

Bentonit-Montmorillonit zur Bindung von Cäsium-Kontaminationen nach radioaktivem Fallout. Hilfe für Fukushima?

25 Jahre nach Tschernobyl :

Erfahrungen mit dem Futterzusatz Bentonit-Montmorillonit in Deutschland und Österreich zur Reduzierung radioaktiver Kontaminationen in Fleisch und Milch von Nutztieren

Konzentration der radioaktiven Belastung in Süddeutschland

Anfang Mai 1986 , wenige Tage nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, wurden große Gebiete in Deutschland und Österreich durch den radioaktiven Fallout mit den Cäsiumisotopen Cs-134 und Cs-137 kontaminiert.

Aufgrund der damaligen Windströmung waren Süddeutschland und hier die Grünlandgebiete von Baden-Württemberg und Bayern besonders stark betroffen.

Kühe und andere Weidetiere waren direkt über die Aufnahme von kontaminiertem Weidegras und dem daraus produzierten Heu, Schweine indirekt über die Verfütterung radioaktiv verstrahlter Frischmolke oder Trockenmilch der Belastung ausgesetzt.

Während die Kontamination des frischen Weidegrases in Norddeutschland bei 500-1000 Bq/kg lag, war sie in Süddeutschland mit 3000-6000 Bq/kg wesentlich höher. Das daraus produzierte Heu für die Fütterung im Winter wies bis zu 10.000 Bq/kg auf, sodass die Kühe bei einem Verzehr von 10 kg Heu/Tag bis zu 100.000 Bq/Tag in Süddeutschland aufnahmen. Bei einer Transferquote der täglichen Radiocäsium Zufuhr von 9-10% in die Milch und einer Durchschnittsleistung von 30 Liter Milch pro Tag wurden Belastung der Milch von 300-500 Bq/Liter gemessen.

Da etwa 0,6% der aufgenommenen Radiocäsium Konzentration in das Muskelfleisch übergehen, stieg der Gehalt beim Rindfleisch auf ca. 600 Bq/kg an.

Bei einem EU Grenzwert von 370Bq/kg Milch und 600 Bq/kg Fleisch bestand seitens der deutschen und österreichischen Bundesregierung dringender Handlungsbedarf.

Staatliche Maßnahmen zur Reduzierung der radioaktiven Belastung von Nahrungsmitteln

Zur Vorbeugung einer höheren, radioaktiven Belastung der Milch und des Fleisches von Nutztieren, hat das deutsche Bundeslandwirtschaftsministerium den Einsatz von Bentonit als Futterzusatzstoff empfohlen: „Es wurden Fütterungsversuche mit Bentonit (...) an Milchkühen durchgeführt. Hierbei wurde durch optimale Fütterungsstrategien eine Reduktion der Cäsium Kontamination der Milch auf die Hälfte (...)“

erreicht.“(10). Da Österreich von den gleichen Belastungen durch den radioaktiven Fallout betroffen war wie Süddeutschland, reagierte das österreichische Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft entsprechend. In einem Schreiben zum Umgang mit radioaktiv belastetem Futter wurde für die Gebiete der Belastungsstufe 4 (=sehr hoch belastet , > 100 nCi Cs 137+134) der Einsatz der Futterzusatzstoffe Bentonit und Bolus Alba empfohlen, um die Aufnahme von Radionukliden durch das Tier zu verringern und die Ausscheidung über den Kot zu verstärken (8). Nachdem sich der Einsatz der Tonerde Bolus Alba, mit dem Hauptbestandteil Kaolinit, als weniger effizient herausgestellt hatte, beschränkte sich die Empfehlung später ausschließlich auf den Einsatz von Bentonit mit einer Aufwandmenge im Kraftfutter von 2-5%.

Um die Versorgung der Landwirtschaft mit einem wirkungsvollen Bindemittel von Cs-134 und Cs-137 sicherzustellen, hat die Süd-Chemie AG als einziger Hersteller im Jahr 1986 eine Sondergenehmigung von der Staatlichen Futtermittelüberwachungsbehörde erhalten, Bentonit- Montmorillonit als „Zusatzstoff zur Verminderung des Übergangs von Radio-Cäsium für alle Tierarten und alle Futtermittel“ in den Verkehr zu bringen (7). Die Süd-Chemie AG hat daraufhin einen Bentonit-Montmorillonit unter dem Warenzeichen MONTIGEL[®] V als Cäsium-Binder für die Landwirtschaft produziert (21).

