

BE-192

BERICHTE

BESTANDSAUFNAHME DER THERMISCHEN ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN IN ÖSTERREICH



BESTANDSAUFNAHME DER THERMISCHEN ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN IN ÖSTERREICH

Hubert GRECH
Thomas ANGERER
Martin SCHEIBENGRAF

BE-192

Wien, August 2001

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien
Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, August 2001
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-609-9

ZUSAMMENFASSUNG UND RESÜMEE

Die rechtlichen Entwicklungen Ende letzten Jahres (2000) in der europäischen Union auf Grund der BSE-Problematik führten dazu, dass in Österreich über verarbeitete tierische Proteine ein Verfütterungsverbot und ein Gebot zur thermischen Behandlung verhängt wurde. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Darstellung der abgeschätzten möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen in österreichischen Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen und der technologischen Aspekte der verschiedenen Anlagentypen.

Tabelle 1 listet jene Anlagen in Österreich auf, die über eine Genehmigung zur Verbrennung von Tiermehl bzw. Tierfett verfügen (Stand Juli 2001):

Tabelle 1: Auflistung der in Österreich zur Verbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen genehmigten Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen (Stand Juli 2001)

Abfallverbrennungsanlagen	Zementwerke	Kraftwerksanlagen
Fernwärme Wien, Werk Simmeringer Haide	Kirchdorfer Zementwerke Hofmann GmbH	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Riedersbach 1
Energie AG Oberösterreich, Teilbetrieb Welser Abfallverwertung	Lafarge-Perlmooser Zementwerke AG, Werk Mannersdorf	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Riedersbach 2
AVE Reststoffverwertung Lenzing GmbH	Lafarge-Perlmooser AG, Werk Retznei	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Timelkam II
	Zementwerk Leube GmbH	ESG AG, FHKW Linz-Mitte
	Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Peggau	STEWEAG, FHKW Mellach
	Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Wietersdorf	Verbundgesellschaft, Kraftwerk Dürnrohr
	Wopfinger Baustoffindustrie GmbH	Verbundgesellschaft, Kraftwerk St. Andrä
		Verbundgesellschaft, Kraftwerk Voitsberg
		Verbundgesellschaft, Kraftwerk Zeltweg

Tiermehl und Kapazitäten zur thermischen Entsorgung

Tiermehl ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen und Mahlen von Körpern und Körperteilen warmblütiger Landtiere und gegebenenfalls durch nachträgliche Entfettung durch ein geeignetes Verfahren gewonnen wird (siehe Kapitel 3) und auf Grund seiner Zusammensetzung mit Produktionsabfällen vergleichbar ist, die über ein eingeschränktes und annähernd definiertes Schadstoffspektrum verfügen (siehe Kapitel 4).

Die Zahlenangaben zu den Entsorgungskapazitäten spiegeln die Situation zur Zeit der Erhebung (Sommer 2001) wieder. Das genaue Zustandekommen dieser abgeschätzten Mengen ist im Kapitel 5 nachzulesen. Tabelle 2 stellt die Situation hinsichtlich der abgeschätzten

möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von Tiermehl in Österreich zusammenfassend dar. Bei der Abschätzung der möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung wurde zumindest teilweise nicht berücksichtigt, dass durch die Genehmigungsbescheide eine Beschränkung der maximalen jährlich zulässigen Behandlungsmenge vorhanden ist. Die Abschätzung der möglichen Kapazitäten beruht auf Betreiberangaben und auf der technischen Machbarkeit, wie sie sich zum Zeitpunkt der Recherche darstellte.

Weiters ist hinsichtlich der Abschätzung der möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung anzuführen, dass bei der Anlage der AVE- RVL in Lenzing grundsätzlich alle Voraussetzungen für eine Eindüsung in den Wirbelschichtkessel bestehen. Zum Zeitpunkt der Erhebung war nicht abzusehen, wann und ob überhaupt zukünftig Tiermehl bei der AVE-RVL verbrannt werden wird (siehe auch Kapitel 5.1.3). Daher wurde bei der Abschätzung gemäß Tabelle 2 und Abbildung 1 die grundsätzlich mögliche Verbrennungskapazität bei der AVE RVL nicht berücksichtigt.

Angaben zu den zum Zeitpunkt der Erhebung verbrannten Mengen sind – soweit bekannt – in Kapitel 5 nachzulesen.

Zum Vergleich sind die abgeschätzten Anfallmengen (Tiermehl) des BMLFUW angeführt (BMLFUW 2001a).

Tabelle 2: Abgeschätzte mögliche Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von Tiermehl in Österreich

Abgeschätzte mögliche Kapazitäten zur thermischen Entsorgung	Tiermehl [t/a]
MVA Wels; Fernwärme Wien (Werk Simmeringer Haide)	45.000
Zementwerke	90.000
Kraftwerksanlagen	47.000
SUMME	182.000
Jährlicher Anfall in Österreich bis 2000 (BMLFUW 2001a)	82.000
Geschätzter Anfall in Österreich für 2001 (BMLFUW 2001a)	100.000

Die Daten der Tabelle 2 sind in Abbildung 1 noch einmal grafisch dargestellt.

Die dargestellten Zahlen zeigen, dass prinzipiell allein in industriellen Mitverbrennungsanlagen ausreichende Kapazitäten für die Verbrennung von Tiermehl vorhanden sind. Die Müllverbrennungsanlage in Wels- und die Fernwärme Wien (Werk Simmeringer Haide) sind in der Lage etwa 50 % des anfallenden Tiermehls in ihren Feuerungsanlagen einzusetzen. Entscheidend über den Einsatzort von Tiermehl sollte die technische Eignung der Verbrennungsanlage zur Verfeuerung von Tiermehl unter Bedachtnahme der Emissionen und Stoffflüsse und die Möglichkeit einer umweltgerechten Behandlung sein. Die technologischen Aspekte werden im Kapitel 6 genauer dargelegt.

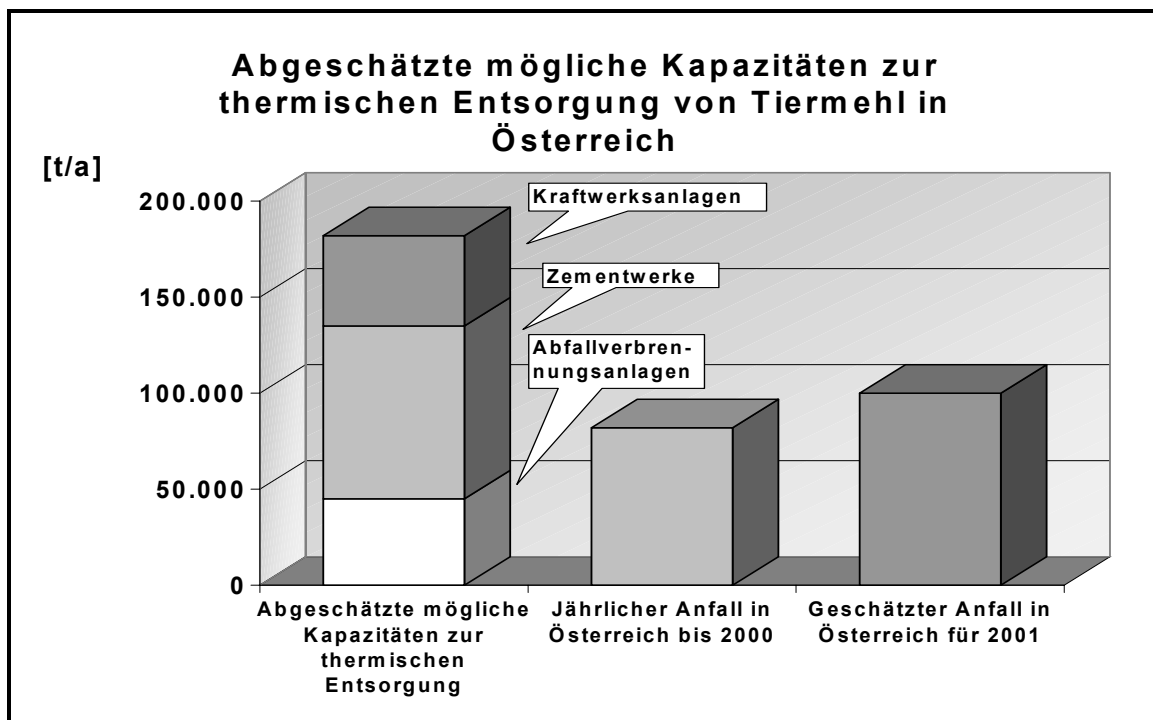


Abbildung 1: Abgeschätzte mögliche Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von Tiermehl in Österreich

Tierfett und Kapazitäten zur thermischen Entsorgung

Tierfett ist ein Erzeugnis, das aus Fett warmblütiger Landtiere besteht (siehe Kapitel 3) und mit Produktionsabfällen vergleichbar ist, die über ein eingeschränktes und annähernd definiertes Schadstoffspektrum verfügen (siehe Kapitel 4).

