Speicherbecken sind unterirdisch angelegt und ca. 4,8 Meter tief. Die Brennelemente sind mit einer 3 Meter dicken Wasserschicht bedeckt.

Wie in *Andreeva Bay* traten auch hier Leckagen auf. 1982 wurde entdeckt, daß der Wasserstand in einem der vier Tanks sank und ca. 30 Tonnen kontaminiertes Wasser aus Building 1 austraten. 1984 wurden drei der Becken entleert, die Brennelemente geborgen, nach *Murmansk* verschifft und von dort mit dem Zug nach *Mayak* transportiert. 95 beschädigte Brennelemente wurden in den vierten Pool umgelagert, wo sie sich bis heute befinden sollen.

Bei der zweiten Lagerstätte, 30 Meter vom Trockendock SD-10 entfernt, handelt es sich um ein relativ ungeschütztes offenes Gelände, wo mit verbrauchten Brennelementen gefüllte Container unter freiem Himmel stehen, einer bereits seit 30 Jahren. Zur Zeit soll die Nordmeerflotte über kein Schiff verfügen, das



über geeignete Vorrichtungen an Bord verfügt, die überalterten Container aus *Gremikha* fortzuschaffen.

Der nukleare Abfall der mit Flüssigmetall gekühlten Reaktoren wurde im inneren Bereich von Dock SD-10 gespeichert. Zwei Reaktorkerne vom Projekt 645 ZhMT (Vgl. Tab. 1), die Mitte der 60er Jahre von Severodvinsk nach *Gremikha* transportiert worden waren, lagern in Betoncontainern "verpackt" bis heute im sogenannten Tank 2B. 1980 wurde das Dock ausgebaut, damit der Brennstoffwechsel von mit Flüssigmetall gekühlten Reaktoren direkt in *Gremikha* vorgenommen werden konnte. Dazu wurde die Lagerkapazität von Tank 2B vergrößert und ein weiterer Tank 1A errichtet. Heute sollen in Tank 2B acht und in Tank 1A zwei Reaktorkerne deponiert sein.

In *Gremikha* liegen auch drei außer Dienst gestellte U-Boote der Alfa Klasse, die noch ihren nuklearen Brennstoff an Bord haben. Bisher ist unklar, was mit diesen Booten geschehen soll, zumal heute keine Brennstoffaustauscharbeiten in *Gremikha* mehr vorgenommen werden dürfen, da die Ausrüstungsgegenstände von Dock SD-10 abgenutzt und veraltet sind. Es fehlen aber auch geeignete Transportcontainer, um die Brennelemente von *Gremikha* weg zu transportieren.

### 3.2 Radioaktive Verschmutzungsquellen im Meer

Ein nicht unbeträchtlicher Teil des anfallenden Nuklearmülls wurde im Meer versenkt. Von 1959 - 1991 versenkten die russische Marine und die russische Eisbrecherflotte festen und flüssigen Nuklearmüll, darunter auch Reaktorbestandteile und verbrauchte Brennelemente. Die Hauptversenkungsgebiete (Abb. 7) befanden sich vor der Küste der Atomtestinsel *Nowaja Semlja* ("1"), in der Barentssee ("2" und "3") und vor der Küste der Kola-Halbinsel ("4" und "5").

Im Kara-Meer vor *Novaja-Semlja* sollen 16 Reaktoren auf Grund liegen, darunter mindestens sechs, die noch Brennelemente enthalten.<sup>18</sup> Insgesamt seien ca. 17.000 Atommüllcontainer mit flüssigem und anderem radioaktiven Müll vor der Insel ins Meer gekippt worden. Zwölf Atom-U-Boote und drei atombetriebene Eisbrecher wurden vor der Küste von *Nowaja Semlja* versenkt, ebenso wie 1964 die "*N. Baumann*", die 1.500 bereits undichte Atommüll-Behälter geladen hatte.<sup>19</sup> 1984 wurden vom Eisbrecher "*Lepse*" weitere Atommüll-Container abge-

