

# **Der Maßnahmenkatalog zur Behandlung und Entsorgung radioaktiv kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte am Beispiel der Milch**

Von G. Haase

Institut für Chemie und Technologie der Milch der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel – Standort Kiel, Postfach 60 69, D-24124 Kiel

## **1. Einleitung**

Der Maßnahmenkatalog (1) wurde nach Tschernobyl im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Überwachungsverein (TÜV) Rheinland/Berlin-Brandenburg, der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH und dem Fachbereich für Strahlenshygiene des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erarbeitet. Die erste Version des Maßnahmenkataloges wurde im Juni 1992 veröffentlicht. In der ersten Überarbeitung im Oktober 1999 wurde der Maßnahmenkatalog in zwei neue Teile gegliedert. Im ersten Teil sind Maßnahmen aufgeführt, die zum Schutze der Bevölkerung vor Strahlenexposition und zur Erreichung einer gewissen Wertschöpfung eingesetzt werden sollen. Im zweiten Teil des Maßnahmenkataloges finden sich Daten und ergänzende Informationen.

Der Maßnahmenkatalog wurde 2005 um den in einer Arbeitsgruppe des Ausschusses Notfallschutz der Strahlenschutzkommission erarbeiteten Band 3 ergänzt, der seinerseits in die vorliegende zweibändige Fassung integriert wurde. Dieser Teil 3 beschäftigt sich mit der Problematik der Behandlung und Entsorgung von Erzeugnissen und Reststoffen aus den Bereichen Milch, Fleisch, Gemüse, Obst, Wein und Getreide. Hintergrund für das Erarbeiten eines dritten Teils war die Entwicklung und Diskussion solcher Maßnahmen bei unseren Nachbarländern.

Der Maßnahmenkatalog ist eine Arbeitshilfe für die mit der Strahlenschutzvorsorge (2) befassten Behörden und Entscheidungsgremien und enthält eine Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen. Diese Maßnahmen werden also nötig, wenn es zu einem Störfall oder Unfall in einer in- oder ausländischen kerntechnischen Anlage kommt. Kernkraftwerke verfügen allerdings über Sicherheitseinrichtungen sowie vorgeplante Maßnahmen, die das Eintreten eines kerntechnischen Unfalls mit relevanten radiologischen Auswirkungen in der Umgebung praktisch ausschließen sollen. Da aber doch ein gewisses Restrisiko besteht müssen zum Schutz der Bevölkerung von den zuständigen Behörden Maßnahmen ergriffen bzw. empfohlen werden können, wenn bei einem Ereignis radioaktive Stoffe in nennenswertem Umfang freigesetzt werden oder radiologische Auswirkungen in der Bevölkerung zu erwarten sind.

Als Grundlage für Entscheidungen von Maßnahmen wird grundsätzlich eine Tabelle mit Höchstwerten für Radioaktivität in Nahrungs- und Futtermitteln herangezogen, die bei einem Unfall in der Europäischen Union in Kraft gesetzt wird.

Tab. 1: EU-Höchstwerte der Aktivitätskonzentration in Nahrungsmitteln (Bq/kg) (3).

	Nahrungsmittel (1)				
	Nahrungsmittel für Säuglinge	Milcherzeugnisse	Andere Nahrungsmittel außer Nahrungsmitteln von geringer Bedeutung	Flüssige Nahrungsmittel	Nahrungsmittel von geringer Bedeutung
<b>Strontium-Isotope, insbesondere Sr-90</b>	75	125	750	125	7500
<b>Iod-Isotope, insbesondere I-131</b>	150	500	2000	500	20000
<b>Alpha-Teilchen emittierende Plutoniumisotope und Transplutoniumelemente, insbesondere Pu-239, Am-241</b>	1	20	80	20	800
<b>Alle übrigen Nuklide mit Halbwertszeiten von mehr als 10 Tagen, insbesondere Cs-134, Cs-137</b>	400	1000	1250	1000	12500

Tab. 2: Höchstwerte der spezifischen Aktivität von Cs-134 und Cs-137 für Futtermittel

Tierart	Konzentration in Bq/kg
<b>Schwein</b>	1 250
<b>Geflügel, Lamm, Kalb</b>	2 500
<b>Sonstige</b>	5 000

Der Strahlenschutzvorsorge in der Landwirtschaft kommt bei kerntechnischen Unfällen mit Auswirkungen auf die Bundesrepublik Deutschland eine besondere Bedeutung zu, denn die in der Landwirtschaft erzeugten Grundnahrungsmittel sind für den Expositionspfad Ingestion von größter Bedeutung. Aus radiologischer Sicht ist dieser Pfad, wenn er nicht unterbrochen werden kann, im Hinblick auf die Dosis erheblich bedeutsamer als die Expositionspfade Inhalation und externe Bestrahlung. Außerdem ist die Landwirtschaft der größte Flächennutzer, der durch großräumige Belastungen jeglicher Art naturgemäß stark betroffen ist.