Tierfett hat einen hohen Heizwert und weist generell ähnliche Eigenschaften wie Heizöl_{Schwer} auf. Für die thermische Entsorgung stehen ausreichende Kapazitäten zur Verfügung und bei den unterschiedlichen Verbrennungsanlagen, die die nötige Infrastruktur in Folge einer vorhandenen Schweröllinie besitzen, ist die Nachfrage nach Tierfett bei weitem höher als das Angebot (siehe dazu die einzelnen Ausführungen in Kapitel 5). Aber auch die energetische Nutzung von Tierfett in den Tierkörperverwertungsanlagen selbst – zur Bereitstellung eines Teils der für die Herstellung der verarbeiteten tierischen Proteine notwendigen Energie – wird eine weitere Verringerung des Angebotes an Tierfett mit sich bringen (siehe Kapitel 3.1.6.).

Technologische Aspekte

Bei allen Kraftwerksanlagen und bei fünf Zementwerken, die Tiermehl in ihren Feuerungsanlagen einsetzen, ist ein geschlossenes System der Anlieferung, Übernahme, Lagerung und Förderung von Tiermehl realisiert. Dabei wird das Tiermehl im Silowagen angeliefert, in die Lagersilos eingeblasen und von dort zu den Verbrennungsöfen transportiert. Bei den Abfallverbrennungsanlagen und bei zwei Zementwerken erfolgt die Anlieferung in loser und pelletierter Form mittels eines LKW mit Abdeckplane oder mit Containern, wobei das Tiermehl bei der Verbrennungsanlage durch Abkippen abgeladen wird. Entsprechend den Angaben der Betreiber ist der Fettgehalt von Tiermehl ein Problem bei der pneumatischen Förderung.

Die Tiermehlaufgabe erfolgt in den Anlagen der Zementindustrie und in den Kraftwerksanlagen entweder über separate Brenner oder gemeinsam mit dem Kohlestaub. Bei der Klärschlammverbrennungsanlage der Fernwärme Wien wird das Tiermehl über separate Brennstoffanlagen in das Wirbelbett eingedüst. Bei der Sonderabfallverbrennungsanlage wird das Tiermehl in den Annahmehunker für feste Abfälle gekippt und mittels Müllgreifer über Aufgabeschnurren und weiter über die Stirnwand in die beiden Drehrohröfen eingebracht. Bei der Müllverbrennungsanlage erfolgt eine Vermischung mit dem restlichen Abfall im Bunker und daran anschließend die Beschickung des Verbrennungsrostes über den Aufgabetrichter.

Im Zuge der Tierfettverbrennung wird die vorhandene Infrastruktur, die für den Einsatz von Heizöl_{Schwer} installiert wurde, genutzt. Die Lagerung erfolgt in den Schweröltanks und die Aufgabe in den Feuerraum wird über die vorhandenen Schwerölbrenner bewerkstelligt. Um die Pumpfähigkeit des Tierfettes gewährleisten zu können, ist – ähnlich wie bei Heizöl_{Schwer} – eine eventuelle Beheizung und ein Rührwerk notwendig (Betreiberangaben).

Die Problembereiche und damit verbunden die limitierenden Faktoren der Verbrennung und Mitverbrennung von Tiermehl sind bei den einzelnen Anlagen verschieden, während hingegen bei der Verbrennung von Tierfett nach Angaben der Betreiber keine Problembereiche identifiziert werden konnten bzw. keine Limitierungen bestehen.

Die im Folgenden angeführten Problembereiche und limitierenden Faktoren wurden im Rahmen der Recherche unter Mithilfe der Betreiber der Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen identifiziert und ausgearbeitet.

Der hohe Phosphorgehalt stellt bei der Verfeuerung von Tiermehl in Zementwerken einen limitierenden Faktor aus Sicht der Produktqualität dar. Der im Vergleich zu Brennstoffen niedrigere Heizwert schränkt die mögliche Einsatzmenge von Tiermehl ebenfalls ein. Durch zusätzliche Chlorfrachten kann es zur vermehrten Bildung von Alkalichloriden kommen, die Ansatz- und Ringbildung im Zementofen sowie im Bereich der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers begünstigen. Zur Minderung des Chloridkreislaufes wird ein Bypass verwendet, das dabei anfallende Bypassmehl wird dem Zement zugemahlen.

Der Chlorgehalt des Tiermehls stellt bei der Verfeuerung in Kraftwerksanlagen einen limitierenden Faktor dar (Hochtemperaturkorrosion). Ein vollständiger Ausbrand muss beachtet werden, da ansonsten unverbranntes Tiermehl in die Abfälle und Reststoffe (Asche, Schlacken) ausgetragen werden kann. Da die Kraftwerksaschen zum Großteil verwertet werden, ist eine genaue Beobachtung der Zusammensetzung und eventueller Änderungen notwendig.

Der im Vergleich zu Restmüll hohe Heizwert von Tiermehl begrenzt den möglichen Einsatz in der Müllverbrennungsanlage, da die Auslegung der Anlagenteile im Regelfall für niedrigere Heizwerte erfolgt. Des weiteren kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Rostdurchfall als Folge einer unvollständigen Verbrennung Spuren an Tiermehl enthält.

Bei der Klärschlammverbrennungsanlage (Wirbelschicht) und Sondermüllverbrennungsanlage (Drehrohröfen) der Fernwärme Wien wird nach dem heutigen Stand des Wissens die Einsatzmenge an verarbeiteten tierischen Proteinen allein durch die thermische Leistungskapazität der Kessel bestimmt (Anm.: Die Verbrennung des Klärschlammes und der gefährlichen Abfälle hat Priorität.). Auf Grund der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett ist nach Angaben der Betreiber keine Einschränkung der Einsatzmengen erforderlich.

Bei der Zwischenlagerung im Bunker (Müll- und Sondermüllverbrennungsanlage) kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zu einer Ansammlung von Tiermehl – wenn auch in geringen Mengen – am Bunkerboden kommt.

Emissionen und Abfälle

Bei den Emissionen in die Luft ist auf Grund der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett (siehe Tabelle 9) in Bezug auf Schwermetalle nicht mit einer Verschlechterung der Emissionssituation zu rechnen. Durch Tiermehl findet ein erhöhter Chloreintrag statt. Die eventuell daraus resultierenden Emissionen können effizient abgeschieden bzw. teilweise mit dem Staub ausgeschleust werden. Der vergleichsweise hohe Stickstoffgehalt im Tiermehl hat nach Angaben der Betreiber zu keiner Erhöhung der Emissionen geführt.

Durch die Verbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen werden die Abfälle, Reststoffe und Produkte der genannten Anlagen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung v. a. auf Grund der spezifischen Aschezusammensetzung von Tiermehl (insbesondere Phosphor) beeinflusst. Die Abfälle der Abfallverbrennungsanlagen werden jedenfalls einer Deponierung, Kraftwerksaschen hingegen einer Verwertung zugeführt. Die bei der Klinkerherstellung anfallenden Stäube werden dem Zement zugemahlen.