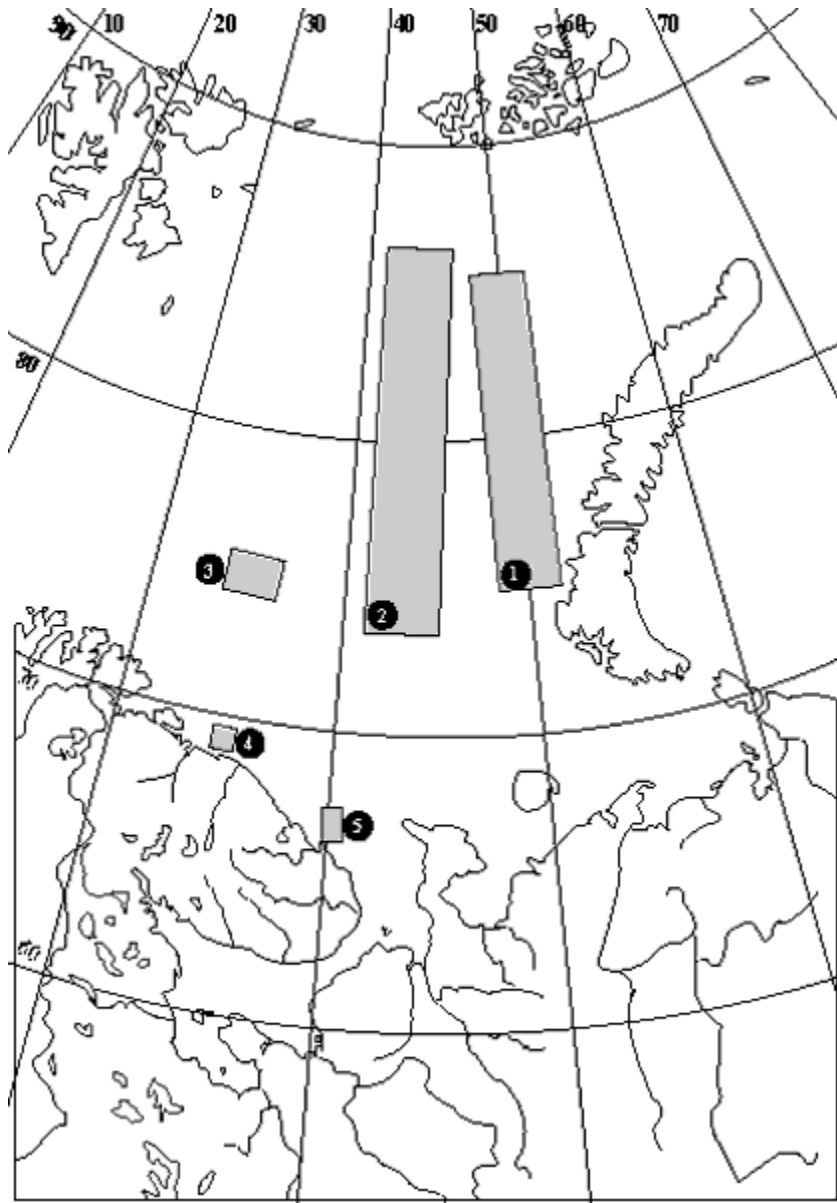
---

18) Official Documentation and Information from Norway - ODIN (1995): The Norwegian Ministry of Environment, "Radioactive pollution in northern ocean areas", <http://odin.dep.no/html/english/publ.html>.

19) Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 7. Juli 1992.

worfen, nachdem sie zuvor mit Hilfe von Geschößsalven undicht geschossen und zum Sinken gebracht worden waren. Die Container sollen jetzt in 200 Metern Tiefe liegen.<sup>20</sup>

**Abb. 7: Versenkungsgebiete im Meer**



*Bildquelle:* [www.bellona.no/imgs/nfl/61kkola.gif](http://www.bellona.no/imgs/nfl/61kkola.gif).

20) Vgl. Kieler Nachrichten, 1. Dez. 1992.

In der Abbildung sind die Hauptverklappungsgebiete für flüssigen Atommüll in der Barentssee gekennzeichnet. Verklappungsgebiet 1 liegt westlich von *Nowaja Semlja*.

Im Hafen von *Murmansk* liegt der aus den 60er Jahren stammende Eisbrecher "Lepse", der heute als Zwischenlager für ca. 630 zum Teil beschädigte Brennelemente dient. Im Umfeld der Lepse wurden erhöhte Strahlenwerte im Meerwasser gemessen.

Neben dem Atommüll, der durch den Normalbetrieb angefallen ist, entsteht eine erhebliche Verschmutzung durch Unfälle auf Atom-U-Booten oder bei den anfallenden Reparatur- und Wartungsarbeiten in den Werften.

Einer der bekanntesten Atom-U-Boot Unfälle ist der Fall der *Komsomolets*, die 1989 vor der norwegischen Bäreninsel sank und seitdem in 1.700 Metern Tiefe liegt. Die *Komsomolets* galt als das sicherste und größte Jagd-U-Boot aller Zeiten. Sie maß 122 Meter Länge, 12 Meter Breite und war 7.000 Tonnen schwer. An Bord sollen sich ein gerissener Reaktor mit zehn Tonnen leicht- und eineinhalb Tonnen hochangereichertem Uran sowie zwei korrodierende Torpedosprengköpfe mit jeweils 25 Kilogramm Plutonium befinden.<sup>21</sup>

#### 4. Gefahren und ihre Ursachen für nukleare Unfälle

*Akute Gefahren* gehen von dem flüssigen Atommüll aus, der aus verrosteten Tanks gesickert ist und Boden und Grundwasser verseucht. Durch Betrieb der Nordmeerflotte (und aller nuklearen Seemächte) wachsen die nuklearen Müllhalden und U-Boot Friedhöfe weiter an, deren Sicherheit nicht nur enorme Kosten verursachen sondern auch nie vollkommen sein wird.

*Latente Gefahren* gehen von all den Tanks, Containern und Schiffwracks aus, die irgendwann durchgerostet, leck geschlagen oder gesunken sein werden, so daß kontaminiertes Material in die Umwelt gelangt. Was mit der Radioaktivität passiert, wenn sie in größeren Mengen im Meerwasser austritt und welche Auswirkung sie auf Meersorganismen hat, ist noch wenig bekannt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sie durch Bodenströmungen verdriftet wird. An einer Stelle, wo etwa die *Komsomolets* liegt, die sich in 1.700 Metern Tiefe auf dem untermeerischen Kontinentalabhang befindet, gleiten ständig dichte Bodenwassermassen aus dem flachen Schelfmeer Barentssee in das ozeanische Tiefseebecken im Westen ab. Dabei wird unaufhörlich Sediment mitgerissen - was auch mit den radioaktiven Ablagerungen passieren würde. Wie schnell dieser Prozeß vor sich

---

21) Siehe Kieler Nachrichten, 28. Nov. 1992.

geht, ist noch völlig unerforscht. Sind radioaktive Partikel jedoch erst einmal in die Tiefsee transportiert, befinden sie sich zunächst in einem relativ abgeschlossenen System, denn das warme Atlantikwasser bildet eine äußerst stabile Deckschicht, die eine vertikale Zirkulation verhindert. Da Bodenwassermassen jedoch immer wieder von nachfolgendem Wasser aus den Tiefseebecken hinausgeschoben werden und in Jahrzehnten ein globaler Wasseraustausch stattfindet, könnten die radioaktiven Partikel irgendwann in den Pazifik gelangen.<sup>22</sup>