Seiner Zielsetzung entsprechend werden im Maßnahmenkatalog im großem Umfang Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich und in der Ernährungsindustrie behandelt. Diese Maßnahmen betreffen landwirtschaftlich genutzte Böden und Ressourcen wie Wasser in Bewässerungsanlagen oder Viehtränken sowie die Behandlung kontaminier-

ter landwirtschaftlicher Produkte in den wichtigsten Produktionsbereichen Milch, Fleisch, Gemüse, Getreide, Obst und Wein. Bei hohen Kontaminationen ist es denkbar, dass die landwirtschaftlichen Produkte auch nach Dekontaminationsmaßnahmen, z.B. durch Verarbeitung, nicht mehr in Verkehr gebracht werden können. Weiterhin können bei der Verarbeitung gering kontaminierter Ausgangsmaterialien auch höher kontaminierte Fraktionen entstehen (Beispiel Molke), die nicht mehr verwertet werden können.

Der Teil 3 des Maßnahmenkatalog gliedert sich nach dieser Einführung in weitere 8 Kapitel. Im Kapitel 2 werden die generell möglichen Entsorgungswege zusammengestellt und kurz beschrieben.

#### Übersicht der möglichen Wege zur Beseitigung für die unterschiedlichen Abfallprodukte (1)

Entsorgungswege	Materialien (Beispiele)
Unterpflügen	Gemüse, Getreide
Kompostierung	Pflanzen bzw. Pflanzenteile
Deponierung	Biologisch stabile Produkte wie Asche
Ausbringung von kontaminierten organischen Materialien	Milch evt. vermischt mit Gülle, Kompost, Molke und Molkepulver, Trester
Vergraben	Tierkörper in geringen Mengen
Verbrennung pflanzlicher Produkte	Getreide, Mahlrückstände, Stroh, Kompost, (Gemüse)
Verbrennung von tierischen Produkten	Ganze Tierkörper, Tierteile, Tiermehl, Knochen, Knochenmehl, Blutmehl, Schlämme, Molkepulver, Milchpulver
Abdecken	Zerlegen von Tieren in Tierkörperbeseitigungsanlagen und Verarbeitung zu Tiermehl, Tierfett
Verklappen von kontaminierten Flüssigkeiten	Milch, Molke
Biologische Behandlung (Faulung) der Ernte	Gemüse, Obst
Biologische Behandlung (Faulung) von Milch	Milch
Verarbeitung und Lagerung von Milch zur späteren Beseitigung	Milch

Die nächsten Kapitel behandeln die Produktgruppen Milch (Kapitel 3), Fleisch (Kapitel 4), Gemüse (Kapitel 5), Obst und Wein (Kapitel 6) sowie Getreide (Kapitel 7). Diese Kapitel sind alle gleich aufgebaut und enthalten Aussagen zu den Maßnahmen, Strategien, Abfallmengen und Abfallströmen, zum Aktivitätsfluss sowie allgemeine Informationen zum Sektor. Letztere sollen eine Einschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung des Sektors ermöglichen. Weiterhin werden dabei die wichtigsten Verarbeitungsschritte dargestellt, dies auch im Hinblick auf die möglichen Kontaminationen der Haupt-, Neben- und Abprodukte. Kapitel 8 enthält Aussagen zu den unterschiedlichen Entsorgungsanlagen (Funktion, Kapazität) und beschreibt die in Deutschland vorhandene Entsorgungs-

infrastruktur. Eine Gegenüberstellung von Produktionsmengen als maximal mögliche Abfallmengen und Entsorgungskapazitäten verdeutlicht die Mengenprobleme. In Kapitel 9 werden überschlägige Betrachtungen der Strahlenexposition bei einigen Entsorgungswegen angestellt. Generell sollte nicht nur die Einleitung entsprechender Maßnahmen im Einsatzfall von Messungen abhängig gemacht werden, sondern auch die Maßnahmendurchführung durch Messungen begleitet und so sicher gestellt werden, dass Arbeiter und Bevölkerung durch die Verarbeitungs- und Entsorgungsmaßnahmen nicht einer unangemessenen Strahlenexposition ausgesetzt sind.

Der dritte Teil des Maßnahmenkatalogs wurde unter Beteiligung aller Interessengruppen, der sogenannten Stakeholder (z.B. Behörden, Wirtschaft, Erzeuger, Verarbeiter, Entsorger, Verbände, Handel und Konsumenten), hinsichtlich der Annahmen und Maßnahmen diskutiert und überprüft. Durch diese breite Diskussion sollen alle Maßnahmen hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit und Akzeptanz durch die Interessengruppen beleuchtet werden. In der zweiten Überarbeitung der ersten beiden Bände wurden unter anderem die Ergebnisse der Workshops integriert.