Resümee

Aus heutiger Sicht sind verarbeitete tierische Proteine mit Produktionsabfällen vergleichbar, die über ein eingeschränktes und annähernd definiertes Schadstoffspektrum und einen Heizwert von ca. 18 MJ/kg verfügen. Technisch ist es nach derzeitigem Wissen grundsätzlich möglich, verarbeitete tierische Proteine in Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen (Zementwerke, Kraftwerke) einzusetzen. Entscheidend für den Einsatzort von verarbeiteten tierischen Proteinen sollte neben der technischen Eignung der Verbrennungsanlage die umweltgerechte Entsorgung unter Bedacht auf Emissionen, Abfälle, und Produkte sein.

Hinsichtlich der Emissionen in die Luft ist festzuhalten, dass durch die EU-Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen aber auch die derzeit in Österreich gültigen Regelungen (z. B. LRG-K, LRV-K, GewO, etc.) eine Ungleichbehandlung der Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen hinsichtlich der Grenzwerte für Emissionen in die Luft stattfindet. Aus der Sicht eines vorsorgenden Umweltschutzes sind gleiche Grenzwerte für alle Anlagen, die Abfälle verbrennen, zu fordern. Generell sollten jedoch jedenfalls, wie in § 2 LRG-K vorgesehen, nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen unterbleiben bzw. wie in § 77 GewO vorgesehen, Emissionen von Luftschadstoffen nach dem Stand der Technik begrenzt werden.

Durch die insgesamt sehr schnellen Entwicklungen hinsichtlich der thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen (Anm.: Am Ende des Jahres 2000 wurde das Verfütterungsverbot und thermische Entsorgungsgebot erlassen und mit der Verbrennung begonnen.) wird zum jetzigen Zeitpunkt auf ein paar Monate Erfahrung zurückgeblickt. Zur genauen Darstellung der durch den Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen aufgetretenen Änderungen der Emissionssituation und der Reststoffe, Abfälle und Produkte sind umfassendere Analysen notwendig, als sie derzeit vorliegen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	9
2	GRUNDLAGEN	10
2.1	Begriffsbestimmungen	10
2.2	Rechtliche Grundlagen	10
2.2.1	Österreich: Tiermehl-Gesetz	10
2.2.2	Europäische Union: Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (Stand Juni 2001)	11
2.2.3	Aspekte des Arbeitnehmerschutzes	13
3	TIERKÖRPERVERWERTUNGSANLAGEN	17
3.1	Fallbeispiel Oberösterreichische Tierkörperverwertungs-Ges.m.b.H	17
3.1.1	Historische Entwicklung	18
3.1.2	Verfahrensbeschreibung	18
3.1.3	Behandlung der tierischen Abfälle	19
3.1.4	Abluft- und Abwasserbehandlung	20
3.1.5	Auswirkungen des Verfütterungsverbotes und des thermischen Behandlungsgebotes	22
3.1.6	Ausblick	22
3.1.7	Produktdatenblätter	23
4	ZUSAMMENSETZUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN.....	28
5	THERMISCHE ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN IN ÖSTERREICH.....	31
5.1	Abfallverbrennungsanlagen	32
5.1.1	Fernwärme Wien, Werk Simmeringer Haide	32
5.1.2	Welser Abfallverwertung.....	39
5.1.3	AVE-Reststoffverwertung Lenzing GmbH & Co KG	41
5.2	Zementwerke	42
5.2.1	Einsatzmengen.....	42
5.2.2	Technologische Aspekte	43
5.2.3	Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GesmbH.....	46
5.2.4	Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Peggau	49
5.3	Kraftwerksanlagen	52
5.3.1	Verbundgesellschaft.....	52
5.3.2	Energie AG	55

5.3.3	ESG AG, Fernheizkraftwerk (FHKW) Linz-Mitte	63
5.3.4	STEWEAG, Fernheizkraftwerk (FHKW) Mellach	64
6	TECHNOLOGISCHE ASPEKTE DER THERMISCHEN ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN	65
7	LITERATURVERZEICHNIS	70

1 EINLEITUNG

Die rechtlichen Entwicklungen Ende letzten Jahres (2000) auf EU-Ebene auf Grund der BSE-Problematik führten dazu, dass in Österreich über verarbeitete tierische Proteine ein Verfütterungsverbot und ein Gebot zur thermischen Behandlung verhängt wurde. Praktisch von heute auf morgen waren die Erzeugnisse von Tierkörperverwertungsanlagen Abfälle. Zur Erfüllung des gesetzlichen Gebotes zur thermischen Entsorgung mussten die notwendigen Behandlungskapazitäten ausfindig gemacht bzw. geschaffen werden. In zügig durchgeführten Verfahren wurden unterschiedlichen Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen die Genehmigungen zur thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen erteilt und daran anschließend mit den Versuchsbetrieben begonnen. Seit Ende des Jahres 2000 werden verarbeitete tierische Proteine in österreichischen Verbrennungsanlagen thermisch entsorgt.

Mit dem vorliegenden Bericht erfolgt eine Bestandsaufnahme der thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen hinsichtlich der Einsatzmengen und der technologischen Aspekte. Die möglichen Behandlungskapazitäten in Österreich werden abgeschätzt. Die Beantwortung der Fragen, wie die Verbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen in den verschiedenen Anlagen funktioniert, welche Erfahrungen es bereits gibt und welche Probleme bei der thermischen Entsorgung aufgetreten sind, ist wichtiger Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Anhand dieses Berichtes werden ausgewählte Aspekte in Bezug auf die Eignung der Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen in technologischer Hinsicht bearbeitet.

Zur Erlangung der notwendigen Informationen wurden einerseits Fragebogen an die einzelnen Anlagenbetreiber ausgesandt, andererseits wurden zum besseren Verständnis der technologischen Aspekte folgende Betriebsanlagen im Zuge der Recherchen besichtigt: Oberösterreichische Tierkörperverwertungsanstalt in Regau, die Zementwerke Kirchdorf und Peggau, die Kraftwerke St. Andrä und Timelkam, die Müllverbrennungsanlage der Welser Abfallverwertung und die Fernwärme Wien (Werk Simmeringer Haide).

Die Recherche fand von Ende Mai 2001 bis Juni 2001 statt, die Daten der Fernwärme Wien stammen von Anfang August 2001. Einzelne Daten des Zementwerks Kirchdorf wurden im August 2001 übermittelt.

Das Umweltbundesamt dankt an dieser Stelle allen Anlagenbetreibern, Betriebsleitern und deren Mitarbeitern für die kooperative Zusammenarbeit bei der Erhebung der für diese Arbeit erforderlichen Daten.

2 GRUNDLAGEN

2.1 Begriffsbestimmungen

Die angeführten Begriffsbestimmungen für Tiermehl, Tierfett, Blutmehl und Fleischmehl entstammen den Produktdatenblättern der Oberösterreichischen Tierkörperverwertungs-anstalt in Regau. Detailliertere Angaben zum Erzeugungsprozess sind Kapitel 3 zu entnehmen.

Tiermehl

Tiermehl (fettreich) ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen und Mahlen von Körpern und Körperteilen warmblütiger Landtiere und gegebenenfalls durch nachträgliche Entfettung durch ein geeignetes Verfahren gewonnen wird und praktisch frei von Haaren, Borsten, Federn, Hufen, Horn, Haut sowie von Magen- und Darminhalt ist und technisch frei von Rückständen organischer Lösungsmittel ist.

Tierfett

Tierfett ist ein Erzeugnis, das aus Fett warmblütiger Landtiere besteht und technisch frei von Rückständen organischer Lösungsmittel ist.

Blutmehl

Blutmehl ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen von Blut geschlachteter Tiere einschließlich Geflügel gewonnen wird. Es soll praktisch frei sein von fremden Bestandteilen.

