



Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wissenschaftliche Berichte
FZKA 7348

Strahlenexposition bei Konditionierung radioaktiver Reststoffe

A. Reichert
Hauptabteilung Sicherheit

November 2007

Forschungszentrum Karlsruhe

in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 7348

**Strahlenexposition bei Konditionierung
radioaktiver Reststoffe**

Alexander Reichert

Hauptabteilung Sicherheit

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

2007

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

ISSN 0947-8620

urn:nbn:de:0005-073485

Zusammenfassung

Innerhalb dieses Berichtes wird die Strahlenexposition des Personals bei der Konditionierung radioaktiver Reststoffe betrachtet. Die Betrachtung erstreckt sich auf hierfür typische Anlagen und Betriebsstätten der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) des Forschungszentrums Karlsruhe, wobei zunächst die Entwicklung der Strahlenexposition für „HDB-Gesamtanlage“ für den Zeitraum 2002 bis 2006 betrachtet wird. Die Kollektivdosis liegt hierbei im Mittel bei 166 mSv/a, die mittlere Individualdosis bei 0,26 mSv/a, die maximale Individualdosis lag bei 6,7 mSv/a. Im weiteren werden die Kollektivdosen für die vier für HDB typischen Betriebsbereiche / Betriebsstätten für den Zeitraum 2004 bis 2006 betrachtet. Während die Kollektivdosis der Anlage G/S tendenziell nach unten geht, bleibt sie bei der Anlage V und M in etwa konstant. Bei der Anlage L ist ein deutlicher Anstieg zu erkennen, welcher damit begründet ist, dass im Jahr 2005 mit Nachkonditionierungsarbeiten begonnen wurde, welche im Jahr 2006 auf einen 2-Schichtbetrieb ausgedehnt wurden.

Da bezüglich der Strahlenexposition anderer Reststoff verarbeitender Betriebe keine „Vergleichszahlen“ vorliegen, wurde versucht, die HDB-Anlagen untereinander zu bewerten, es wurde hierfür als Kennzahl das Verhältnis aus der Kollektivdosis und der im jeweiligen Jahr verarbeiteten Aktivität gewählt. Der Verlauf der Kennzahlen entspricht in etwa auch der Art und Weise, wie die radioaktiven Reststoffe in der Anlage gehandhabt werden. Bei dieser Betrachtung auffällig sind die etwas höheren Kennzahlen der Anlage V, hier wird nun versucht, die Arbeitsabläufe auf administrative Weise zu optimieren, so dass die Kennzahlen sich in etwa auf dem Niveau der Anlage G/S einpendeln.

Radiation Exposure Resulting from the Conditioning of Radioactive Waste

The present report focuses on the radiation exposure of the personnel during the conditioning of radioactive waste. It is referred to typical plants and facilities of the Central Decontamination Department (HDB) of the Forschungszentrum Karlsruhe. In particular, development of radiation exposure of all HDB plants will be highlighted for the period from 2002 to 2006. The average collective dose amounts to 166 mSv/a. The average individual dose is 0.26 mSv/a, whereas the maximum individual dose reached 6.7 mSv/a. After this, the collective doses measured at four facilities/in four operation areas typical of HDB will be analyzed for the period from 2004 to 2006. While the collective dose at the facility G/S tends to drop, it remains about constant at the facilities V and M. At the facility L, a considerable increase is observed, which is due to the fact that post-conditioning work started in 2005 and was extended to two-shift operation in 2006.

As no “reference figures” are available for the radiation exposure at other facilities that process waste, it is attempted to assess the HDB facilities with respect to each other. For this purpose, the ratio between the collective dose and the activity processed in the respective year is chosen as the relevant characteristic. These characteristics more or less reflect the way the radioactive residues are handled at the facility. Analysis reveals that the characteristics of the facility V are somewhat higher. It is therefore tried to optimize the work processes in an administrative manner, such that the characteristics will be reduced to the level of the G/S facility.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Betriebe zur Verarbeitung bzw. Konditionierung radioaktiver Reststoffe in der HDB	1
3. Strahlenexposition des Personals	3
4. Bewertung der Messergebnisse und Ausblick	6

1. Einleitung

Bei der Konditionierung radioaktiver Reststoffe steht in erster Linie die damit verbundene Volumenreduzierung im Hinblick auf die Endlagerung in einem Endlager des Bundes im Vordergrund. Innerhalb dieses Berichts soll nun die mit der Konditionierung der radioaktiven Reststoffe verbundene Strahlenexposition des Personals betrachtet werden. Die Strahlenexposition wird hierbei auf Grundlage der „nichtamtlichen Dosimetrie“ für das in der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) tätige Personal (Eigen- und Fremdfirmenmitarbeiter) ermittelt.