Auf internationaler Ebene wurde im 5. Rahmenprogramm der EU im Projekt „STRATEGY“<sup>1</sup> (Sustainable Restoration And Long-Term Management Of Contaminated Rural, Urban And Industrial Ecosystems) u. a. mögliche Verfahren zur Behandlung kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte nicht nur unter radiologischen Gesichtspunkten sondern auch unter ethischen Kriterien, ökonomischen Aspekten und im Hinblick auf soziale Akzeptanz untersucht. Das Vorhaben „FARMING“<sup>2</sup> (Food and Agriculture Restoration Management Involving Networked Groups), das in 5 EU-Staaten (B, FIN, F, GR, GB) durchgeführt worden ist, hatte hauptsächlich zum Ziel, Interessenvertreter aus Produktion, Verarbeitung, Handel sowie Verbraucher in die Diskussion der Verfahren einzubeziehen. Der abschließende Workshop WISDOM “Workshop to extend the Involvement of Stakeholders in Decisions On restoration Management”, Oxford, 15.09.03 bis 17.09.03, führte zu der Empfehlung, dass nunmehr auf nationaler Ebene in allen EU-Staaten die Interessenvertreter in die Diskussion um Interventionsmaßnahmen einbezogen werden sollten.

## **2. Bewertung der Interventionsmaßnahmen für Milch nach der Diskussion mit den beteiligten Interessengruppen (4)**

Maßnahmen, die effektiv, akzeptabel und durchführbar sind. Für die folgenden Maßnahmen werden die entsprechenden Vor- und Nachteile des Maßnahmenkatalogs in der Regel als plausibel erachtet, allerdings sind weitere Randbedingungen und Regelungen notwendig.

- a. Aufstallen und Verfüttern unkontaminierter Futterkonserven: Durch diese Maßnahme der ersten Stunde wird eine Aufnahme der auf dem Weideland deponierten Radionuklide effektiv verhindert. Die Milch könnte bedenkenlos in die Vermarktung/Verarbeitung eingeschleust werden.
- b. Zur Reduzierung der Milchleistung kann das Milchvieh auf energieärmeres Futter umgestellt werden. Dies könnte durch sofortiges Absetzen des Kraftfutters sowie Verdünnung des Futters z.B. durch Stroh erreicht werden. Dadurch ließe sich die Milchleistung unmittelbar um bis zu 75% reduzieren. Somit würde radioaktiv kontaminierte Milch oder nicht zu vermarktende, unkontaminierte Milch in geringerer Menge anfallen.

<sup>1</sup> <http://www.strategy-ec.org.uk/>

<sup>2</sup> <http://www.ec-farming.net/>

- c. Futterzusatz wird nur in Form von Berliner Blau (tägliche Gabe ca. 3 g) als anwendbar und effektiv angesehen. Allerdings wird die Verfügbarkeit, Verteilung, Finanzierung und die Lagerung als kritisch angesehen, da es unter anderem in der BRD zur Zeit nur einen Betrieb gibt, der Berliner Blau herstellt. Die tägliche Menge des Futterzusatzes Bentonit liegt bei ca. 1,5 kg. Diese Menge wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht von dem Milchvieh aufgenommen und kommt daher als Dekontaminationsmöglichkeit für die Milch nicht in Frage.
- d. Schlachtung wird nur im Sinne einer Entsorgung bzw. Reduktion der Milchproduktion gesehen. Eine Wertschöpfung durch die Fleischvermarktung wird nicht für möglich gehalten, da zu erwarten ist, dass das Fleisch ebenfalls kontaminiert oder zumindest nicht zu vermarkten ist.
- e. Milch auf Flächen ausbringen wird als die effektivste Maßnahme angesehen. Hierbei kann die Milch mit der Gülle auf dem Land des Milcherzeugers ausgebracht werden. Prinzipiell ändert sich dadurch die radiologische Lage vor Ort nicht, da die Radioaktivität wieder dort ausgebracht wird, wo das Milchvieh sie aufgenommen hat. Um die jährlichen auszubringenden Milchmengen abschätzen zu können, kann folgende Überlegung betrachtet werden: In der Regel hat jeder Erzeuger pro Kuh einen 0,5 Hektar Weideland zu Verfügung. Mit der Annahme, dass eine Kuh im Jahr eine Milchleistung von 10.000 Liter hat, müsste diese Menge auf das Land ausgebracht werden. Dafür würden nun 5.000 m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen. Daraus folgt, dass ein Quadratmeter Weideland pro Jahr nur 2 Liter Milch aufnehmen müsste, um eine komplette Entsorgung der Milch sicherzustellen. Bei entsprechender Reduktion der Milchleistung (Punkt b) wäre eine theoretische Ausbringung von nur noch 500 ml pro Jahr und m<sup>2</sup> zu realisieren.

Für die Maßnahmen, die nur bedingt effektiv, akzeptabel und durchführbar sind, werden die entsprechenden Vor- und Nachteile des Maßnahmenkatalogs in der Regel als plausibel erachtet, allerdings sind weitere Randbedingungen und Regelungen notwendig.