Auch der Verschrottungsvorgang alter außer Dienst gestellter Atom-U-Boote ist mit einem hohen Risiko für nukleare Unfälle verbunden. Der Prozeß umfaßt mehrere Schritte: Entfernung des nuklearen Brennstoffs, Bergung der Munition, Demontage der Raketenabschußbasen, Ausbau verwertbarer Ausrüstungsgegenstände, Bergung des Reaktorgehäuses, Lagerung des anfallenden Nuklearmülls und zuletzt Zerlegung des Schiffsrumpfs. Aufgrund der schlechten wirtschaftlichen Situation der Nordmeerflotte geht dieser Verschrottungsprozeß nur sehr langsam voran. Es fehlt an Infrastruktur in den Schiffswerften, an Service-schiffen für die Entnahme des nuklearen Brennstoffs und an Speicherkapazitäten für den anfallenden Nuklearmüll. Die Entsorgungsschwierigkeiten des Nuklearmülls sind die Hauptursache dafür, daß zur Zeit nur ca. ein Atom-U-Boot pro Jahr verschrottet werden kann.<sup>23</sup> Ein weiterer Faktor, der diesen Prozeß beeinflußt, ist die Einhaltung der START-Verträge. Setzt Rußland das Schwergewicht auf die Abrüstung der seegestützten ballistischen Raketen gemäß der Vertragsvereinbarungen, verzögert sich die Verschrottung der außer Dienst gestellten Atom-U-Boote.

Eine *ständige Bedrohung* geht von den gefechtsbereiten U-Booten über See aus. Dabei ist es nicht in erster Linie die Bewaffnung, sondern der nukleare Antrieb der Schiffe, der in Friedenszeiten See und Festland bedroht. Im Rumpf jedes U-Bootes arbeitet auf engstem Raum ein komplettes Atomkraftwerk, dessen Reaktortechnik entschieden gefährlicher ist als die fünf- bis zehnmals stärkeren Leistungsreaktoren an Land. Die Unterwasserreaktoren sind hochgezüchtete, leistungsstarke Druckwasseranlagen, die mit extrem hochangereichertem Uranbrennstoff arbeiten. Die Platznot auf den Schiffen erlaubt nur reduzierte Notkühlsysteme. Die Kettenreaktionen laufen sehr schnell ab und es bleiben oft nur Augenblicke, um gefährliche Entwicklungen zu entschärfen. Bei einem Zwischenfall muß ein U-Boot-Reaktor innerhalb von Sekunden in einen stabilen Zustand gebracht werden. Unter Wasser können die Reaktoren in kritischen Situationen, in denen ein ziviler Meiler zum Beispiel abgeschaltet würde, nicht immer heruntergefahren werden. Arbeitet auch das Reservesystem nicht mehr, ist das Boot manövrierunfähig.<sup>24</sup>

---

22) Kieler Nachrichten, 30. Nov. 1992.

23) Baklanov; Bergmann, a.a.O.

24) Die Zeit, Dossier, 26. Sep. 1991.

Schon der Normalbetrieb und die Entsorgung der Unterwasserreaktoren bergen größere Risiken als bei Landmeilern. Auf Grund der kompakten Bauweise, wird der Brennstoff moderner U-Boote nur alle drei bis fünf Jahre ausgetauscht. Der verbrauchte Brennstoff, der Plutonium und Strontium 90 enthält, ist aufgrund seiner hohen Anreicherung und der langen Nutzung noch wesentlich gefährlicher als der Abfall eines zivilen Reaktors.<sup>25</sup> Kommt es zu einem Reaktorunglück an der Meeresoberfläche, kann der radioaktive Fallout durch den Wind über endlose Entfernungen transportiert werden. In getauchtem Zustand erfolgt die Ausbreitung radioaktiven Materials durch Meeresströmungen wesentlich langsamer.

Doch es sind nicht nur Havarien der U-Boote oder Unfälle bei Wartungs- und Reparaturarbeiten, die Ursache für nukleare Katastrophen sein könnten. Schon der bloße Betrieb der Nordmeerflotte ist mit einer Reihe von Risiken verbunden, die auf folgenden Ursachen beruhen:

*erstens, dem U-Boot-Bau selbst*

In der Vergangenheit herrschte ein enormer Zeitdruck, unter dem ein Boot fertiggestellt werden mußte. Hatte das Zentralkomitee der Kommunistischen Partei entschieden, daß ein spezieller U-Boot Typ bis zu einer bestimmten Frist fertigzustellen war, mußte der Termin unter allen Umständen von den Schiffswerften eingehalten werden. Als Folge dieser Politik wurden Atom-U-Boote häufig der Marine übergeben, ohne daß sie alle notwendigen Sicherheits- und Seetests absolviert hatten. So war es nicht ungewöhnlich, daß U-Boote mit fehlenden oder defekten Ausrüstungsgegenständen in Dienst gestellt wurden. Noch 1989 sollen 529 Klagen wegen mangelhafter Ausrüstung von Atom-U-Booten bei der Marineleitung eingereicht worden sein.<sup>26</sup> So sollen etwa auf einem Boot alle Lichtschalter in den Mannschaftsräumen und in den Raketen-schächten gefehlt haben.<sup>27</sup>

*zweitens, der Abnahme von Qualifizierung und Training der U-Boot Besatzungen*

Die Marine hat seit 1991 auch einen Verlust an Kompetenz hinnehmen müssen, insbesondere nachdem die großen U-Boot Trainingslager in *Paldiski* (heute Estland) und *Sevastopol* (heute Ukraine) wegfielen. Denn bis 1991 wurden U-Boot Mannschaften in drei Zentren ausgebildet: in Paldiski, in Sevastopol und in *Sosnovy Bor* bei St. Petersburg. In Sevastopol befand sich das größte und modernste Ausbildungszentrum, wo hochmoderne Computer- und Reaktorsimulationen durchgeführt werden konnten. Mehr als 500 Offiziere wurden jährlich dort

---

25) Ebd.

26) Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Nuclear submarine accidents", Bellona-Report, Kapitel 8, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl8.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl8.htm).