Fleischmehl

Fleischmehl ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen und Mahlen von Fleischteilen und Knochen geschlachteter Nutztiere gemäß Art. 2 Z 3 der RL 90/667 gewonnen wird und praktisch frei von Haaren, Hufen, Hörnern, Haut, Blut und Magen- und Darminhalt, Rückständen sowie Splittern und scharfkantigen Knochenteilen ist.

Verarbeitete tierische Proteine (Definition gemäß § 2 Tiermehl-Gesetz, siehe Kapitel 2.2.1)

Verarbeitete tierische Proteine: Tiermehl, Fleisch- und Knochenmehl, Fleischmehl, Knochenmehl, Blutmehl, getrocknetes Plasma und andere Blutprodukte, hydrolysierte Proteine, Hufmehl, Hornmehl, Mehl aus Geflügelabfällen, Federmehl, Trockengrieben, Fischmehl, Dicalciumphosphat, Gelatine und andere vergleichbare Produkte, einschließlich Mischungen dieser Produkte sowie Futtermittel, Futtermittelzusatzstoffe und Vormischungen, die derartige Produkte enthalten. Tierische Fette gelten im Sinne dieses Bundesgesetzes als verarbeitete tierische Proteine.

2.2 Rechtliche Grundlagen

2.2.1 Österreich: Tiermehl-Gesetz

Gemäß dem Tiermehl-Gesetz vom 29. Dezember 2000 (BGBl. I 143/2000) ist die Verfütterung von verarbeiteten tierischen Proteinen an Nutztiere, die zur Nahrungsmittelproduktion

gehalten, gemästet oder gezüchtet werden, verboten. Durch die Novelle vom 6. März 2001 (BGBl. I 22/2001) wird klargestellt, dass tierische Fette im Sinne dieses Bundesgesetzes als verarbeitete tierische Proteine gelten. Des weiteren legt das Tiermehl-Gesetz fest, dass verarbeitete tierische Proteine in einer dafür genehmigten thermischen Behandlungsanlage zu entsorgen sind. Der zeitliche Geltungsbereich des Gesetzes war bis zum 30. Juni 2001 begrenzt, durch die Novelle vom 10. Juli 2001 (BGBl. I 74/2001) entfällt diese Befristung. Bis zur Erlassung einer gemeinschaftsweiten Neuregelung in diesem Bereich (siehe Kapitel 2.2.2), die unmittelbar anzuwenden ist, wird somit die Geltungsdauer des Tiermehl-Gesetzes verlängert.

2.2.2 Europäische Union:

Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (Stand Juni 2001)

Dieser Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (VO tierische Nebenprodukte) zielt darauf ab, eine neue Rechtsgrundlage für tierische Nebenprodukte (Tierkörper, Tierkörper Teile oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs im Sinne der Artikel 4, 5 und 6 der genannten Verordnung, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind, einschließlich Eizellen, Embryonen, Sperma, Magen- und Darminhalt, Gülle aus Schlachthöfen und Küchenabfälle) zu schaffen und das in Form einer Verordnung, um eine gemeinschaftsweit einheitliche Anwendung zu gewährleisten.

Die derzeit gültige Richtlinie 90/667/EG zum Erlass veterinärrechtlicher Vorschriften für die Beseitigung, Verarbeitung und Vermarktung tierischer Abfälle und zum Schutz von Futtermitteln tierischen Ursprungs, auch aus Fisch, gegen Krankheitserreger soll aufgehoben werden.

Das wesentliche Ziel des Vorschlages ist es, die Rückführung von verendeten Tieren und Konfiskaten in die Futtermittelkette zu verhindern. Als einziges Rohmaterial für die Herstellung von Futtermitteln soll nur jenes Tiermaterial herangezogen werden, das auf Grund der Fleischuntersuchung für den menschlichen Verzehr als geeignet befunden wurde.

Die tierischen Nebenprodukte sollen entsprechend dem Vorschlag in drei Kategorien eingeteilt werden, wobei die Kategorie 1 der höchsten Risikokategorie entspricht. Die Zugehörigkeit von tierischen Nebenprodukten zu der jeweiligen Kategorie ist entscheidend dafür, ob eine Herstellung von Futtermitteln möglich ist bzw. welche Behandlungsvorgaben für dieses Material einzuhalten sind.

Material der Kategorie 1 (z. B. TSE-verdächtige Tiere, spezifiziertes Risikomaterial; siehe Art. 4 des Vorschlages) ist durch Verbrennen als Abfall zu beseitigen oder zu verarbeiten (z. B. in einer Tierkörperverwertungsanstalt) und schließlich als Abfall zu verbrennen, mitzuverbrennen oder auf einer Deponie zu beseitigen.

Material der Kategorie 2 (siehe Art. 5 des Vorschlages) ist durch Verbrennen als Abfall zu beseitigen oder zu verarbeiten (z. B. in einer Tierkörperverwertungsanstalt) und das aus dieser Verarbeitung hervorgegangene Material

- schließlich als Abfall zu verbrennen, mitzuverbrennen oder auf einer Deponie zu beseitigen oder
- als organisches Dünge- oder Bodenverbesserungsmittel zu verwenden oder
- in einer Biogasanlage oder Kompostierungsanlage umzuwandeln.

Material der Kategorie 3 (z. B. Schlachtkörper Teile, die für genusstauglich befunden werden; siehe Art. 6 des Vorschlages) ist

- durch Verbrennen als Abfall zu beseitigen,
- zu verarbeiten (z. B. in einer Tierkörperverwertungsanstalt) und das aus dieser Verarbeitung hervorgegangene Material schließlich als Abfall zu verbrennen, mitzuverbrennen oder auf einer Deponie zu beseitigen,
- in einem Verarbeitungsbetrieb zu verarbeiten,
- in einer technischen Anlage zu verarbeiten,
- als Rohstoff in einem Heimtierfutterbetrieb zu verwenden,
- in einer Biogasanlage oder Kompostierungsanlage zu verarbeiten.

Interessant ist die Einschränkung bei der Verwendung, dass die Wiederverwendung innerhalb der Art (Fütterung einer Tierart mit Eiweiß, das durch Verarbeitung von Tierkörpern oder Teilen von Tierkörpern derselben Art hergestellt wird) verboten ist.

Nach dem derzeitigen Stand des Verfahrens sollen auch Küchenabfälle in den Geltungsbereich dieser Verordnung fallen.

Die Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte soll nach dem derzeitigen Stand des Verfahrens am 1. Jänner 2002 in Kraft treten.

2.2.3 Aspekte des Arbeitnehmerschutzes

In diesem Kapitel wird ein kurzer Überblick über die Belange des Arbeitnehmerschutzes bei der thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen angestellt, es geht hierbei v. a. um die zusätzlichen – zu bereits bestehenden Vorschriften – Aspekte, die durch das Hantieren mit Tiermehl und Tierfett notwendigerweise betrachtet werden sollten. Diese Darstellung erhebt jedoch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der Aspekte des Arbeitnehmerschutzes. Jedenfalls kann und darf diese kurze Zusammenstellung über Belange des Arbeitnehmerschutzes nicht die Beiziehung von sachverständigen Experten ersetzen.

Gemäß HINKER (2001) ist als gesetzliche Grundlage neben den grundsätzlichen Arbeitnehmerschutzbestimmungen des ArbeitnehmerInnenschutzgesetzes (ASchG) v. a. die Verordnung biologische Arbeitsstoffe (BGBl. II 237/1998) für dieses Thema relevant. BSE-Erreger sind entsprechend der Verordnung biologische Arbeitsstoffe für Arbeiten, bei denen ein direkter Kontakt mit diesem Erreger gegeben ist, der Risikogruppe 3 zugeordnet.