Die süddeutschen Molkereien waren als erste von den Anlieferungen mit Cäsium kontaminierter Milch betroffen und reagierten umgehend indem sie die Kosten für den Futterzusatzstoff MONTIGEL[®] V anfänglich komplett übernahmen, um die Cäsiumkonzentration in der Milch um mindestens 50% zu reduzieren. Die Resonanz bei den Milchbauern war sehr groß, sodaß innerhalb kurzer Zeit über 80% der betroffenen Bauern Bentonit zur Cäsium-Bindung verfüttert haben (5,17).

Alarmiert von den hohen Cäsium Gehalten in der Milch wurde kurz darauf der Einsatz von Bentonit bei der Fütterung von Milchkühen, durch staatliche Zuschüsse unterstützt. Das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat in der Zeit von 1986-1987 durch staatliche Fördermittel sichergestellt, dass Kraftfutterrezepturen unter Zugabe von Natrium-Bentonit hergestellt wurden und allgemein verfügbar waren. Dazu wurden zunächst 1/3 später dann 2/3 der Kosten für den Bentonit vom Bayerischen Freistaat übernommen (4,17).

Wissenschaftliche Grundlage für den Einsatz von Bentonit zur Cäsium- Adsorption

Die staatlichen Futtermittelberatungen haben die Verwendung von Bentonit empfohlen, um die Cäsium Belastung von Milch und Fleisch auf dem von der EU geforderten Grenzwertniveau zu halten (3,9)

Bentonit-Montmorillonit ist aufgrund seiner mineralischen Struktur und seiner physikalischen Eigenschaften für diesen Zweck besonders geeignet, weil er in Lage ist, kationische Verbindungen wie Cs -134 + 137 so fest zu adsorbieren, daß sie im

Gastrointestinaltrakt nicht resorbiert werden können und dadurch, an den Bentonitoberflächen gebunden, über den Kot wieder ausgeschieden werden.

Bei ihren Empfehlungen zur Verfütterung von Bentonit haben sich die staatlichen Stellen in erster Linie auf die zu diesem Zeitpunkt aktuellen Ergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub (BLTGrub,6,19) gestützt, nämlich die Verringerung der Cs-134+137 Konzentration in der Milch um 50%. Diese Versuche wurden ausschließlich mit dem Bentonit MONTIGEL® V der Süd-Chemie AG durchgeführt.

Daneben gibt es jedoch eine Fülle weiterer Untersuchungen über den Einsatz von Bentonit zur Cäsium-Bindung, wie die nachfolgende Literaturübersicht eindrucksvoll belegt:

Tierart	Ergebnis	Quelle
Meerschweinchen	Kontamination Cs-137, Strontium-90 und Cer-Praseodm-144(Ce-Pr-144) Tonmineral Dosierung (Ton mit geringer Austauschkapazität): 0,5-1% bezogen auf Alleinfutter Verringerung der Cäsium-Konzentrationen: Muskelfleisch = 20-30%	Mirna (16)
Rentier	Bei einer täglichen Aufnahme von 20 kBq Cs-137 wurden 2% Bentonit eingesetzt. Während die Caesium Adsorption ohne Binder bei 50-70% der Aufnahmemenge lag, konnte durch den Bentonit die Aufnahme auf weit unter 10% abgesenkt werden. D.h. gegenüber der Kontrolle wurde die Caesium Aufnahme um 80-90% reduziert.	Ahmann (2)
Schwein	Bei einer täglichen Aufnahme von 17,8 kBq Cs-137 wurden 100 g Bentonit/Tier (29 kg)/Tag eingesetzt. Folgende Reduzierungen von Radioaktivität gegenüber der Kontrolle konnten gemessen werden: Muskelfleisch = 67-70% Gehirn= 64-68% Sonstige Organe= 68-67%	Kossakowski (15)
	Aufgenommene tägliche Radionuklidmenge: 3,07 -9,12 nCi (Nanocurie) Cs-134+137 Bentonit-Dosierung: 5% des Kraftfutters Verringerung der Cäsium-Konzentrationen: Muskelfleisch = 42-53% Leber und Nieren = 54-61%	Iben (12)