27) Ebd.

ausgebildet. Heute beenden wegen der begrenzten Kapazität von Sosnovy Bor im Verhältnis zu früher nur noch wenige Offiziersanwärter jedes Jahr ihre Ausbildung. Insgesamt hat die Qualität und die Kompetenz der U-Boot Crews, die unter ausgesprochen hohen technischen Anforderungen arbeiten müssen, erheblich abgenommen. Und auch die praktische Ausbildung und Erfahrung ist drastisch zurückgegangen, dadurch daß die Schiffe wegen fehlender Mittel häufiger und länger in den Häfen liegen oder nur mit reduzierter Besatzung auslaufen.

*drittens, den schlechten ökonomischen Verhältnissen*

U-Boot-Bau findet heute nur noch in einer Schiffswerft in *Severomorsk* statt. Notwendige Wartungs- und Reparaturarbeiten scheitern oft an den schlechten ökonomischen Verhältnissen. Aus dem selben Grund liegen auch die beiden Schlachtschiffe *Admiral Ushakov* und *Admiral Nakhimov* in *Severomorsk* fest. Durch die Probleme bei der Instandhaltung, Wartung und Bedienung zahlreicher Schiffe kann die Nordmeerflotte nur eingeschränkt ihre Aufgaben gemäß der vorherrschenden Militärdoktrin - die Verteidigung russischen Territoriums - erfüllen. Die finanzielle Notlage wirkt sich auch auf die Möglichkeiten der Wiederaufarbeitung nuklearer Brennelemente aus, denn die Marine kann die Kosten für den Transport und die Wiederaufarbeitung verbrauchter Brennelemente kaum noch finanzieren.<sup>28</sup>

1994 flossen der Nordmeerflotte nur 35% der Mittel zu, die eigentlich für Wartung und Unterhalt bestimmt waren. Der größte Anteil mußte für nachzuzahlende Löhne und andere Personalkosten aufgewendet werden. 1995 war der gesamte Jahresetat der Flotte wegen der hohen Inflation bereits nach sechs Monaten aufgebraucht. Löhne konnten monatelang nicht ausgezahlt, Materialien und Ersatzteile nicht eingekauft und Reparaturen nicht ausgeführt werden. Offiziere wurden in den Ferien grundsätzlich nicht bezahlt und immer wieder mußten Verzögerungen bei der Auszahlung der Gehälter hingenommen werden.<sup>29</sup> Als Folge dieser Situation kam und kommt es immer wieder zu Zwischenfällen:

- Im September 1995 unterbrach die Energiegesellschaft *Kolenergo* die Energieversorgung des Marinestützpunktes *Gadzhievo*, nachdem monatelang der Strom nicht bezahlt worden war. Der Befehlshaber der Nordmeerflotte schickte daraufhin bewaffnete Soldaten zur Energiestation, die 40 Minuten später wieder Strom lieferte.<sup>30</sup>
- Am 27. Februar 1997 streikten Arbeiter auf einer Reparaturwerft in Polyarny, weil sie acht Monate keine Gehälter bezogen hatten. Sie besetzten ein repa-

---

28) Nilsen, Thomas u.a., Bellona-Report, Kapitel 1, a.a.O.

29) Ebd.

30) Ebd.

riertes U-Boot und hinderten es daran auszulaufen. Mit Erfolg, denn am 20. Februar zahlte die Marine die ausstehenden Löhne. Ein weiterer Streik ereignete sich am 9. November 1997 aus dem gleichen Grund. Die Parole der Streikenden war: "*We will arrange another Chernoby!*".<sup>31</sup>

- Am 11. September 1998 erschöß ein russischer Matrose auf einem außer Dienst gestellten Atom-U-Boot im Hafen von *Severomorsk* neun Kameraden, bevor er sich in der Torpedo-Kammer zusammen mit zwei Geiseln verschanzte, die er später auch tötete. Das Schiff wurde von einem Spezialkommando gestürmt und der erst neunzehnjährige Matrose erschossen.<sup>32</sup>

Kurzschlußhandlungen wie diese sind kein Einzelfall. Seit Beginn dieses Jahres sollen bereits 20 Soldaten bei Schiessereien ums Leben gekommen sein. Als Ursache dafür werden der als äußerst hart geltende Dienst in der russischen Armee und die unzureichende Versorgung der Streitkräfte mit Lebensmitteln und anderen Versorgungsgütern angesehen. Die schlechte soziale Lage der Offiziere und Soldaten, die waffenfähiges Spaltmaterial bewachen, kann dazu verleiten, daß Material gestohlen, nach außen geschmuggelt und auf internationalen Märkten verkauft wird.

Wollte man die Situation abschließend beschreiben, so könnte man sich auch heute noch dem Bericht von John Large anschließen, einem britischen Experten für U-Boot-Reaktoren, dem im September 1991 als einem der ersten westlichen Zivilisten die Besichtigung des Kriegshafens *Severomorsk* genehmigt worden war und der danach feststellte:

"Die gesamte Flotte fällt im Moment sowohl technisch als auch moralisch auseinander. Die gefürchtete Eismeerflotte ist auf dem Stand der fünfziger Jahre, in denkbar schlechtem Zustand und nur bedingt einsatzfähig. Keiner weiß im Moment, wie es überhaupt weitergehen soll noch wer das Sagen hat".<sup>33</sup>

## 5. Nationale und internationale Maßnahmen zur Reduktion der Risiken für nukleare Katastrophen in der Region

Sieben Jahre später hat sich der Zustand der Nordmeerflotte, wie ihn John Large beschrieben hat, weiter verschlechtert. Heute müßte Rußland gewaltige Mit-

---

31) Vgl. Bellona, news, 27. Feb. 1997, [www.bellona.no/e/russia/nfl/news/270297.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/news/270297.htm) und vom 09. Nov. 1997, [www.bellona.no/e/russia/nfl/news/9711092.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/news/9711092.htm).