Die Definition der Risikogruppe 3 für biologische Arbeitsstoffe lautet gemäß § 40 Abs. 4 Z 3 ASchG:

„Biologische Arbeitsstoffe der Gruppe 3 sind Stoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für die Arbeitnehmer darstellen können. Die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.“

In § 43 ASchG sind die Maßnahmen zur Gefahrenverhütung enthalten.

§ 43 Abs. 1 ASchG führt aus, dass krebserzeugende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende und biologische Arbeitsstoffe der Gruppen 2, 3 und 4, wenn es nach der Art der Arbeit und dem Stand der Technik möglich ist, nur in geschlossenen Systemen verwendet werden dürfen, wobei das ASchG im § 2 Abs. 8 den Stand der Technik folgendermaßen definiert:

„Stand der Technik im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher technologischer Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt oder erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen heranzuziehen.“

Gemäß der ALLGEMEINEN UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT (1999) ist es für den Stand der Technik im Sinne des ASchG ausreichend, dass die Funktionstüchtigkeit erprobt ist, auch wenn sie noch nicht erwiesen ist. Im Unterschied dazu ist nach dem AWG oder der GewO ein Entwicklungsstand erst Stand der Technik, wenn die Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.

Stehen gefährliche Arbeitsstoffe (z. B. biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 3, siehe § 40 Abs. 1 ASchG) in Verwendung gibt es gemäß § 43 Abs. 2 ASchG eine Rangordnung, nach der Maßnahmen zur Gefahrenverhütung zu treffen sind:

„(2) Stehen gefährliche Arbeitsstoffe in Verwendung, haben Arbeitgeber Maßnahmen zur Gefahrenverhütung in folgender Rangordnung zu treffen:

- 1. Die Menge der vorhandenen gefährlichen Arbeitsstoffe ist auf das nach der Art der Arbeit unbedingt erforderliche Ausmaß zu beschränken.*
- 2. Die Anzahl der Arbeitnehmer, die der Einwirkung von gefährlichen Arbeitsstoffen ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein könnten, ist auf das unbedingt erforderliche Ausmaß zu beschränken.*

3. Die Dauer und die Intensität der möglichen Einwirkung von gefährlichen Arbeitsstoffen auf Arbeitnehmer sind auf das unbedingt erforderliche Ausmaß zu beschränken.

4. Die Arbeitsverfahren und Arbeitsvorgänge sind, soweit dies technisch möglich ist, so zu gestalten, dass die Arbeitnehmer nicht mit den gefährlichen Arbeitsstoffen in Kontakt kommen können und gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden können.

5. Kann durch diese Maßnahmen nicht verhindert werden, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden, so sind diese an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für die Arbeitnehmer zu beseitigen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

6. Ist eine solche vollständige Erfassung nicht möglich, sind zusätzlich zu den Maßnahmen gemäß Z 5 die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.

7. Kann trotz Vornahme der Maßnahmen gemäß Z 1 bis 6 kein ausreichender Schutz der Arbeitnehmer erreicht werden, haben Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass erforderlichenfalls entsprechende persönliche Schutzausrüstungen verwendet werden.“

Als Anmerkung dazu führt die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt Folgendes aus:

„Die jeweils später genannte Maßnahme darf nur dann gesetzt werden, wenn die jeweils vorgenannte technisch nicht durchführbar ist oder nicht zur Vermeidung von Expositionen führt: Die Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung stellt daher keine Alternative zu den in Z 1 bis Z 6 genannten technischen und organisatorischen Maßnahmen dar, sondern ist bloß die letzte Schutzmöglichkeit, wenn die anderen Maßnahmen nicht ausreichen.“ (ALLGEMEINEN UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT 1999)

Die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt empfiehlt beim Umgang mit möglicherweise kontaminiertem Tiermehl – neben den Grundsätzen guter Hygiene – folgende Maßnahmen:

- „ - Möglichst geschlossene Systeme, Kapselungen
- Staub- und Aerosolbildung vermeiden (Saugen statt Druckluft, Absaugungen)
- Organisatorische Maßnahmen, dass möglichst keine oder wenige Personen Kontakt mit Tiermehl haben
- Wasserfeste Schutzbekleidung inkl. Handschuhe und Gesichtsvision während Arbeiten, bei denen ein Kontakt mit Tiermehl möglich erscheint
- Falls versehentlich doch Tiermehl in die Augen oder ins Gesicht kommt, ist gründliches Auswaschen mit fließendem Wasser erforderlich
- Gründliches Händewaschen bzw. Hautreinigung nach Arbeiten im Tiermehlbereich
- Besondere Vorkehrungen, um Stichverletzungen und andere offene Wunden zu vermeiden
- Bestehende Verletzungen und Wunden mit wasserfesten Verbänden abdecken
- Intensive Information und Unterweisung aller im kritischen Bereich Beschäftigten“ (HINKER 2001)

Gemäß dem deutschen Leitfaden „Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen“ ist beim Umgang mit Tiermehl der Beschluss 602 des Ausschusses für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) heranzuziehen (NOTTRODT et al. 2001). Die wesentlichen Aussagen dieses Beschlusses sind im Folgenden zitiert:

„3.6 Thermische Verwertung/Beseitigung von Tiermehlen

- (1) *Das in der Bundesrepublik vorgeschriebene Verfahren (§ 5 TierKBAnstV)) bei der Herstellung von Tiermehlen stellt nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse die Inaktivierung potentiell vorhandener TSE-Erreger sicher. Bei der thermischen Verwertung (Verbrennung) der vorschriftsmäßig hergestellten Tiermehle sind deshalb neben den bereits geltenden (Arbeitsschutz-) Regelungen keine speziellen, zusätzlichen Schutzmaßnahmen erforderlich.*

Auf die grundsätzlich geltende Forderung einer Staubminimierung sowie auf die Gefahr der Neubesiedelung mit biologischen Arbeitsstoffen durch das hohe Nährstoffangebot und die Restfeuchte des Tiermehls bei der Lagerung wird besonders hingewiesen.

- (2) *Absatz 1 gilt auch für importierte Tiermehle, bei denen – z. B. durch ein entsprechendes Zertifikat – bestätigt werden kann, dass sie mindestens entsprechend dem in der Bundesrepublik Deutschland vorgeschriebenen Verfahren nach § 5 TierKBAnstV hergestellt wurden.*
- (3) *Bei importierten Tiermehlen, bei denen kein Nachweis entsprechend Absatz 2 vorliegt, ist davon auszugehen, dass die Inaktivierung der TSE-Erreger nicht sicher gewährleistet ist. In diesen Fällen ist sicherzustellen, dass Beschäftigte Tiermehlen nicht ausgesetzt sind.*
- (4) *Soweit das Verbrennungsverfahren dies zulässt, ist pelletiertes Tiermehl zu verwenden. Schüttware ist nur im geschlossenen System oder als Sackware (auf Dichtheit achten, Säcke mitverbrennen) einzusetzen.“ (AUSSCHUSS FÜR BIOLOGISCHE ARBEITSSTOFFE 2001)*

Die VDSI (Verband Deutscher Sicherheitsingenieure e.V.) - Fachgruppe „Thermische Abfallbehandlung“ hat eine „Empfehlung zur Umsetzung der Biostoffverordnung in Müllverwertungsanlagen“ herausgegeben, wobei auf die allgemeine Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe in Müllverwertungsanlagen Bezug genommen wird und nicht auf die Tätigkeiten im speziellen mit Tiermehl (NOTTRODT 2001). Hinsichtlich des Anlieferungsbereiches und des Müllbunkers ist Folgendes ausgeführt:

„Die Fachgruppe hält im Anlieferbereich folgende Maßnahmen für erforderlich:

- 1. Vermeidung von Stäuben. Die ständige Absaugung des Müllbunkers durch die Verbrennungsluftgebläse der Kessel ist ausreichend.*
- 2. Waschgelegenheit im Bereich der Anlieferung, mindestens aber vor den Pausenräumen.*
- 3. Getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung*
- 4. Langärmelige Arbeitskleidung tragen.*
- 5. Mindestens wöchentliches Wechseln und Reinigen der Arbeitskleidung.*
- 6. Nicht im Arbeitsbereich Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen.*
- 7. Regelmäßige Reinigung des Arbeitsbereiches.*
- 8. Regelmäßige feuchte Reinigung der Kontrollräume und der Kabinen der Arbeitsmaschinen.*
- 9. Bereitstellung von geeigneten Hautschutzmitteln (Hautschutzplan).*
- 10. Bereitstellung von Erste-Hilfe-Material, ergänzt um Desinfektionsmittel.*
- 11. Bei der Beobachtung des Abkippvorgangs an der unmittelbaren Abkippkante sollte eine Feinstaubmaske der Kategorie FFP3 getragen werden.*

12. Erstellung einer Betriebsanweisung über o. g. Verhaltensregeln.

Grundsätzlich gilt, dass bei allen Arbeiten in dem direkt an den Müllbunker angrenzenden räumlichen Bereich (Zerkleinerungsscheren, Mülltrichter etc.) gleiche Schutzmaßnahmen wie im Müllbunker zu treffen sind.