	<p>Kontamination Cs-137, Strontium-90 und Cer-Praseodm-144(Ce-Pr-144) Tonmineral Dosierung (Ton mit geringer Austauschkapazität): 1% bezogen auf Alleinfutter Verringerung der Cäsium-Konzentrationen: Muskelfleisch = 35-40%</p>	Mirna (16)
Milchkühe	<p>Aufgenommene tägliche Radionuklidmenge: 25-50 kBq Cs-134+137 Bentonit-Dosierung: 500 g MONTIGEL® V/Tier/Tag Verringerung der Cs-134+137 Konzentration in der Milch um 50%. Die Wirksamkeit von aktiviertem Bentonit ist mengenabhängig: Bei Verfütterung von 250 g MONTIGEL® V betrug die Cäsium-Reduzierung nur 25%.</p>	Röhrmoser (18)
	<p>Aufgenommene tägliche Radionuklidmenge: 65-90 nCi Cs-134 Bentonit-Dosierung: bis zu 10% des Kraftfutters Reduktion der Cäsium Aufnahme um 80-90% gegenüber der Kontrolle. Weniger als 1% der aufgenommenen Cäsium-Menge wird über die Milch ausgeschieden</p>	Hoek (14)
Schafe	<p>Bei einer täglichen Aufnahme von 16,7 kBq Cs-137 wurden 80 g Bentonit/Tier (22 kg)/Tag eingesetzt. Folgende Reduzierungen von Radioaktivität gegenüber der Kontrolle konnten gemessen werden: Muskelfleisch = 80-90% Gehirn= 64-67% Sonstige Organe= 80-87%</p>	Kossakowski (15)
	<p>Aufgenommene tägliche Radionuklidmenge: 1 µCi Cs-134 Bentonit Dosierung: 50 g/Tier (60-70 kg)/Tag Verringerung der Cäsium-Resorption von 60-80% der aufgenommenen Menge auf weniger als 5% der täglichen Cäsium Ration = Reduktion um über 90%</p>	Hoek (13)

Die Wirkungsweise des Bentonits lässt sich aus den vorliegenden Versuchen wie folgt zusammenfassen:

- **Adsorption des Radiocäsiums an der Bentonitoberfläche und Eliminierung des Cäsiums über den Kot.**

Daher konnten bei allen Versuchen durch die Verfütterung von Bentonit folgende Effekte beobachtet werden:

- Ausscheidung von Cäsium über Milch und Urin stark reduziert
- Ausscheidung von Cäsium über Kot stark erhöht
- Übergang von radioaktivem Cäsium aus dem Magen-Darm-Trakt in das Muskelfleisch und die inneren Organen stark reduziert
- Die Wirksamkeit von Bentonit, als adsorbierendem Zusatz, hängt direkt vom Zeitpunkt der Applikation ab; zeitgleich mit der ersten Zufuhr des Radionuklids verabreicht ist die Wirksamkeit des Bentonits wesentlich größer als nach längerem zeitlichem Abstand (2).
- Enges Wirkung/Dosis-Verhältnis des Bentonits in Bezug auf die Cäsium-Adsorption

Vergleich mit dem Tonmineral Zeolith

Fütterungsversuche mit dem Tonmineral Zeolith zeigten deutlich schlechtere Resultate, denn die Bindung von radioaktivem Cäsium erfolgte nur in wesentlich reduziertem Umfang. Die Adsorptionskapazität des Bentonits von Cäsiums war gegenüber dem Zeolith fast doppelt so hoch (2). Zu dem war der Zeolith futtermittelrechtlich nicht zugelassen und somit als Futterzusatz nicht geeignet.