- a. Laktationsunterbrechung und damit Reduzierung der Milchmengen. Durch die Gabe von Hormonen ist es später nach Absetzen der Laktationshemmer nicht mehr möglich, das Milchvieh in der Milchproduktion einzusetzen. Die Milchleistung derartig behandelte Kühe wäre zu niedrig. Durch den Einsatz von Laktationshemmern können Kapazitätsengpässe in den Abdeckereien überwunden werden. Gegenüber einer völligen Laktationsunterbrechung stellt die Reduktion der Milchleistung durch Futtermittelverdünnung die bessere Alternative dar.
- b. Konditionierung von Milch in Molkereien wird als unpraktikabel und unwirtschaftlich angesehen. Eine entsprechende Molkerei sollte im beaufschlagten Gebiet stehen, da hier ohnehin ein normaler Produktionsbetrieb nicht mehr möglich ist. Das Aufkonzentrieren von Milch zu hochkontaminierten Milchpulver ist jedoch nur in Werken möglich, die auch dafür ausgerüstet sind.
- c. Biologische Behandlung zur Reduzierung des chemischen (CSB) und biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB) und Einleitung von flüssigen Roh-, Zwischen- und Restprodukten in den Vorfluter, ggf. über Kläranlagen ist kaum realisierbar, da in der Regel die Molkereien zur direkten Behandlung von Rohmilch in dieser Form keine technischen Anlagen zur Verfügung haben. Die Verwertung in Biogasanlagen ist nur sehr eingeschränkt möglich, da diese Anlagen sehr sensibel hinsichtlich der Rohstoffzusammensetzung reagieren. Zusätzlich ist die starke Aufkonzentrierung der Aktivität in den Gärresten zu nennen.

Für die Maßnahmen, die nicht durchführbar sind, werden die entsprechenden Vor- und Nachteile des Maßnahmenkatalogs in der Regel als plausibel erachtet, allerdings sind weitere Randbedingungen und Regelungen notwendig.

- a. Gegen die Einleitung von kontaminierter Rohmilch, Milchprodukten und Abprodukten in das Meer (Pipeline / Schiffe) sprechen die hohen Transportkosten und das OSPAR-Abkommen.
- b. Milchverarbeitung und Verwerfen hoch kontaminierter Zwischen- und Endprodukte führt zu einem starken Imageverlust des Betriebes, der diese Maßnahmen durchführt. Dieser Betrieb wäre auch in der Zukunft nicht in der Lage Produkte in den Handel zu bringen, da der Konsument diese Produkte nicht kaufen würde. Die Konsumenten würden immer auf „aktivitätsfreie“ Produkte zurückgreifen, die mit großer Wahrscheinlichkeit im EU-Markt zur Verfügung stehen.

Die intensive Diskussion mit den Interessengruppen aus dem Bereich der Erzeugung und Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte macht deutlich, dass von diesen keine Akzeptanz kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte oder von kontaminierten industriellen Produkten durch den Verbraucher erwartet wird. Dies wird auch für solche Produkte gesehen, die unterhalb der EU-Höchstwerte liegen. In der Folge lehnen Verarbeiter die Nutzung kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte als Rohstoffe ab und werden diese nicht verarbeiten, sondern auf den internationalen Markt ausweichen. Es ist festzustellen, dass durch die akzeptanzbedingte Zurückhaltung der Hersteller Maßnahmen der Wertschöpfung deutlich an Bedeutung verlieren und Entsorgungsmaßnahmen im Vordergrund stehen, deren Durchführung schwerpunktmäßig im Bereich der Erzeuger (Landwirtschaft) zu erwarten ist.