...

Die Fachgruppe hält im Müllbunkerbereich folgende Maßnahmen für erforderlich:

- 1. Vermeidung von vermehrter Staubbildung durch regelmäßige Reinigung.*
- 2. Erstellung einer Betriebsanweisung über die Verhaltensregeln vor, während und nach dem Betreten des Müllbunkers.*
- 3. Tragen von Einwegstaubschutzanzügen sowie Feinstaubmaske der Kategorie FFP3.*
- 4. Verhindern des Verschleppens von Keimen aus dem Müllbunkerbereich durch sofortige Entsorgung (z. B. in Müllsäcke) bzw. Reinigung der Schutzausrüstung.*
- 5. Unmittelbar nach längerem Aufenthalt im Müllbunker sollte den Mitarbeitern Gelegenheit zum Duschen gegeben werden.*
- 6. Regelmäßige feuchte Reinigung der an Müllbunker angrenzenden Bereiche wie z. B. Krankenzel, Durchgänge, Treppenhäuser, etc.*
- 7. Bereitstellung von Erste-Hilfe-Material, ergänzt um Desinfektionsmittel.“*
(VERBAND DEUTSCHER SICHERHEITSINGENIEURE E.V. 2001)

3 TIERKÖRPERVERWERTUNGSANLAGEN

In Österreich sind vier Tierkörperverwertungsanstalten in Betrieb, deren Erzeugnisse auf Grund der derzeit gültigen gesetzlichen Bestimmungen einer thermischen Entsorgung zugeführt werden müssen:

- Burgenländische Tierkörperverwertungsges.m.b.H. & Co. KG, Unterfrauenhaid
- Oberösterreichische Tierkörperverwertungsges.m.b.H, Regau
- Saria Bio-Industries GmbH, Tulln
- Steirische Tierkörperverwertungsges.m.b.H & Co. KG, Landscha

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat im Zuge der Beantwortung von parlamentarischen Anfragen Aussagen über die in Österreich zur Entsorgung anstehenden Mengen an tierischen Abfällen getätigt:

In den letzten Jahren wurden pro Jahr etwa 330.000 t tierische Abfälle verarbeitet. Von dem jährlichen Anfall wurden rund 82.000 t zu Futtermittelausgangsstoffen und 30.000 t zu Tierfett verarbeitet. Im Jahr 2001 ist mit einer Zunahme dieser Menge zu rechnen, da einerseits Tiermehl seit Dezember 2000 nicht mehr vermarktbar war und es andererseits notwendig werden könnte, Rinder aus dem Markt zu nehmen. Es wird für 2001 mit einer Menge von ca. 100.000 t gerechnet. (BMLFUW 2001a, BMLFUW 2001b)

Erwähnt werden muss, dass Nutztiere zur Fleischerzeugung im Allgemeinen einen Muskelfleischanteil im Lebendgewicht von weniger als 50 % haben. In den entwickelten Ländern wird mit steigender Tendenz nur noch dieses Muskelfleisch zur Ernährung herangezogen. Damit fallen mehr als 50 % des Lebendgewichts als Schlachtnebenprodukte an (OBERTHÜR 2001).

3.1 Fallbeispiel Oberösterreichische Tierkörperverwertungs-Ges.m.b.H (OÖ. TKV)

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Daten wurden im Rahmen einer Anlagenbesichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (LOBMAYR, LAHM 2001). Des weiteren wurden zusätzliche Informationen der Umwelterklärung der OÖ.TKV entnommen (OÖ. TIERKÖRPERVERWERTUNGS GES.M.B.H 1998).

Die OÖ.TKV wurde 1943 von den damaligen Landkreisen Vöcklabruck, Gmunden und Wels gegründet und verarbeitet am Standort in Regau tierische Abfälle. Zur Zeit werden folgende Materialien erzeugt: Tiermehl, Blutmehl und Tierfett.

Die nebenstehende Abbildung zeigt die unterschiedlichen Produkte der OÖ.TKV.

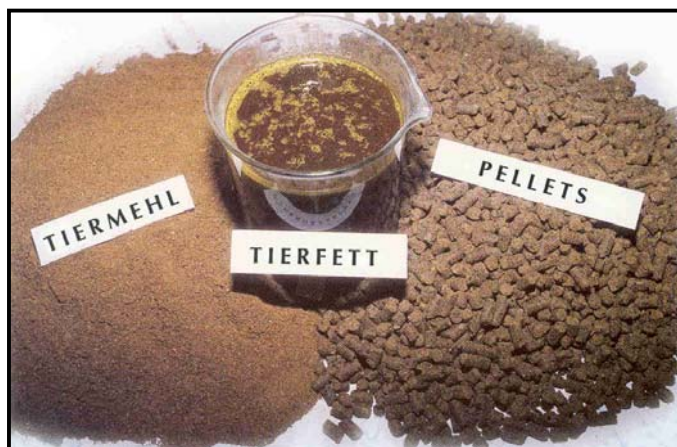


Abbildung 2: Erzeugnisse der OÖ.TKV (OÖ. TIERKÖRPERVERWERTUNGS GES.M.B.H)

3.1.1 Historische Entwicklung

Die OÖ.TKV in Regau wurde im Jahr 1945 erstmals in Betrieb genommen. Durch die am 10. Dezember 1964 erlassene OÖ. Tierkörperverwertungsverordnung 1965 (LGBl. Nr. 68/1964) wurde der OÖ.TKV in Regau die Verwertung aller ablieferungspflichtigen Abfallstoffe tierischer Herkunft aus dem ganzen Bundesgebiet Oberösterreich übertragen (UMWELTERKLÄRUNG 1998).

Seit Ende letzten Jahres hat sich die Situation drastisch geändert. Aus einer Verwertungsanlage, deren Ziel die Herstellung von Futtermitteln war, wurde eine Vorbehandlungsanlage für tierische Abfälle, deren Erzeugnisse einem Verfütterungsverbot und einem Gebot zur thermischen Behandlung unterliegen.

In den folgenden Kapiteln ist der Verfahrensablauf der OÖ.TKV beschrieben, wie er sich am 11. Juni 2001 zur Zeit der Besichtigung des Projektteams dem Umweltbundesamt darstellte.

3.1.2 Verfahrensbeschreibung

3.1.2.1 Sammlung

Die OÖ.TKV in Regau verfügt über einen Fuhrpark von insgesamt etwa 45 Fahrzeugen und führt die Einsammlung der tierischen Abfälle (insgesamt ca. 103.000 t im Jahr 2000) überwiegend selbst durch. Lediglich die Sammlung geringer Mengen erfolgt über 2 externe Sammler.