Nebenwirkungen bei der Verfütterung von Bentonit-Montmorillonit E558

Als einziger unerwünschter Nebeneffekt der Bentonit-Verfütterung in hohen Dosierungen wurden bei Schafen und Rentieren in Schweden eine höhere Wasseraufnahme und folglich eine höhere Harnausscheidung beobachtet (2).

Während ein höherer Wasserbedarf bei Rentieren besonders in den Wintermonaten zu Engpässen führen kann, stellt er in der Intensivtierhaltung kein Problem dar.

So sind sich alle Autoren einig, daß die Aufnahme des Bentonits durch die Tiere ohne Probleme erfolgt, Akzeptanzprobleme tauchten nur dann gelegentlich auf, wenn große Mengen an Bentonit trocken und in reiner Form verfüttert werden sollten. Sobald der Bentonit jedoch mit der Futtermischung vermischt wurde, war die Akzeptanz uneingeschränkt gegeben.

Weder wurde die Aufnahme von Mineralstoffen (13,14,18), noch die Vitaminversorgung der Versuchstiere durch den Einsatz großer Mengen Bentonit, selbst über einen langen Zeitraum von bis zu 2 Jahren, negativ beeinflusst (18).

Umfangreiche Untersuchungen an unterschiedlichsten Nutztierarten kommen ebenfalls zu dem Schluß, daß beim Einsatz von Bentonit in praxisüblichen Futtermischungen die Festlegungen und die Inaktivierungen von Vitaminen und Spurennährelementen ausgeschlossen werden können (20).

Während trotz der hohen Bentonitdosierungen keinerlei negative Effekte auf die Tiergesundheit festgestellt wurden, konnten im Gegenteil zahlreiche positive physio-

logische Wirkungen bei den Versuchstieren beobachtet werden. Bei Kühen wurden höhere Milchleistungen und Tageszunahmen gefunden, sowie eine Stabilisierung des Pansenmilieus und eine Entlastung des gesamten Stoffwechsels.

Bei Durchfallerkrankungen von Kälbern zeigt der Bentonit therapeutische Wirkung und bei Schweinen wirkt er stimulierend auf Futterraufnahme und Futterverwertung.

Allgemeine futtermittelrechtliche Zulassung von Bentonit-Montmorillonit E558

Im Anschluss an die Ausnahmegenehmigung zum Einsatz von Bentonit zur Cäsium Bindung im Futter, erhielt der Bentonit sehr schnell eine unbefristete Zulassung als Futterzusatzstoff Bentonit-Montmorillonit mit der Registrier-Nummer E558. Bentonit-Montmorillonit gehört futtermittelrechtlich zur Funktionsgruppe der Binder und ist für alle Tierarten mit einer Höchstaufwandmenge von 20.000 mg/kg Alleinfutter zugelassen (11).

Verbesserter Futterzusatzstoff BENTOFEEED®

25 Jahre nach Tschernobyl ist der Cäsium-Binder MONTIGEL® V in wesentlich verbesserter Form als Futterzusatzstoff BENTOFEEED® weiterhin am Markt. Der Aktivbentonit BENTOFEEED® vereinigt die Erfahrungen aus dem erfolgreichen Kampf gegen die radioaktive Belastung des Futters von 1986 mit selektiveren, modernen Abbaumethoden und neuen technischen Möglichkeiten zur Aufbereitung des Rohbentonits von 2011.

Das Ergebnis ist ein besonders reiner Futterzusatzstoff mit einem Montmorillonit-Gehalt um 90% und einer gegenüber dem Vorgängerprodukt um ca. 25% höheren Ionen-Austauschkapazität, somit einer höheren Effizienz zur Bindung kationischer Verbindung.

Heute wird BENTOFEEED® als Bindemittel, Gerinnungs- und Fließhilfsmittel von der Futtermittelindustrie eingesetzt und findet in großem Umfang als Binder von Mykotoxinen im Futter, insbesondere Aflatoxinen und Ergotaminen, Verwendung (1).

Als bewährter Cäsium-Binder ist der Spezialbentonit BENTOFEEED® auch für den Einsatz in Japan geeignet, um nach dem radioaktiven Fallout von Fukushima die Cäsiumbelastung von Milch und Fleisch der Nutztiere zu reduzieren und die japanische Bevölkerung vor hoher radioaktiver Strahlung durch ihre eigenen Nahrungsmittel zu schützen.