2. Betriebe zur Verarbeitung bzw. Konditionierung radioaktiver Reststoffe in der HDB

In den Betriebsstätten der HDB werden in erster Linie die auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) anfallenden radioaktiven Reststoffe verarbeitet bzw. konditioniert. Des weiteren besteht auch die Möglichkeit, diese Arbeiten für Dritte, d. h. externe Kunden, durchzuführen. Die einzelnen Betriebsstätten sind so ausgelegt, dass sowohl flüssige wie auch feste brennbare und nicht brennbare radioaktive Reststoffe verarbeitet werden können. Entsprechend dem Aktivitätsinventar der zu verarbeitenden radioaktiven Reststoffe erfolgt dies in hierfür speziell ausgelegten Betriebsstätten wie z. B. MAW-Verschrottung oder α -Caisson.

Innerhalb dieses Berichts soll nun die Strahlenexposition des Personals für die Gesamtanlage HDB sowie für die Betriebsstätten

- Gerätedekontamination / LAW-Verschrottung (Anlage G/S)
- MAW-Verschrottung (Anlage M)
- Verbrennungsanlage (Anlage V)
- Eingangs- /Zwischenlager und Transporte (Anlage L)

betrachtet werden.

2.1 Gerätedekontamination / LAW-Verschrottung

Dieser Betriebsbereich besteht genau genommen aus den Betriebsstätten Gerätedekontamination (Anlage G) und LAW-Verschrottung (Anlage S).

Da das in diesem Bereich tätige Personal in beiden Anlagen wechselweise tätig werden kann und beide Anlagen über den gleichen Zugang begangen werden, ist eine Zuordnung der Strahlenexposition zu der Anlage G bzw. S nicht eindeutig möglich, so dass in diesem Fall beide Anlagen zusammen betrachtet werden müssen.

Die Betriebseinrichtungen der Anlage G sind so ausgelegt, dass anfallende kontaminierte Anlagenteile zum Zwecke der Reparatur und Wiederverwendung bzw. anfallende radioaktive Stoffe zum Zwecke der Freigabe dekontaminiert werden können. Des weiteren können in den Betriebseinrichtungen so spezielle Arbeiten wie Reparatur von kontaminierten Tankfahrzeugen und Tankcontainern, Konditionierung von

Sonderreststoffen, Sortieren und Umpacken von kontaminierten Teilen durchgeführt werden.

In Bezug auf den erzielten Durchsatz bzw. die verarbeitete Aktivität der radioaktiven Reststoffe wesentliche Betriebseinrichtungen sind die

- LAW-Zerkleinerung
- β -Caisson
- α -Caisson
- Strahlkabine (Stahlkiesstrahlen)
- Bauschutt-Umfüllanlage.

Die Betriebseinrichtungen der Anlage S sind so ausgelegt, dass anfallende radioaktive Reststoffe (fest, nicht brennbar) im Bedarfsfall mit thermischen oder mechanischen Verfahren zerlegt werden können und die zerlegten Teile mit Hilfe zweier Pressen (Vorpresse, Hochdruckpresse) zum Zwecke der Volumenreduzierung verpresst werden können. Die dabei entstehenden Presslinge werden fernbedient in 200-l-Fässer eingebracht.

2.2 Verbrennungsanlage (Anlage V)

Die Betriebsstätte Verbrennungsanlage bestand im betrachteten Zeitraum aus der Verbrennungsanlage zur Verbrennung radioaktiver Reststoffe sowie der neuen LAW-Eindampfanlage.

Die Verbrennungsanlage hat zum Ziel, das Volumen der brennbaren radioaktiven Reststoffe zu reduzieren, sowie die Umwandlung der brennbaren, eventuell faul- und gärfähigen radioaktiven Reststoffe in chemisch stabile Stoffe, welche zur sicheren Endlagerung weiter verarbeitet werden können.

Die LAW-Eindampfanlage dient der Behandlung flüssiger radioaktiver Reststoffe, welche nicht verbrannt werden können.