Die Konfiskate, Schlachtungs- und Verarbeitungsabfälle aus Schlachthöfen, sowie von Fleischhauern und anderen fleischverarbeitenden Betrieben im Bundesland Oberösterreich werden nach bestimmten Sommer- und Winterfahrplänen mittels Schlachtabfall-Sammelfahrzeugen abgeholt und in die TKV transportiert. Die Sammlung erfolgt in Norm-Sammelbehältern mit 1.000, 240 bzw. 140 Liter Fassungsvermögen. Bei größeren Betrieben werden Container mit einem Fassungsvermögen von 8 m³ aufgestellt. Diese werden mittels Containerfahrzeugen abgeholt (im Tauschverfahren). Die Anlieferung erfolgt von Montag bis Freitag zwischen 16^h und 18^h (Anm.: Die Verwertungsanlage wird am Wochenende leer gefahren und anschließend bis Montag Nachmittag einer Wartung unterzogen).

Weiters werden verendete oder zum Zwecke der Beseitigung getötete Tiere (in Summe < 10 % der gesamt an die TKV angelieferten Menge) binnen 36 Stunden (gemäß OÖ. TKV-Verordnung) mit getrennten Fahrzeugen abgeholt (z. B. bei Landwirten).

Abbildung 3 zeigt die angelieferten Konfiskate, Schlachtungs- und Verarbeitungsabfälle vor der anschließenden Verarbeitung.



Abbildung 3: Input einer Tierkörperverwertungsanlage

3.1.3 Behandlung der tierischen Abfälle

Über ein Schleusensystem gelangen die Sammelfahrzeuge in den Aufgabebereich der Anlage. Die angelieferten tierischen Abfälle werden in große Aufgabebehälter mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 400 m³ (ca. 1 Tag Pufferkapazität) abgekippt und einige Stunden zwischengelagert. Mittels Förderschnecken gelangt das Material zur Zerkleinerung in Brecher. In Abbildung 4 ist der Rotor des Brechers zu sehen.

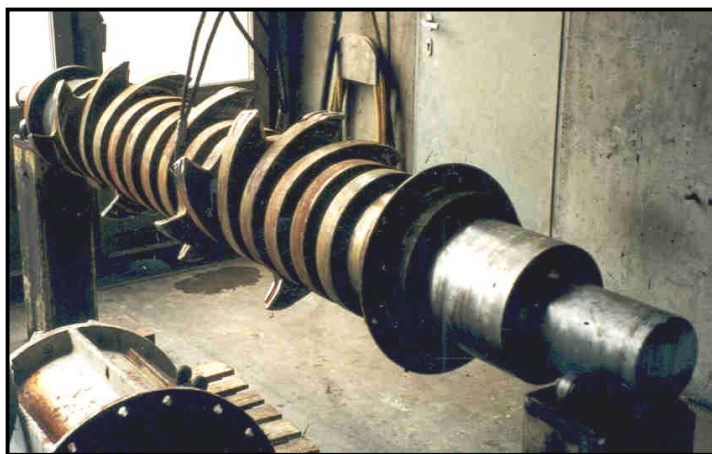


Abbildung 4: Rotor eines Brechers

Die Zerkleinerung erfolgt auf Stücke kleiner 50 mm. Anschließend wird das zerkleinerte Material in druckfeste Behälter (Kanonen) gebracht. Die gefüllten Behälter werden mittels Dampf unter Druck gesetzt, wodurch das Material über Rohrleitungen in die Sterilisatoren gedrückt wird. Dort erfolgt die Sterilisation des Materials durch Erhitzung auf 133 °C bei einem Druck von 3 bar über einen Zeitraum von 20 Minuten (entsprechend den gültigen EU-Richtlinien).

Der entstehende Fleischknochenbrei wird über Rohrleitungen in einen Kochgutbehälter gedrückt, dort mittels Rührwerk homogenisiert und anschließend in die Fest-Flüssig-Trennung transportiert. Die feste Phase gelangt in die Fleischbreibehälter. Es entstehen bei der Trocknung > 100 °C heiße Abdampfmengen, die zur Eindickung bzw. zum Vortrocknen der flüssigen Phase eingesetzt werden. Die eingedickte flüssige Phase wird in die Fleischbreibehälter verbracht und mit der festen Phase vermengt.

Das Material gelangt nun in die Scheibentrockner, wo die eigentliche Trocknung zu einem Fleischknochenbrei mit einem Restfeuchtegehalt von etwa 5 % stattfindet. Dieser Fleischbrei gelangt in die Schneckenpressen, wobei in flüssiger Form das Tierfett und in fester Form ein Presskuchen (Schilfer) kontinuierlich ausgetragen wird. Beim Trocknungsprozess werden dem Material ca. zwei Drittel der Gesamtmenge als Wasser entzogen. Der Presskuchen wird zur weiteren Verarbeitung zu Tiermehl einer Mühle zugeführt. Entgegen der früheren Betriebsweise der OÖ.TKV (Anm.: Verfütterung) findet beim Tiermehl keine Standardisierung und Stabilisierung mehr statt (Einstellung des Proteingehaltes, Zugabe von Antioxidantien, usw.). Das Tierfett wird zur mechanischen Reinigung über Trubvibrator, Dekanter und Separator geführt und in beheizten Tanks bei etwa 80 °C gelagert.

Als Endmaterial verbleiben ca. 23 % Tiermehl und ca. 8 % Tierfett bezogen auf den Gesamtinput in die Anlage (UMWELTERKLÄRUNG 1998).

Beim Fettgehalt kann es zu Schwankungen entsprechend den Jahreszeiten kommen. So ist die Rohware generell im Sommer bei der Anlieferung in einem schlechteren Zustand. Dadurch wird das Auspressen des Fettes, das von einer guten Struktur des Materials abhängig ist, erschwert. Schlussendlich resultiert dadurch in der Regel ein höherer Fettgehalt des Tiermeihls in den Sommermonaten. Dazu kommt, dass generell die Qualität der Schlachtabfälle sinkt, da durch die jetzt notwendigen Untersuchungen und das Abwarten der Ergebnisse der Proben die Schlachtabfälle zwei Tage bei den Schlachthöfen liegen bleiben.

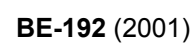
Die OÖ.TKV in Regau verfügt über eine Pelletierungsanlage, wodurch die Auslieferung des Tiermeihls auch als Presslinge erfolgen kann.

In der Abbildung 5 ist ein prinzipielles Verfahrensschema der OÖ.TKV in Regau dargestellt.

3.1.4 Abluft- und Abwasserbehandlung

In einem Kesselhaus werden Dampfkesselanlagen betrieben, die den erforderlichen Dampf zum Beheizen der Betriebsanlage zu liefern haben. Zwei Anlagen sind Abhitzeessel, die einerseits zur Dampferzeugung und andererseits zur Verbrennung der erfassten Abluft (ca. 20.000 Nm³/h Prozessluft und Raumluft) dienen. Die Abluft wird einer Brennkammer zugeführt und darin auf mindestens 800 °C erhitzt und dem unmittelbar angeschlossenen Abhitzeessel zur Dampferzeugung zugeführt. Ein weiterer Abluftstrom (ca. 60.000 Nm³/h Raumluft) wird einem Biofilter zugeführt.

Die anfallenden Abwässer werden über eine Ammoniakeliminationsanlage geführt und anschließend in einer biologischen Kläranlage (67.000 EGW, aerobes Belebtschlammverfahren mit Nitrifikation und Denitrifikation) vorgereinigt. Anschließend gelangen die Abwässer in die Anlagen des Abwasserverbandes Ager-West. Der in der biologischen Kläranlage anfallende Prozessschlamm (ca. 2 t/Tag) wird gemeinsam mit den angelieferten tierischen Abfällen in den Aufgäbebehälter gekippt und mitverarbeitet.



3.1.5 Auswirkungen des Verfütterungsverbotes und des thermischen Behandlungsgebotes

Da die thermische Entsorgung von Tiermehl und Tierfett gesetzlich vorgeschrieben ist, werden die erzeugten Materialien mittels Silowagen (Tierfett, Tiermehl) sowie mittels Fahrzeugen mit Abdeckplanen (Tiermehl) zu den thermischen Anlagen (Zementwerk, Kraftwerk, Müllverbrennungsanlage) transportiert.