32) Kieler Nachrichten, 12. Sep. 1998.

33) Die Zeit, a.a.O., 26. Sep. 1991.

tel für den Neubau und die Modernisierung von Schiffen, Wartungs- und Reparaturarbeiten, Auf- und Umrüstung der gesamten Infrastruktur, Weiterqualifizierung des Personals und Entsorgung des bestehenden und weiter ansteigenden Nuklearmülls aufwenden. Im Moment kann Rußland aber nicht einmal die Gehälter der derzeit Beschäftigten zahlen, infolgedessen immer mehr Marineangehörige ihre Fünfjahresverträge nicht mehr verlängern und die Marine verlassen.<sup>34</sup> Von der schwierigen wirtschaftlichen Situation ist auch die Zulieferindustrie betroffen, die nach 1989 nicht mehr vom Staat finanziert wird und sich auf dem freien Markt behaupten muß.

Um die ökonomische Situation der Nordmeerflotte zu verbessern, wurden eine Reihe von Möglichkeiten in Betracht gezogen und zwar:

- der Verkauf von Schiffen in andere Länder;
- die Ausbildung und das Training von Schiffcrews für diese Schiffe;
- der Verkauf von Schrott;
- der Verleih oder das Leasing von Schiffen an zivile Forschungseinrichtungen;
- der Umbau von Raketenschächten in Frachträume und Nutzung der U-Boote für den Transport von Gütern;
- der Umbau der U-Boote in Öltanker für den Transport von Öl oder Erdgas von den Ölplattformen in der Barentssee;
- der Umbau in zivile Containerschiffe;
- die Beförderung von Touristen mit U-Booten;
- die Nutzung von U-Booten als Abschlußbasis für zivile Satelliten.

Gerade letztere Möglichkeit wurde im Juli 1998 von Wissenschaftlern der TU Berlin genutzt: Am 7. Juli wurden zwei Kleinsatelliten von einem russischen Atom-U-Boot vom Typ Delta-IV ins All geschickt. Der Abschluß aus 50 Metern Wassertiefe fand in der südlichen Barentssee nicht weit vom Stützpunkt *Gremikha* entfernt statt. Raumfahrtwissenschaftler der TU Berlin hatten für ihre neuentwickelten Satelliten TUBSAT-N und TUBSAT N-1 Trägersysteme gesucht, um die Satelliten in eine Umlaufbahn von 770 Kilometern Höhe zu schicken. Durch eine Zusammenarbeit mit dem russischen Raketenzentrum in Miass konnten die Berliner Wissenschaftler für ca. 200.000,- DM ihre Satelliten mit einer ballistischen Rakete vom Typ SS-N-23 ins All schicken. Der U-Boot-Abschluß war für die Berliner nicht nur wesentlich kostengünstiger als ein Start mit der Trägerrakete "Ariane", sondern sie konnten Flugbahn und Starttermin

---

<sup>34</sup>) Nilsen, Thomas u.a., Bellona-Report, Kapitel 1, a.a.O.



selbst bestimmen, was bei Flügen der Ariane mit einer großen Nutzlast nicht möglich ist.<sup>35</sup>

So erfreulich diese Einzelmaßnahme für die Berliner Wissenschaftler gewesen ist, so darf sie nicht darüber hinwegtäuschen, daß die zivile Nutzung von Kriegsgerät hier unmittelbar zur Stärkung der Flotte beigetragen hat.

Trotz dieses Einzelerfolges für die Marine ist zu vermuten, daß alle oben genannten Möglichkeiten nicht ausreichen, um die immensen Kosten des Unterhalts der Nordmeerflotte entscheidend zu senken. Auch ist anzuzweifeln, ob die Umrüstung von Atom-U-Booten in Öltanker oder in Frachtschiffe kostengünstiger und gewinnbringender als ihre Stilllegung und Verschrottung wäre.

In bezug auf das Problem des Nuklearmülls strebt das russische Ministerium für Atomenergie (MINATOM) an, langfristig auch die Verantwortung für die Entsorgung und das Managen von militärischem Atommüll zu übernehmen. Bisher war das Ministerium nur für den Nuklearmüll aus den zivilen Kraftwerken zuständig. Unterstützt durch häufige Auftritte in den Medien, wo über die nuklearen Sicherheits- und Entsorgungsprobleme in der Marine berichtet wurde, gab MINATOM bekannt, eine neue Abteilung einrichten zu wollen, die für allgemeine Probleme bei der nuklearen Entsorgung zuständig sein solle.<sup>36</sup>

Auf internationaler Ebene bemüht sich besonders Norwegen, die Gefahr für nukleare Unfälle auf der Kola-Halbinsel zu reduzieren. In Norwegen, dessen Staatsgrenze nur 40 Kilometer von *Andreeva Bay* entfernt verläuft, ist die Furcht vor radioaktiven Verseuchungen besonders groß, zumal sich Befürchtungen, daß an vielen Stellen auf der Kola-Halbinsel mit spaltbarem Material grob fahrlässig umgegangen wird, mit Bekanntgabe des Bellona-Reports bestätigt haben.<sup>37</sup> Aber Norwegen sorgt sich auch um die nukleare Verschmutzung der Barentssee. Für Norwegens nördlichste Region, für die der Fischfang eine wichtige wirtschaftliche Einnahmequelle darstellt, bedeutete es eine wirtschaftliche Katastrophe, wenn die reichen Fischgründe für Shrimps, Schellfisch, Hering und Rotbarsch in der Barentssee nuklear verseucht würden. Um die Gefahr zu vermindern, legte das Außenministerium in Oslo 1997 bereits zum dritten Mal einen "*Plan of Action for Nuclear Safety Issues*" vor, der sich mit Maßnahmen zur Sicherung russischer Atomkraftwerke, zur Entsorgung, Lagerung und Wiederauf-

---

35) Medieninformation der TU Berlin, Nr. 164, 7. Juli 1998.