### 3. Umsetzung obiger Ergebnisse in die Strategien der Nutzung und Entsorgung

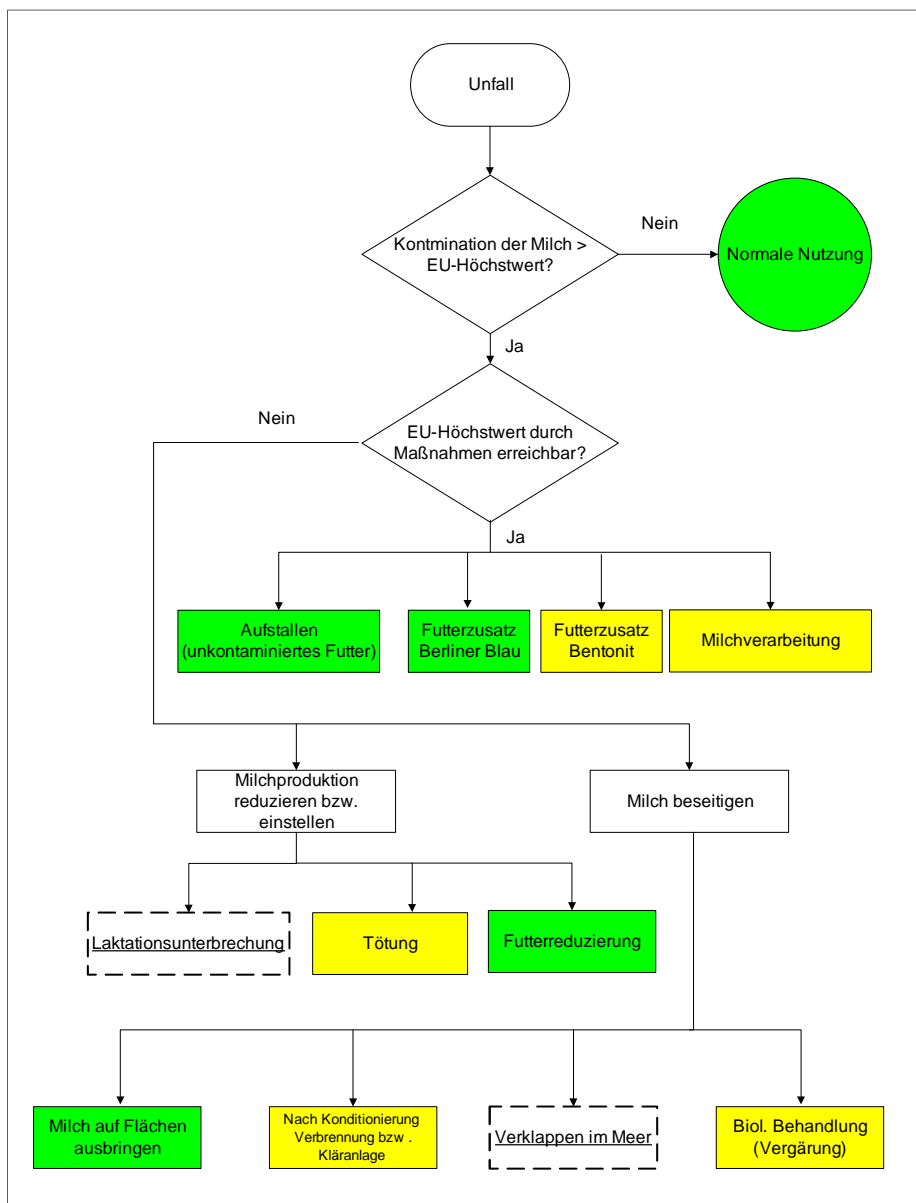


Abb. 1: Maßnahmenstrategien bei der Kontamination von Milch  
(Dunkel hinterlegt: empfehlbar, hell hinterlegt: bedingt empfehlbar, unterstrichen: nicht empfehlbar)

#### 4. Vor und Nachteile der Maßnahmen unter Betrachtung der Akzeptanz der beteiligten Interessengruppen

##### 4.1 Milch

Milch auf Flächen ausbringen

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>– Beseitigung kontaminierter Milch in großen Mengen durch den Erzeuger</li><li>– Geringer personeller und maschineller Aufwand</li><li>– Geringe Erhöhung der bereits auf dem Land abgelagerten Aktivitäten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Erzeuger muss mit kontaminierter Milch umgehen (Strahlenschutz)</li><li>– Kontamination der Maschinen</li><li>– Finanzielle Verluste</li></ul>

##### Schlussfolgerung

Sinnvolle Maßnahme; große Mengen Milch können direkt auf den Landflächen des Erzeugerhofes verteilt werden. Die Erhöhung der Flächenaktivitäten ist nur gering bis vernachlässigbar. Die Milch muss keine langen Transportwege erfahren, da der Erzeuger selbst für das Ausbringen der Milch zuständig ist. Spätere Nutzung der betroffenen Flächen wird kaum in Frage gestellt.

Die Überlegung aus 2e zeigt, dass die jährlich auf dem Land auszubringende Menge Milch mit ca. 2 Litern pro Quadratmeter relativ gering wäre. Bei Futterverdünnung kann eine Reduktion von bis zu 75% der Ausgangsmenge erreicht werden.

Die Maßnahme der Laktationsunterbrechung ist nicht sinnvoll. Rechtlich ist die Gabe von Laktationshemmern nicht gestattet.

##### Strohfütterung (Futterverdünnung)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>– Futterverdünnung führt schnell zur Reduktion der Milchleistung auf 25%</li><li>– Kühe sind in der nächsten Laktationsperiode für die Milchproduktion wieder zu gebrauchen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– keine</li></ul>

##### Schlussfolgerung

Die Maßnahme Futterverdünnung ist sinnvoll, da schnell eine Reduktion der Milchleistung herbeigeführt wird, die nach 2-4 Tagen nur noch bei 25% der ursprünglichen Leistung beträgt. Die Kühe können später wieder in der Milchproduktion eingesetzt werden.



### Laktationsunterbrechung

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Milchproduktion kann gestoppt werden</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Stoppen der Milchproduktion kann bei der Kuh bis zu vier Wochen dauern</li><li>– Finanzielle Verluste für den Erzeuger</li><li>– Laktationshemmer sind teuer und müssen vorgehalten werden</li></ul>

### Schlussfolgerung

Maßnahme nicht sinnvoll. Rechtlich ist die Gabe von Laktationshemmern nicht gestattet.

### Zerlegung von Milchvieh in Tierkörperbeseitigungsanlagen

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Sofortiges Stoppen der Milchproduktion</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Eingeschränkt durch die Kapazität der Tierkörperbeseitigungsanlagen</li><li>– Kontamination der Anlagen</li><li>– Transport notwendig</li><li>– Personaleinsatz</li><li>– Exposition des Personals</li><li>– Finanzielle Verluste der Betriebe</li></ul>

### Schlussfolgerung

Maßnahme nur bedingt sinnvoll, da dies eine endgültige Maßnahme ist und zu hohen finanziellen Verlusten bei den Erzeugern führt. Kapazitätsengpässe sind möglich.