2.3 MAW-Verschrottung (Anlage M)

Die Betriebsstätte MAW-Verschrottung ist ausgelegt zur Verarbeitung mittelaktiver Abfälle, im wesentlichen sind das Coreeinbauten aus den Forschungsreaktoren des FZK sowie auch aus Leistungsreaktoren (z. B. BE-Kästen aus SWR oder Steuerelemente). Die gesamte Anlage ist als „Heiße Zelle“ aufgebaut, die Verarbeitung der radioaktiven Reststoffe erfolgt nahezu vollständig fernhantiert.

2.4 Eingangs- / Zwischenlager und Transporte (Anlage L)

Dieser Betriebsteil besteht zum einen aus dem Eingangslager, in welchem die zu verarbeitenden radioaktiven Reststoffe angeliefert und bis zu ihrer weiteren Verarbeitung gelagert werden. In den Zwischenlagern werden die konditionierten radioaktiven Reststoffe bis zu einer Einlagerung in ein Endlager zwischengelagert. Aufgrund der schon beträchtlichen Zwischenlagerzeiten muss ein Großteil dieser bereits konditionierten Reststoffe nachkonditioniert werden, was dazu führte, dass in diesem Be-

triebsteil nicht nur eine Zwischenlagerung stattfindet, sondern auch Reststoffgebinde ausgepackt und entsprechend der derzeit gültigen Endlagerbedingungen in Endlagercontainer verpackt werden. In diesen Betriebsteil ist weiter die Transportgruppe integriert, welche sämtliche Transporte radioaktiver Reststoffe sowohl in der HDB wie auch im gesamten FZK durchführt.

3. Strahlenexposition des Personals

Die Strahlenexposition des Personals wird auf Grundlagen der nicht amtlichen Dosis betrachtet. Die Erfassung der nichtamtlichen Dosis erfolgt bei FZK mit bauart-zugelassenen und geeichten elektronischen Dosimetern.

3.1 HDB-Gesamtanlage

Die Betrachtung der Strahlenexposition für HDB-Gesamtanlage erfolgte für einen Zeitraum von 2002 bis 2006 (siehe Tabelle 1).

Jahr	Kollektivdosis (mSv)	beruflich strahlenexponierte Personen	Individualdosis (mittel) (mSv/a)	Individualdosis (max) (mSv/a)
2002	185	611	0,30	6,7
2003	153	688	0,22	4,8
2004	192	651	0,29	5,3
2005	152	707	0,21	4,2
2006	148	579	0,26	5,6

Tab. 1: Strahlenexposition des Personals für HDB-Gesamtanlage für den Zeitraum 2002 bis 2006

Wie aus Tab. 1 ersichtlich, liegt die jährliche Kollektivdosis für den Betrachtungszeitraum, abhängig von der Zahl der beruflich strahlenexponierten Personen, in einem Bereich von 148 mSv/a bis 192 mSv/a, und die mittlere Individualdosis in einem Bereich von 0,2 mSv/a bis 0,3 mSv/a. Die maximale Individualdosis lag im Betrachtungszeitraum zwischen 4,2 mSv/a und 6,7 mSv/a. Diese Maximalwerte sind auf geplante Interventionseinsätze in der Anlage M zurückzuführen.

Die Abb. 1 zeigt nochmals graphisch den Verlauf der Kollektiv- und mittleren Individualdosis sowie die Anzahl der im jeweiligen Jahr bei HDB angemeldeten beruflich strahlenexponierten Personen.