36) Bellona, news, 30. Sep. 1998, [www.bellona.no/e/russia/nfl/news/980930.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/news/980930.htm).

37) Neben den militärischen Einrichtungen betrachtet Oslo auch das Atomkraftwerk *Polyarnij Zorni* südlich von *Murmansk*, das fast zwei Drittel der gesamten Energie der Kola-Halbinsel liefert, als Risikopotential. Die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) rechnet das Kraftwerk zu den zehn gefährlichsten der Welt. Zwei der vier Reaktoren vom Typ des Greifswald-Reaktors sollen einen so schlechten Sicherheitsstandard bieten, daß man sie nur abschalten könne. Oslo möchte, daß die gesamte Anlage auf- und umgerüstet wird, so daß sie den internationalen Sicherheitsbestimmungen entspricht (Vahl, a.a.O.).

arbeitung radioaktiven Mülls und verbrauchter Brennelemente sowie der Suche nach sicheren Zwischenlagern für flüssige und feste radioaktive Abfälle befaßt. In Kooperation mit der EU sollen Lösungen für das Problem "Lepse" sowie das Abwracken außer Dienst gestellter U-Boote gefunden werden. Des weiteren will die norwegische Regierung gesicherte Container für den Bahntransport zur Wiederaufbereitungsanlage nach Majak zur Verfügung stellen, um die extrem risikoträchtige Zwischenlagerung in *Andreeva Bay* zu beenden.<sup>38</sup>

Im Mai 1996 unterzeichneten die Finnische Firma *IVO Power Engineering Ltd.* und die RTP *Atomflot* in *Murmansk* einen Vertrag, daß die finnische mobile Reinigungsanlage für flüssigen Nuklearmüll, NURES, die vor 1989 im U-Boot Trainingslager in Paldiski in Estland erfolgreich eingesetzt worden war, in *Murmansk* das radioaktive Abwasser nuklear angetriebener Eisbrecher prozessieren sollte. Im Februar 1997 wurden erste Verhandlungen mit der Führung der Nordmeerflotte geführt, mit dem Ziel, NURES auch in *Andreeva Bay* einzusetzen, um die dort gelagerten 2.000 Kubikmeter flüssigen Nuklearmüll zu reinigen. Die Marine war jedoch nur dann bereit, eine Genehmigung für das Projekt zu erteilen, wenn ausschließlich russischen Spezialisten von *Atomflot* der Zugang zu *Andreeva Bay* gewährt wurde. Letztlich scheiterte das Vorhaben aus finanziellen Gründen. Eine Anfrage von *IVO Power Ltd.* an das finnische Außenministerium mit der Bitte um Unterstützung wurde zurückgewiesen mit der Begründung, man wolle mit dem Projekt nicht indirekt zur Stärkung der Flotte beitragen. Da im September 1997 die an eine Frist gebundene Importlizenz für NURES ablief, wurde die Anlage nach Finnland zurück transportiert.<sup>39</sup>

Die Verweigerung des Zutritts zu *Andreeva Bay* oder der Weitergabe von Informationen durch die Marine hat eine lange Geschichte:

- 1993 lehnte die Leitung der Nordmeerflotte eine Anfrage des örtlichen Umweltkomitees in *Murmansk* bezüglich der Lagerung nuklearen Abfalls auf der Kola-Halbinsel ab.<sup>40</sup>
- 1994 wurde der Versuch gestartet, der zivilen russischen Strahlungsschutzbehörde (*Gosatomnadzor*) den Zugang zu den Marinebasen zu ermöglichen, um dort die Strahlungswerte zu messen und zu überprüfen. Obwohl Präsident Boris Jelzin eine entsprechende Verordnung erlassen hatte, wurde Mitarbeitern von *Gosatomnadzor* von der Marine erneut der Zugang verweigert und erst 1995 eine Genehmigung erteilt, die nuklearen Lagerstätten in *Andreeva Bay* zu besichtigen.<sup>41</sup>

---

38) Vahl, a.a.O.

39) Bellona, news, 11. Juni 1997, [www.bellona.no/russia/nfl/news/970611.htm](http://www.bellona.no/russia/nfl/news/970611.htm).

40) Nilsen, Thomas u.a., Bellona-Report, Kapitel 4., a.a.O.

41) Ebd.

- Im Mai 1998 war einer Gruppe norwegischer und britischer Experten und Regierungsvertretern, die zur Lösung der Probleme in *Andreeva Bay* nach Zaozersk gekommen waren, erneut der Zutritt zu der nur 10 Kilometer entfernten Lagerstätte verweigert worden.<sup>42</sup>

Im Mai 1998 wurde eine erneute Vereinbarung zwischen Rußland und Norwegen getroffen, durch die zwei der Haupthindernisse der vergangenen Jahre für die Entsorgungsarbeiten des Nuklearmülls behoben werden sollten: die beteiligten Partner wurden von der Haftbarkeit im Falle eines Unfalles befreit und ausländische Hilfsgüter wie Ausrüstungsgegenstände wurden von Steuern und Zöllen befreit. Nicht geklärt werden konnte allerdings, ob Rußland die neuen Reinigungsanlagen auch für den neu anfallenden verbrauchten Brennstoff operationeller U-Boote einsetzen könnte, eine Schlüsselfrage für finanzielle Unterstützung aus den USA. Wie verifiziert werden soll, daß Ausrüstungsgegenstände, Technologie und finanzielle Mittel ausschließlich im Rahmen der Vereinbarung eingesetzt werden, darüber besteht zur Zeit kein *Procedere*.<sup>43</sup> Ein weiteres Problem ist nach wie vor die Weigerung der Marine, unabhängigen Experten den Zugang zu den Marinestützpunkten zu genehmigen. Nicht zuletzt davon hängt es auch ab, ob die USA und die EU bereit sind, mehr an finanziellen Mitteln und technischer Unterstützung zu leisten, um die russische Arktisregion zu entsorgen. Auf dem Treffen des Barentsrates im schwedischen Luleo im Januar 1998 versprachen der EU Commissioner *Hans van der Broek* und der U.S. Deputy Secretary *Strobe Talbott* zumindest, das Problem der nuklearen Sicherheit und der Entsorgung in der russischen Arktisregion an oberste Stelle auf ihre Prioritätenliste zu setzen.<sup>44</sup>