Peter-C. Schillok, Hannah D.D. Schillok
agrimont GmbH
Aumühlstrasse 6a
D-93326 Abensberg
www.bentonit.info, info@agrimont.de

Literaturverzeichnis:

- (1) agrimont GmbH**, Technisches Datenblatt BENTOFEED Futterzusatz E558
- (2) Ahman, Birgitta; Forberg, Sevald; Ahman Gustaf**, Zeolite and bentonite as caesium binders in reindeer feed, Rangifer, Special Issue No. 3, 1990: 73-82
- (3) Bayerischer Landtag**, Drucksache 11/287, Schriftliche Anfrage zur Verringerung der Nuklid-Belastung in Fleisch und Milch, 19.12.1986
- (4) Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt**, Zuschuß zur Bentonit-Verfütterung, Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 177(42);9, 1987
- (5) Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt**, Immer mehr füttern Bentonit, Cäsium-Belastung der Milch weiter erhöht, LW 5/31.1.1987, Seite 20
- (6) Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt**, Cäsium flott ausgeschieden, Versuch in Grub: Kann Bentonit Nuklidbelastung der Milch dämpfen?, Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt LW 44 / 31.10.1986, Seite 16
- (7) Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten**, Ausnahmege-
nehmigung, 5.11.1986
- (8) Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Österreich)**, Abteilung II
A4, Fütterungsempfehlungen und Futterpläne bei radioaktiv belastetem Futter, 1986
- (9) Der Forst- und Holzwirt**, Verminderung des Übergangs von Radio-Cäsium, 42
(4), 25.02.1987, Seite 99
- (10) Deutscher Bundestag**, Drucksache 13/4453, Bericht über die Umsetzung des
Arbeitsprogramms zu den sicherheits-, gesundheits-, forschungs- und energiepoliti-
schen Folgen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl vom 19. März 1996,
24.04.1996, Seite 10
- (11) European Union Register of Feed Additives** pursuant to Regulation (EC) No
1831/2003, Appendixes 3b & 4., Annex : List of additives, Status: Released 17 De-
cember 2010, page 50
- (12) Iben, Christine; Holdt, Claudia; Leibetseder, J.**, Gesellschaft für
Ernährungsphysiologie der Haustiere, KURZFASSUNG der
Vorträge zur 41. Tagung vom 11. bis 13. März 1987 in Göttingen
- (13) Hoek, van den, J.**, Cesium metabolism in sheep and the influence of orally in-
gested bentonite on cesium absorption and metabolism, Z. Tierphysiol., Tie-
rernährung und Futtermittelkunde, 37 (1976), 315-321
- (14) Hoek, van den, J.**, The influence of bentonite on cesium absorption and meta-
bolism in the lactating cow, Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde, 43
(1980), 101-109

(15) Kossakowski, Stefan et al., Decontamination effectiveness of bentonite in pigs and sheep repeatedly contaminated with radiocaesium, Bulletin of the veterinary institute of Pulawy, Volume 39, Number 1, 1995, 65-69

(16) Mirna, A., Hering, O., Walke, Ch., Z. Tierphysiol., Tierernährung und Futtermittelkunde, (1970) 26, S. 72-82

(17) Münchner Merkur, Beifutter Bentonit soll Belastung der Rohmilch reduzieren helfen, 20.02.1987, Seite 13

(18) Röhrmoser, Dr. G., Bentonit kein Mineralstoffräuber, Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Nr. 50/13.12.1986

(19) Röhrmoser, Dr. G., Die Hälfte Cäsium verschwindet, Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Nr. 47/22.11.1986

(20) Schillok, Peter-C, Auswirkungen der Verfütterung von Bentonit auf den Spurenelement- und Vitaminstatus landwirtschaftlicher Nutztiere, www.bentonit.info, 2005

(21) Süd-Chemie AG, Aktiv-Bentonit MONTIGEL® V zur Cäsium-Adsorption, TECHNISCHE INFORMATIONEN 1.11.86