Strahlenexposition HDB-Gesamtanlage

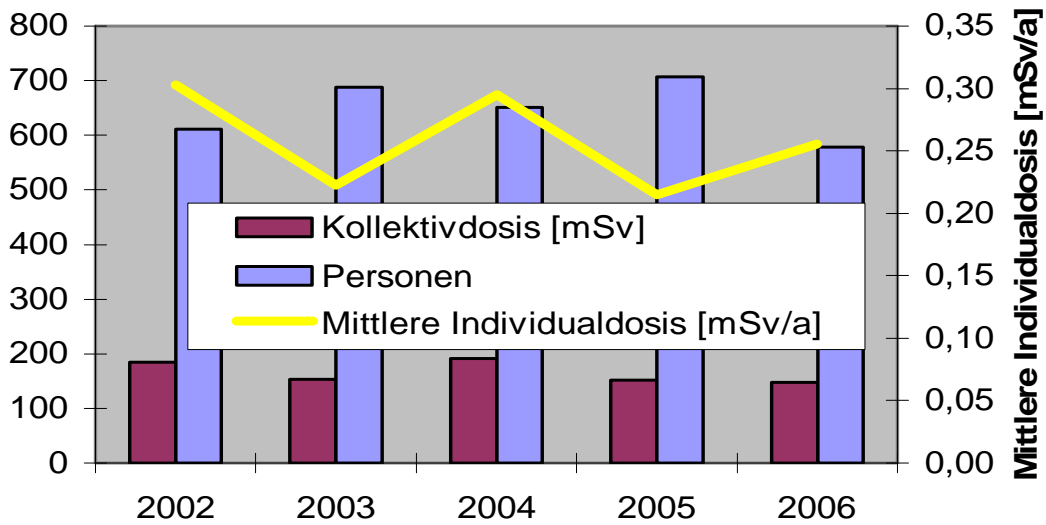


Abb. 1: „Strahlenexposition HDB-Gesamt“

In der Abb. 2 ist exemplarisch die Verteilung der Individualdosis für das Jahr 2006 dargestellt.

Individualdosisverteilung 2006

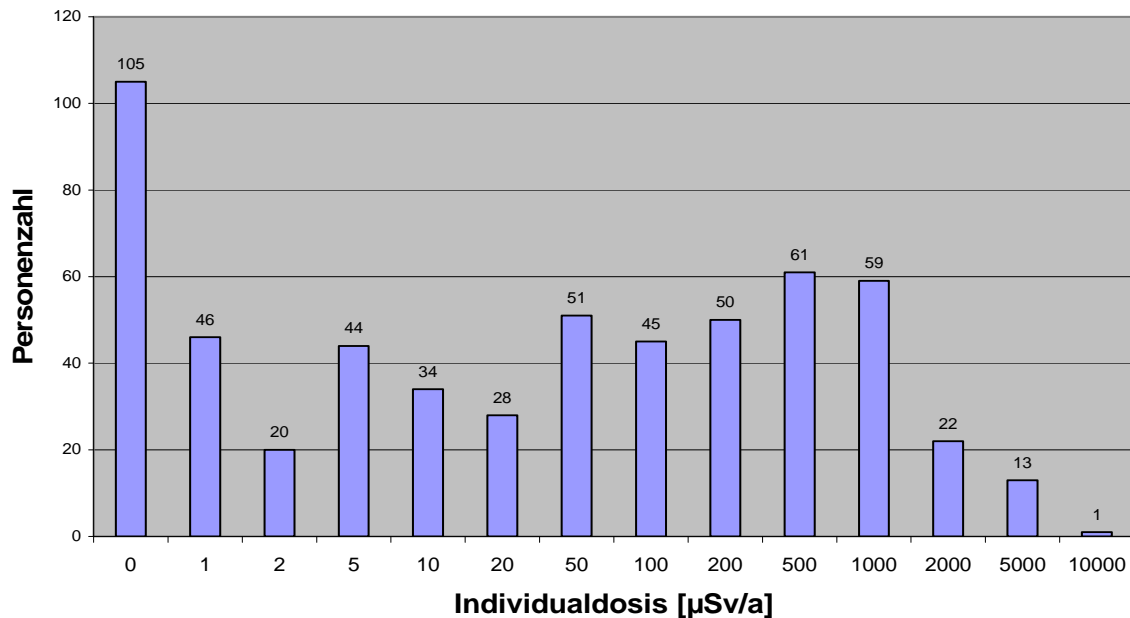


Abb. 2: „Individualdosisverteilung 2006“

3.2 Anlagenspezifische Strahlenexposition

Nachfolgend wird die Strahlenexposition des Personals für die vier für HDB typischen Betriebsbereiche / Betriebsstätten betrachtet. Als Betrachtungszeitraum stand nur 2004 bis 2006 zur Verfügung, da erst ab 2004 auf eine anlagenspezifische (auftragsbezogene) Dosiserfassung umgestellt wurde.

Die nachfolgende Abb. 3 zeigt den Verlauf der Kollektivdosen für die Anlagen G/S, V, M und L für den Zeitraum 2004 bis 2006.