## 6. Zusammenfassung

Der U-Boot-Bau und der Betrieb der Nordmeerflotte waren und sind höchst risikoreich. In der Vergangenheit kam es immer wieder zu U-Boot Havarien oder Zwischenfällen bei Wartungs- und Reparaturarbeiten. Trotz außer Dienst Stellung einer großen Zahl alter U-Boote im Rahmen von START I und II ist das Risiko für nukleare Unfälle nicht kleiner sondern eher größer geworden. Hauptursache ist die schwierige ökonomische Situation Rußlands, wovon auch die Unterhaltung der Nordmeerflotte, die gesamte Zulieferindustrie in der Region und die Zukunft einzelner Stützpunkte betroffen sind. Schlechter gewartete U-Boote, geringer qualifizierte Mannschaften und ein Mangel an zahlreichen Aus-

---

42) Bellona, news, 2. Juni 1998, [www.bellona.no/e/russia/nfl/news/980602.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/news/980602.htm).

43) Bellona, news, 6. Juni 1998, [www.bellona.no/russia/e/russia/status/9806-2.htm](http://www.bellona.no/russia/e/russia/status/9806-2.htm).

44) Ebd.

rüstungsgegenständen und Ersatzteilen erhöhen das Risiko für weitere Nuklearunfälle, ebenso wie die Zunahme von Streiks der Marineangehörigen oder Kurzschlußhandlungen einzelner, die dem Sozialdruck nicht mehr gewachsen sind.

In der bisherigen Größe kann Rußland sich die Nordmeerflotte nicht mehr leisten und müßte sie aus ökonomischen und sicherheitstechnischen Gründen stilllegen oder zumindest drastisch verkleinern, wesentlich stärker noch, als es im Rahmen von START I und II seit 1989 bereits erfolgt ist.<sup>45</sup> Die wirtschaftliche Misere verhindert nicht nur eine zügigere Verschrottung der alten außer Dienst gestellten Atom-U-Boote, da es an geeigneter Infrastruktur in den Schiffswerften, Serviceschiffen für die Bergung des nuklearen Brennstoffs und geeigneten Lagerkapazitäten für den bei der Verschrottung anfallenden Nuklearmüll mangelt, sondern bereitet Rußland auch Schwierigkeiten, die Vereinbarungen gemäß der START-Verträge in bezug auf die Abrüstung seegestützter ballistischer Raketen (SLBM) einzuhalten.

In bezug auf das Problem des Nuklearmülls benötigt Rußland internationale Unterstützung. Auf der Kola-Halbinsel sind alle Speicherkapazitäten für festen und flüssigen Nuklearmüll sowie verbrauchte Brennelemente erschöpft und befinden sich zum Teil in einem technisch äußerst schlechten Zustand. Gleichzeitig wächst der Nuklearmüll durch den Betrieb der Flotte unaufhörlich weiter an. Nationale und internationale Maßnahmen sind dringend erforderlich, um weitere Nuklearverseuchungen oder Unfälle zu vermeiden. Diese werden zur Zeit stark behindert durch die Weigerung der Marine, unabhängigen Experten den Zugang zu besonders risikoreichen Orten wie *Andreeva Bay* oder *Gremikha* zu gewähren. Wenn Rußland an seiner überkommenen Geheimhaltung nicht länger festhielte, könnte wesentlich mehr internationales Geld in die Region fließen. Solange unabhängigen Experten der Zugang verweigert wird, sich ein eigenes Bild über die Situation vor Ort zu machen, wird kaum ein Staat Projekte zur Lösung des nuklearen Abfallproblems unterstützen. Zu groß ist die Furcht, Rußland könnte unter Umständen westliches Geld zur Unterstützung und Stärkung seiner maroden Flotte einsetzen. Das macht deutlich, daß auch sofort damit begonnen werden sollte, klare Verifikationsmechanismen zur Kontrolle internationaler Vereinbarungen in Bezug auf die Lagerung oder Wiederaufbereitung militärischen Nuklearabfalls zu entwickeln, so wie es sie bereits für zivile Atomkraftwerke oder Nuklearwaffen gibt. Im konkreten Fall von *Andreeva Bay* und *Gremikha* sollte die Marine die Stützpunkte aufgeben und sie ziviler Kontrolle überstellen. Das könnte ein erster Schritt in die richtige Richtung sein.

---

45) Nach Angaben von Bellona waren 1989 noch 196 Atom-U-Boote im Einsatz (Nord- und Pazifikflotte gemeinsam), 1996 nur noch 109, davon 67 bei der Nordmeerflotte. Bis zum Jahr 2003 soll die Gesamtzahl auf 80 reduziert werden, Bellona-Report, Introduction, a.a.O.

## 7. Literatur

Baklanov, Alexander / Bergmann, Ronny (1999): "Radioactive Sources in the Barents Euro-Arctic Region. Are there reasons to be concerned?", Manuscript to the NEBI Yearbook 1999. Springer Verlag, Copenhagen.

Bellona, news, diverse Artikel.

Bellona-Report (1996): „The Russian Northern Fleet. Preface“, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl0-1.htm#02](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl0-1.htm#02).

Claßen, Elvi (1998): „Der Nikitin-Fall“, Zivilcourage , 24 Jg., Heft 6, 1998, S. 14-15.

Die Zeit, Dossier, 26. Sep.1991.

Frankfurter Allgemeine Zeitung, 7. Juli 1992.