### Milchverarbeitung und Verwerfen hoch kontaminierter Zwischen- und Endprodukte

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Dekontaminierte Produkte stehen den Menschen zur Verfügung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Verarbeiter muss mit kontaminierter Milch umgehen. (Strahlenschutz)</li><li>– Kontamination des Betriebs</li><li>– Nur bis zu einer bestimmten Höhe der Kontamination möglich</li><li>– Hoch kontaminierte Zwischenprodukte müssen beseitigt werden</li></ul>

### Schlussfolgerung

Maßnahme nicht sinnvoll, da Akzeptanz beim Verbraucher und der Industrie fehlt.

Biologische Behandlung zur Reduzierung des chemischen (CSB) und biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB) und Einleitung von flüssigen Roh-, Zwischen- und Restprodukten in den Vorfluter, ggf. über Kläranlagen

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beseitigung kontaminierter Milch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kapazität der biologischen Behandlungsanlagen begrenzend</li> <li>– Verarbeiter muss mit kontaminierter Milch umgehen. (Strahlenschutz)</li> <li>– Kontamination des Betriebs</li> <li>– Kontaminierte Klärschlämme müssen beseitigt werden bzw. transportiert und verbrannt werden</li> </ul>

Schlussfolgerung

Maßnahme nur bedingt sinnvoll, da hier die Kontamination der Maschinen, Gebäude und Menschen nicht in Relation zum Erfolg steht.

Einleitung von kontaminierter Rohmilch, Milchprodukten und Abprodukten in das Meer (Pipeline / Schiffe)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beseitigung großer Mengen von Milch</li> <li>– Aktivitätszunahme der Nord- und Ostsee sicherlich gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hierzu muss die Infrastruktur vorhanden sein</li> <li>– Dagegen spricht das OSPAR-Abkommen</li> <li>– Hohe Kosten</li> </ul>

Schlussfolgerung

Maßnahme nicht durchführbar, da nach dem OSPAR-Abkommen nicht zulässig und zu teuer.

Aufarbeitung von Zwischen- und Endprodukten zur Lagerung und/oder Verbrennung Erzeugung von Milchpulver und dessen Zwischenlagerung bzw. Verbrennung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beseitigung großer Mengen von Milch bzw. Milchpulvern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verarbeiter muss mit kontaminierter Milch umgehen. (Strahlenschutz)</li> <li>– Kontamination des Betriebs</li> <li>– Zusätzlich eventuell Kontamination bei Zwischenlagerung und Verbrennung</li> <li>– Hohe Kosten</li> </ul>

Schlussfolgerung

Maßnahme nicht sinnvoll (keine Akzeptanz).

## **5. Die Entsorgungsindustrie und ihre akzeptablen Entsorgungswege**

Im Laufe der Diskussion mit den Interessengruppen hat sich gezeigt, dass grundsätzlich keine kontaminierten landwirtschaftlichen Produkte verarbeitet werden, solange noch unkontaminierte Produkte aus dem In- und Ausland zu beziehen sind. Daher wird es sehr wahrscheinlich, dass die kontaminierten Produkte entsorgt werden müssen. Für die Entsorgung stehen drei Hauptwege, die Kompostierung, Deponierung und Verbrennung zur Verfügung.

Die Kompostierung wird zur Massenreduktion und zur biologischen Stabilisierung durchgeführt. Wenn das Unterpflügen sich als nicht gangbar erweist, kann die vorhergehende Kompostierung betrachtet werden. Kompostierung ist Zersetzung organischer Substanzen durch Mikroorganismen unter aeroben Bedingungen. Das Endprodukt ist stabiler Humus, dessen feinere Anteile als Dünger und Bodenverbesserer genutzt werden können und dessen gröbere Bestandteile üblicherweise deponiert werden. Sie kann entweder in vorhandenen Kompostierungsanlagen oder am Ort der Erzeugung durchgeführt werden. Wenn der Humus wegen einer zu hohen Kontamination nicht ausgebracht werden kann, ist zur weiteren Volumenreduzierung und zur Inertisierung eine Verbrennung möglich. Ein häufig eingesetztes einfaches Kompostierverfahren ist das Kaminzugverfahren nach Spillmann/Collins (Spillmann-Rotte). Die aufbereiteten Abfälle werden etwa 7-10 Monate offen gerottet und durch das Kaminzugverfahren belüftet. Zusammen mit der mechanischen Aufbereitung stellt die Spillmann-Rotte in Form einer aeroben Mietenrotte ein mechanisch-biologisches Aufbereitungsverfahren (MBA) dar.

Kontaminiertes Material kann nur auf geordneten Deponien abgelagert werden, wenn es zuvor inertisiert (Kompostierung und nachfolgende Verbrennung) wurde. Die Deponien sind durch Folien oder Lehmschichten gegen den Untergrund abgedichtet und verfügen über Sammlungs- und Abzugssysteme für Sickerwässer und Faulgase.

Die kontrollierte Verbrennung von Abfällen geschieht in speziellen Anlagen bei hohen Temperaturen, in der Regel über 900 °C. Die organischen Komponenten werden als Abgase freigesetzt, während die mineralischen Bestandteile als Asche zurückbleiben. Das Volumen der Asche ist um eine Größenordnung geringer als das des organischen Abfalls. Die Asche wird üblicherweise auf Deponien und evt. auch auf Ackerflächen entsorgt. In einer konventionellen Rostfeuerungsanlage wird der Abfall auf einem Rost bei Spitzentemperaturen in der Flamme bis zu 1100 °C verbrannt. Die Hauptanlagenbereiche sind Abfallvorbehandlung, Feuerung, Abgasreinigung, Waschwasserbehandlung sowie Abfallbehandlung.