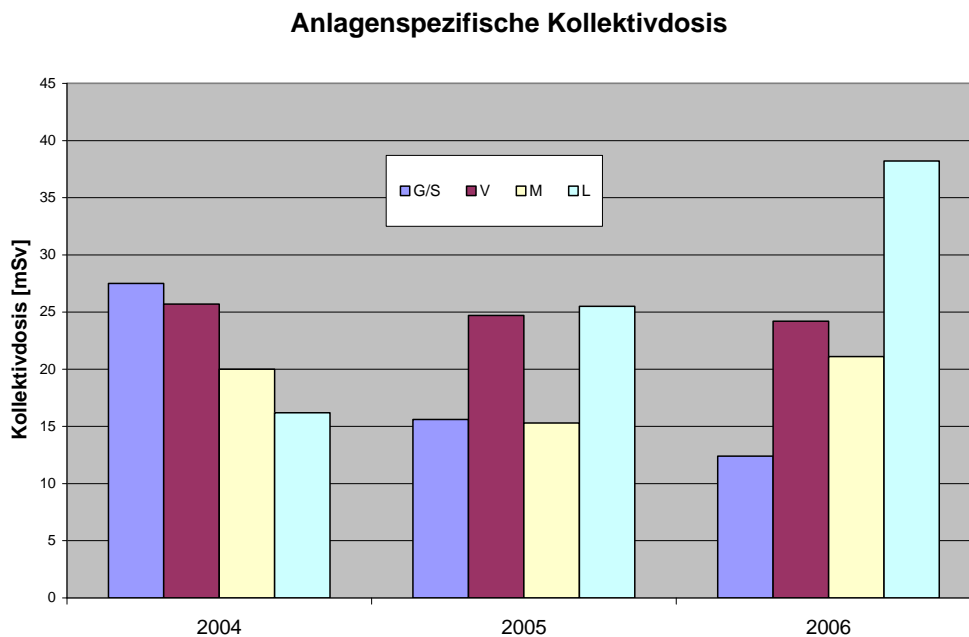


Abb. 3: „Anlagenspezifische Kollektivdosis“

Bei Betrachtung der Abb. 3 ist zu erkennen, dass die Kollektivdosen der Anlagen V und M in etwa konstant verlaufen, während der Verlauf der Kollektivdosis bei der Anlage G/S tendenziell nach unten geht, und der Verlauf der Kollektivdosis für die Anlage L deutlich ansteigt. Dieser Anstieg ist im wesentlichen darin begründet, dass ab 2005 nachhaltig mit der Nachkonditionierung bereits zwischengelagerter radioaktiver Reststoffe begonnen wurde, welche dann ab 2006 im 2-Schichtbetrieb weiter geführt wurde.

3.3 Verlauf der Kollektivdosis und der verarbeiteten Aktivität

Innerhalb dieses Berichtes wurde auch versucht, die Betriebsstätten aus Kap. 3.2 hinsichtlich der Strahlenexposition des dort tätigen Personal zu bewerten, als Kennzahl hierfür wurde das Verhältnis aus der Kollektivdosis und der im jeweiligen Jahr verarbeiteten Aktivität gewählt. Da es sich bei den Anlagen G/S, V und M ausschließlich um Reststoff verarbeitende Betriebsstätten handelt, deren verarbeitete Aktivität entsprechend erfasst und dokumentiert wird, umfasst das Tätigkeitsfeld der Anlage L neben dem Lagerbetrieb auch das Transportwesen, so dass hierfür keine typischen „Verarbeitungszahlen“ vorliegen. Demzufolge werden nachfolgend auch nur die Anlagen G/S, V und M betrachtet.

In der Abb. 4 ist der Verlauf von „Kollektivdosis zu verarbeiteter Aktivität“ für die zuvor genannten Betriebsstätten für den Zeitraum 2004 bis 2006 dargestellt.