Frankfurter Rundschau, 24. Juni 1993.

Kieler Nachrichten, (Tageszeitung), diverse Artikel.

Medieninformation der TU Berlin, Nr. 164, 7. Juli 1998.

Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Sources of Radioactive Contamination", Bellona-Report, Kapitel 1: The Northern Fleet, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl1.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl1.htm).

Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Nuclear-powered vessels", Bellona-Report, Kapitel 2, [www.bellona.no/e/russia/nfl/tab4pre.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/tab4pre.htm).

Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Radioactive waste at the naval bases", Bellona-Report, Kapitel 4, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl4.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl4.htm).

Nilsen, Thomas / Kudrik, Igor / Nikitin, Alexandr (1996): "The Russian Northern Fleet. Nuclear submarine accidents", Bellona-Report, Kapitel 8, [www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl8.htm](http://www.bellona.no/e/russia/nfl/nfl8.htm).

Nordischer Ministerrat (1998): Nr. 1, S. 3.

Official Documentation and Information from Norway - ODIN (1995): The Norwegian Ministry of Environment, "Radioactive pollution in Northern ocean areas", <http://odin.dep.no/html/english/publ.htm>.

Vahl, Barbara-Maria: "Nukleare Zeitbombe", Freitag, 6. Feb. 1998.

## Kieler Schriften zur Friedenswissenschaft

(Lit-Verlag, Münster, London.. Bezug über den Buchhandel)

- Bd. 02 *Ulrike Kronfeld / Wolfgang Baus / Björn Ebbesen / Markus Jathe (Hrsg.):*  
**Naturwissenschaft und Abrüstung. Forschungsprojekte an deutschen Hochschulen.** 1993, 302 S., DM 34,80.
- Bd. 03 *Martin Grundmann / Margitta Matthies:*  
**Kleinere Bundeswehr und weniger Rüstungsproduktion:** Konversion als regionale und betriebliche Gestaltung. Das Beispiel Schleswig-Holstein. 1993, 351 S., DM 34,80.
- Bd. 04 *Alfred Gettmann:*  
**Abzug der US-Streitkräfte - Was nun?** Perspektiven der deutschen Zivilbeschäftigten. Das Beispiel Rheinland-Pfalz. 1993, 244 S., DM 29,80.
- Bd. 05 *Martin Grundmann / Margitta Matthies / Klaus Potthoff:*  
**Rüstungskonversion: Erfolg durch Wandel der Unternehmenskultur.** 1995, 169 S., DM 24,80.
- Bd. 06 *Hanne-Margret Birckenbach:*  
**Preventive Diplomacy through Fact-Finding.** How international organisations review the conflict over citizenship in Estonia and Latvia. 1997, 421 S., DM 48,80.
- Bd. 07 *Martin Grundmann (Ed.):*  
**Transformation and Arms Conversion in the Baltic Sea Region and in Russia.** 1996, 230 S., DM 34,80.
- Bd. 08 *Christian Wellmann (ed.):*  
**From Town to Town.** Local Authorities as Transnational Actors, 266 S., DM

### **SCHIFF - texte (bis Nr. 38 u.d.T. PFK-texte)**

- Nr. 39 *Christian Wellmann (Hrsg.):*  
Zivile Konfliktbearbeitung als Aufgabe von Politik und Wissenschaft. Festakt mit Vorträgen (40 S.)
- Nr. 40 *Jutta Joachim:*  
Internationaler Wandel durch Nicht-Regierungsorganisationen?. Wie das Thema Gewalt gegen Frauen auf die Agenda der UNO kam (15 S.)
- Nr. 41 *Christian Wellmann:*  
SCHIFF-Tätigkeitsbericht für 1995/96 (46 S.)
- Nr. 42 *Martin Grundmann, Bernd Guß, Margitta Matthies, Klaus Potthoff:*  
Wissenschaftliche Begleitung und Moderation des betrieblichen Konversionsprozesses in Schleswig-Holstein - KONVER-UP
- Nr. 43 *Ulrike Kronfeld-Goharani, Hans-Heinrich Cordes:*  
Energieprobleme und ihr Kontext in Estland: Ein modelltheoretischer Ansatz (44 S.)
- Nr. 44 *Hanne-Margret Birckenbach:*  
Preventive Diplomacy: Conclusions from international intervention into the Estonian and Latvian Conflicts over citizenship (26 S.)
- Nr. 45 *Christian Wellmann:*  
Die russische Exklave Kaliningrad auf dem Weg aus der wirtschaftlichen Abhängigkeit von Militär und Rüstung (32 S.)
- Nr. 46 *Frank Möller:*  
The Security of Estonia, Latvia, and Lithuania and the „Strength of States“
- Nr. 47 SCHIFF-Tätigkeitsbericht für 1997 (36 S.)
- Nr. 48 *Arend Wellmann:*  
Überlegungen zur Friedenswirksamkeit des Außenhandels der baltischen Staaten (38 S.)
- Nr. 49 *Heidrun Weßels:*  
Conversion - Challenges for Enterprises and Regions in East and West. Conference Summary, March 1998. Part 1 (30 S.)
- Nr. 50 *Heidrun Weßels:*  
Conversion - Challenges for Enterprises and Regions in East and West. Conference Summary, March 1998. Part 2.
- Nr. 51 *Gudrun Arndt / Walter Westphal:*  
Berufsmoralische Probleme aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern in naturwissenschaftlichen Kursen der gymnasialen Oberstufe. (40 S.)
- Nr. 52 SCHIFF-Tätigkeitsbericht für 1998

#### **Bezugsbedingungen SCHIFF-texte:**

Einzel Exemplare kostenlos; Mehrfachbestellungen (auch verschiedene Ausgaben) Kostenpauschale von DM 3,50 pro Stück (bitte möglichst Briefmarken beilegen); Mengenabnahme nach Vereinbarung