## **6. Zusammenfassende Überlegungen**

Die Bereitschaft der Entsorgungsindustrie ist vorhanden, kontaminierte Produkte zu transportieren und diese Produkte geeignet zu verarbeiten, so dass stabilisierte Endprodukte entstehen, die deponiefähig sind. Kurzfristig anfallende Mengen, die die Verarbeitungskapazität überschreiten, könnten zwischengelagert werden. Diese Maßnahme wie auch andere vorlaufende Vorbereitungsschritte (z.B. Kompostierung) sind als sinnvolle Zwischenschritte zur Reduktion einer eventuellen Iod-Kontamination vor einer Verbrennung zu sehen.

Bei der Entscheidung über Entsorgungsmaßnahmen sind auch weitere wichtige Einflussgrößen wie z. B. der Nutzen der Entsorgung, der erforderliche Arbeitsaufwand und die resultierende Strahlenexposition in die Überlegungen einzubeziehen.

Bei einer geplanten Deponierung zur Dekontamination eines zu behandelten Gebietes werden unter günstigen Bedingungen und in Abhängigkeit des landwirtschaftlichen Produkts eine Reduzierung von etwa 30 % bis 50 % der Oberflächenkontamination erreicht. Dem gegenüber steht der hohe Aufwand für den Transport, Vorbereitungszeit für die Kompostierung, Verbrennung in einer geeigneten Anlage und letztendlich die Deponierung.

Durch die Maßnahme der Volumen- und Massenreduktion zur Stabilisierung der landwirtschaftlichen Produkte wird die Aktivität aufkonzentriert und die spezifische Aktivität um ca. zwei bis drei Größenordnungen ansteigen. Diese so entstandenen Endprodukte können damit erhebliche Aktivitätskonzentrationen erreichen, auch wenn sie aus Produkten erzeugt wurden, die etwa im Bereich der EU-Höchstwerte lagen. Dies wiederum führt bei der Handhabung sowie beim Transport zu deutliche Strahlenexpositionen für das Personal. Die Deponierung von stabilisierten Produkten erfordert bei den erreichten Aktivitätskonzentrationen besondere Genehmigungen bzw. Endlager. Da also die Stabilisierung zur Deponierung mit einem so hohen Aufwand verbunden ist, erscheint dieser Entsorgungspfad nur unter speziellen Bedingungen angemessen und sinnvoll.

Im Maßnahmenkatalog werden alternativ zur Deponierung in-situ Entsorgungsmaßnahmen aufgeführt, die der Landwirt mit unterschiedlichem Aufwand auf dem Hof selbst durchführen kann. Die genannten Maßnahmen reichen von „nichts tun“, d. h. die landwirtschaftlichen Produkte werden ohne weiteres Handeln auf dem Anbaugelände belassen, über Unterpflügen bis hin zu Ernte-Maßnahmen mit dem Ziel einer Dekontamination mit nachfolgender lokaler Kompostierung und Ausbringen auf nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen. Weiter können kontaminierte Produkte auch außerhalb der Nahrungsmittelkette verfüttert oder in Biogasanlagen zur Energiegewinnung genutzt werden. Zur Reduzierung der Milchproduktion kann energieärmeres Futtermittel verfüttert und die Milch gezielt auf dem Acker ausgebracht und entsorgt werden.

Im Vergleich zu den oben diskutierten Entsorgungsmaßnahmen mit Ziel der Deponierung ergibt sich für den Landwirt bei den meisten Maßnahmen ein geringerer oder vergleichbarer Aufwand. Auch bei einer Entsorgung durch Stabilisierung und Deponierung würden Erntemaßnahmen durch den Landwirt erforderlich.

Die Entsorgung auf dem Erzeugerhof ist aus radiologischer Sicht sinnvoll, weil das Gebiet ohnehin kontaminiert ist. Selbst wenn die landwirtschaftlichen Produkte liegen gelassen werden, wird sich die radiologische Lage lokal nicht verschlechtern. Die Strahlenexposition des Landwirts durch die Maßnahmen ist geringfügig, da keine Umsiedlungsmaßnahmen durchgeführt wurden, die nur dann notwendig werden, wenn eine Beeinträchtigung der Menschen zu erwarten ist. Die radiologische Situation wird sich durch das Unterpflügen von Produkten oder Umpflügen von Flächen sogar deutlich zu verbessern, weil die Kontamination in den Boden eingebracht wird. Bei einer aktuell vorliegenden Kontamination werden die Oberflächen der landwirtschaftlichen Produkte kontaminiert. Diese Oberflächenkontamination wird in den Boden gepflügt und die nachfolgende Ernte aufgrund der Kontamination über Wurzelaufnahme deutlich niedriger kontaminiert sein, so dass eine Folgenutzung der landwirtschaftlichen Flächen erwartet werden kann. Ein entsprechendes Überwachungsprogramm wird die Kontamination bei der Folgenutzung ermitteln und Übertragungen von Radionukliden von der Bodenoberfläche auf die Pflanze durch Regen und Staub oder die Aufnahme von Bodenkontamination durch Tiere während der Futteraufnahme erfassen.