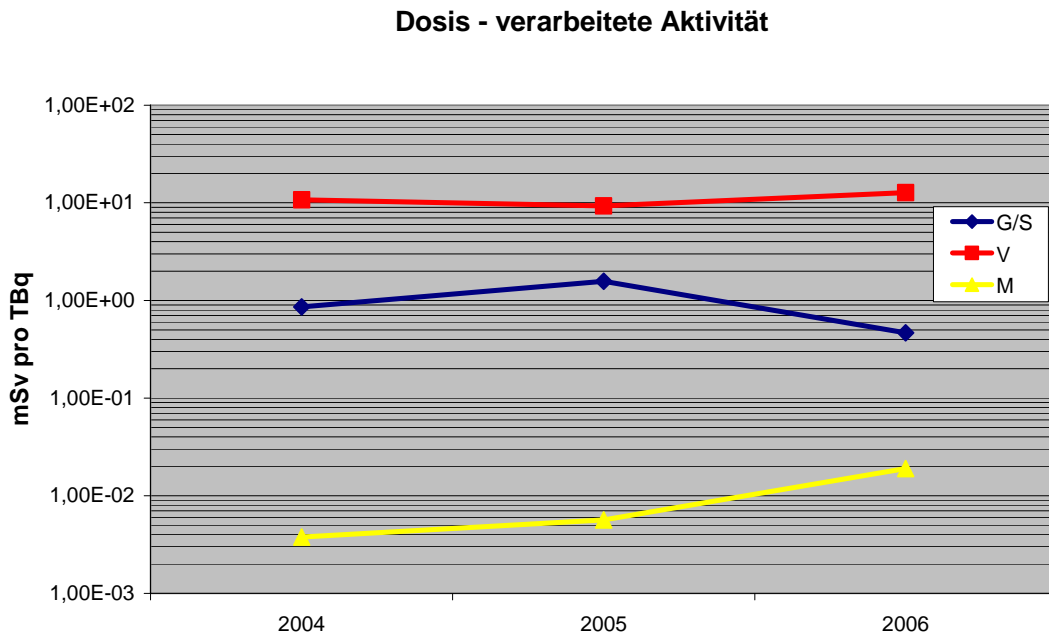


Abb. 4: „Kollektivdosis zu verarbeiteter Aktivität“

Wie aus der Abbildung 4 ersichtlich, weist bei dieser Betrachtung die Anlage M das günstigste Verhältnis von Kollektivdosis zu verarbeiteter Aktivität auf. Was sich natürlich darauf zurück führen lässt, dass die Verarbeitung von radioaktiven Reststoffen in dieser Anlage ausschließlich fern hantiert erfolgt. Die im jeweiligen Jahr aufgelaufene Dosis ist daher im wesentlichen auf Interventionseinsätze in den Zellen sowie die Bereitstellung der radioaktiven Reststoffe zum An- und Abtransport zurückzuführen.

Die Verarbeitung der radioaktiven Reststoffe in der Anlage G/S erfolgt zum Teil händisch (Betriebsteil G), zum Teil fern hantiert (vorzugsweise Anlage S), so dass in diesem Fall schon ein deutlicher Anstieg zu erkennen ist, was das Verhältnis von Kollektivdosis zu verarbeiteter Aktivität betrifft.

Die Verarbeitung der radioaktiven Reststoffe in der Anlage V erfolgt gänzlich ohne Fernhantierung, so dass hier erwartungsgemäß das Verhältnis von Kollektivdosis zu verarbeiteter Aktivität den ungünstigsten Wert der 3 betrachteten Anlagen annimmt.

4. Bewertung der Messergebnisse und Ausblick

Bei Betrachtung der Strahlenexposition für HDB (Gesamtanlage) ist zu erkennen, dass sich sowohl die Kollektivdosis wie auch die mittlere Individualdosis in einem relativ konstanten Bereich bewegen. Die Betrachtung der maximal gemessenen Individualdosen zeigt, dass diese allesamt deutlich unterhalb des Grenzwertes für die effektive Dosis vom 20 mSv/a lagen. Aus der Abbildung 2 (Individualdosisverteilung) ist weiter ersichtlich, dass z. B. im Jahr 2006 nur eine Person eine Dosis von > 5 mSv/a hatte.

Bei Betrachtung der anlagenspezifischen Kollektivdosen fällt auf, dass die Kollektivdosis der Anlage L einen deutlichen Anstieg verzeichnet, was eben mit der im Jahr 2005 begonnenen Nachkonditionierung alter Reststoffe begründet ist, der weitere Anstieg im Jahr 2006 ist mit der Einführung des 2-Schichtbetrieb bei der Nachkonditionierung begründet.

Um die drei Reststoff verarbeitenden Anlagen G/S, V und M hinsichtlich der Strahlenexposition des Personals bewerten zu können, wurde die Kennzahl „Kollektivdosis - verarbeitete Aktivität“ eingeführt. Da für Reststoff verarbeitende Betriebe keine vergleichbaren Kennzahlen vorliegen, konnte nur ein Vergleich der drei Anlagen untereinander erfolgen. Bei der Anlage V ist auffällig, dass bei einer vergleichsweise geringen verarbeiteten Aktivität eine relativ hohe Dosis auftritt. Im Sinne des Minimierungsgebots soll nun versucht werden, die Kennzahl für die Anlage V zu senken. Ein erster Arbeitsschritt hierfür wird sein, dass alle relevanten Betriebsvorgänge/Arbeitsplätze hinsichtlich der dortigen Strahlenexposition untersucht werden. Durch eine Optimierung der Arbeitsabläufe soll zunächst auf administrative Weise versucht werden, die Kennzahl zu senken, Ziel wäre hierbei, in einen Bereich vergleichbar dem der Anlage G/S zu kommen.