Zusammenfassend ist damit die lokale Entsorgung vor Ort, also das Belassen auf der Anbaufläche und das Unterpflügen, der günstigere und vorzuziehende Entsorgungsweg zur Behandlung kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte gegenüber der Entfernung,

Stabilisierung und Deponierung. Davon unbenommen sind in speziellen Fällen weitergehende lokale Maßnahmen, wie das Verfüttern außerhalb der Nahrungskette oder die Verbringung von kontaminierten Materialien auf ungenutzte Flächen, um einen Dekontaminationseffekt ohne Unterpflügen und eine frühere Wieder-Nutzung zu erreichen, wie dies z. B. für Weideflächen sinnvoll sein kann.

## 7. Literatur

- (1) Teil 3 des Maßnahmenkatalog „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“.
- (2) Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz - StrVG) vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 261), zul. geändert durch Gesetz vom 14.12.01 (BGBl. I S. 2610)
- (3) Verordnung (EURATOM) Nr. 2218/89 des Rates vom 18. Juli 1989 zur Änderung der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation (ABl. L 211 vom 22.7.1989, S.1); [http://www.bfs.de/www/extfs/bfs/recht/rsh/volltext/eu/VO\\_EURATOM\\_2218\\_89.pdf](http://www.bfs.de/www/extfs/bfs/recht/rsh/volltext/eu/VO_EURATOM_2218_89.pdf)
- (4) Protokoll zum Workshop "Interventionsmaßnahmen für Milch nach kerntechnischen Unfällen" am 30.03.2006 (unveröffentlicht).

## 8. Zusammenfassung

Haase, G.: **Der Maßnahmenkatalog zur Behandlung und Entsorgung radioaktiv kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte am Beispiel der Milch**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **58** (3) 117-130 (2006)

### 22 Radioaktivitätsüberwachung (Maßnahmenkatalog)

Der Maßnahmenkatalog wurde nach Tschernobyl in der ersten Fassung 1992 veröffentlicht. Zu diesem Zeitpunkt handelte es sich noch um eine Merkpostenliste. Der Maßnahmenkatalog wurde in der ersten Überarbeitung im Oktober 1999 neu in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil sind Maßnahmen aufgeführt, die zum Schutze der Bevölkerung vor Strahlenexposition und zur Erreichung einer gewissen Wertschöpfung eingesetzt werden sollen. Im zweiten Teil des Maßnahmenkataloges finden sich Daten und ergänzende Informationen. Teil drei des Maßnahmenkataloges beschäftigt sich mit der Problematik der Behandlung und Entsorgung von Erzeugnissen und Reststoffen aus den Bereichen Milch, Fleisch, Gemüse, Obst, Wein und Getreide. Am Beispiel der Milch wird der Teil drei, der in die Teile eins und zwei des Maßnahmenkataloges integriert wird, erläutert.

### Summary

Haase, G.: **Catalogue of countermeasures for the treatment and disposal of radioactively contaminated agricultural products on the example of milk**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **58** (3) 117-130 (2006)

### 22 Radioactivity monitoring (Catalogue of countermeasures)

The first version of the catalogue of countermeasures was published in 1992. At this time it was merely a list of noted items. The catalogue of countermeasures was revised in October 1999 and re-organized into two parts. Part 1 deals with measures to be used

for protecting the population against radiation exposure and for achieving a certain creation of value. Part 2 of the catalogue of countermeasures contains data and supplementary information. Part 3 of the catalogue of countermeasures deals with the problem of the treatment and disposal of products and residues from the sectors milk, meat, vegetables, fruit, wine and cereals. On the example of milk, part 3, which is integrated into the parts 1 and 2 of the catalogue of countermeasures, is illustrated.

### Résumé

Haase, G.: **Catalogue de mesures visant le traitement et l'évacuation des déchets de produits agricoles contaminés par la radioactivité à l'exemple du lait.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **58** (3) 117-130 (2006)

### 22 Surveillance de la radioactivité (catalogue de mesures)

Après Tchernobyl, la première version du catalogue de mesures était publiée en 1992. Il s'agissait à ce moment là encore d'une liste de postes d'observation. En octobre 1999, le catalogue de mesures a été réorganisé en deux parties dans le cadre d'une première révision. Dans la première partie, il est question de mesures devant être appliquées pour protéger la population contre une exposition aux radiations et pour réaliser une certaine valeur ajoutée. La deuxième partie du catalogue de mesures contient des données et des informations complémentaires. La troisième partie du catalogue de mesures s'occupe de problèmes du traitement et d'évacuation des produits et des résidus provenant des secteurs suivants : lait, viande, légumes, fruits, vin et céréales. Dans la 3<sup>ème</sup> partie, intégrée dans la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>ème</sup> partie du catalogue de mesures, le tout est illustré à l'exemple du lait.