Ursprünglich war es das Ziel der Tierkörperverwertungsanstalten ein Futtermittel herzustellen. Da die Erzeugnisse aus Tierkörperverwertungsanstalten allerdings vermutlich auf längere Zeit vom Futterkreislauf ausgeschlossen sein werden, haben sich bereits kleine Änderungen im Verfahrensablauf ergeben. So ist die Einstellung eines bestimmten Proteingehaltes beim Tiermehl nicht mehr wichtig, und damit entfallen auch die Proteinbestimmungen der OÖ.TKV. Es werden dem Tiermehl auch keine Stabilisatoren beigegeben, die für ein besonders geeignetes Futtermittel bis vor kurzem noch notwendig waren.

Die Erzeugnisse (Tiermehl, Tierfett, ...) müssen heute einer thermischen Behandlungsanlage übergeben werden und somit gilt es auch nicht mehr die Eignung als Futtermittel sicherzustellen, sondern möglichst optimale Voraussetzungen für eine Verbrennung in einer thermischen Behandlungsanlage zu erreichen. Auf Grund der Wünsche der Betreiber jener Verbrennungsanlagen, die das Tiermehl und Tierfett der OÖ. TKV entsorgen, wird das Tiermehl gemahlen und nicht als Schilfer oder in pelletierter Form ausgeliefert. Es besteht die Möglichkeit bei der Siebung des Tiermeihls die Korngrößenzusammensetzung und damit auch die Einblasbarkeit zu beeinflussen. Zusätzlich erfolgt eine Beimengung des Blutmeihls zum Tiermehl (etwa 10 %), um somit einerseits den Phosphorgehalt des Tiermeihls andererseits den Fettgehalt abzusenken. Dadurch sollen mögliche verfahrenstechnische und produktspezifische (Zementindustrie) Probleme bei den Verbrennungsanlagen hintangehalten werden (siehe Kapitel 5).

Bis Ende 2000 wurde in Regau Spezifiziertes-Risikomaterial (SRM) vorbehandelt und zur thermischen Entsorgung in die Müllverbrennungsanlage und Sondermüllverbrennungsanlage transportiert. Derzeit wird SRM von negativ getesteten Tieren in Regau zu Mehl mitverarbeitet.

3.1.6 Ausblick

Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ist nach Angaben der Betreiber davon auszugehen, dass die Menge an tierischen Abfällen gegenüber dem Vorjahr um 10 % zunehmen wird.

Die OÖ.TKV in Regau arbeitet derzeit an einem Projekt, wobei ca. 80 – 90 % des anfallenden Tierfetts am eigenen Standort thermisch verwertet werden sollen. Dadurch soll der für die Produktion von Tiermehl nötige Prozessdampf bereitgestellt werden und der Verbrauch an Erdgas reduziert werden.

Nach Angaben der Betreiber könnte eine mögliche langfristige Lösung die Verbrennung des am Standort hergestellten Tiermeihls und Tierfetts in einer Monoverbrennungsanlage sein, wobei durch die Verbrennung mit angeschlossener Kraft-Wärme-Kopplung einerseits der benötigte Prozessdampf und Strom bereitgestellt andererseits Fernwärme und Strom in das Netz abgegeben werden könnten. Inwieweit eine Vorbehandlung in der jetzigen Form noch notwendig ist bzw. die Herstellung eines „Brennstoffes“ – für die Verbrennung in einer extra für diesen Zweck konzipierten Anlage – unter einer Abänderung der derzeit bestehenden Verfahrensabläufe zu erfolgen hat, wird zu untersuchen sein.

3.1.7 Produktdatenblätter

In Tabelle 3 bis Tabelle 6 sind die einzelnen Daten der Produktdatenblätter aus dem Jahr 1999 dargestellt, wobei die Untersuchungen zu dieser Zeit aus Gründen der anschließenden Verfütterung getätigt wurden.

Tabelle 3: Produktdatenblatt Regauer Tiermehl vom 30.4.1999

Produktdatenblatt Tiermehl	
Tiermehl (fettreich) ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen und Mahlen von Körpern und Körperteilen warmblütiger Landtiere und gegebenenfalls durch nachträgliche Entfettung durch ein geeignetes Verfahren gewonnen wird und 1. praktisch frei von Haaren, Borsten, Federn, Hufen, Horn, Haut sowie von Magen- und Darminhalt ist und 2. technisch frei von Rückständen organischer Lösungsmittel ist	
Kennzahlen (Werte z.T. gemittelt und gerundet):	
Rohprotein	55 Prozent entspr. 8,8 Prozent N ₂
Fett	12 – 15 Prozent
Verdaulichkeit	ca. 83 – 85 Prozent
Wasser	4 – 6 Prozent
Gesamt-Phosphor (P)	3 Prozent
Gesamt-P ₂ O ₅	7 Prozent
Säurelösliches P ₂ O ₅	ca. 7 Prozent
Natrium (Na)	0,60 - 0,85 Prozent
Natriumchlorid (NaCl)	ca. 1,5 Prozent
Magnesium (Mg)	1,5 - 2,0 g/kg
Calcium (Ca)	5 - 7 Prozent
Kupfer (Cu)	0,01 - 0,02 g/kg
Zink (Zn)	ca. 0,1 g/kg
Kalium (k)	0,6 - 0,7 Prozent
Eisen (Fe)	ca. 0,6 - 0,9 g/kg
Mangan (Mn)	0,02 - 0,04 g/kg
Bor (B)	ca. 5mg/kg
Kobalt (Co)	ca. 0,2 mg/kg
Molybdän (Mo)	ca. 0,5 mg/kg
Rohasche (550 ° C)	19,5 - 21, 5 Prozent
Phosphorsaurer Kalk – Ca ₃ (PO ₄) ₂	16 - 21 Prozent
Rohfaser	0,5 - 3,5 Prozent
Umsetzbare Energie (ME)	für Geflügel - 12,8 MJ/kg für Schweine - 16,4 MJ/kg
Gesamt-Nährstoffe für Schweine	71, 3
freier Ammoniak	0,00 - 0,14 Prozent
Säurezahl des Fettes	ca. 8,4

Säuregrad	ca. 614 mg KOH/100g ca. 0,98 ml N-Lauge/100g	
Peroxidzahl des Fettes	bis ca. 6 mval O ₂ /kg	
Anisidinzahl	bis ca. 50	
Schüttdichte	Mehl:	ca. 595 kg/m ³
	Pellets:	ca. 640 kg/m ³
Aminosäuremuster	Asparaginsäure	2,9 - 4,2 Prozent
	Threonin	1,4 - 1,9 Prozent
	Serin	1,7 - 2,3 Prozent
	Glutaminsäure	4,6 – 6,5 Prozent
	Prolin	2,6 – 3,9 Prozent
	Hydroxyprolin	1,8 Prozent
	Glycin	3,4 - 6,4 Prozent
	Alanin	2,5 - 3,8 Prozent
	Valin	1,8 - 2,8 Prozent
	Cystin *	0,2 - 0,6 Prozent
	Methionin	0,5 - 0,7 Prozent
	Isoleucin	1,2 - 1,6 Prozent
	Leucin	2,6 - 3,6 Prozent
	Tyrosin	0,9 - 1,4 Prozent
	Phenylalanin	1,5 - 1,9 Prozent
	Ornithin	0,08 - 0,1 Prozent
	Lysin	2,0 - 3,3 Prozent
	Hydroxylisin	0,2 Prozent
	Histidin	0,8 - 1,2 Prozent
	Arginin	2,4 - 3,8 Prozent
	Tryptophan	0,32 - 0,45 Prozent
* nach Perameisensäureoxidation über Cysteinsäure bestimmt		
keine Antibiotika nachweisbar		
Konservierung mit 0,5 % Calciumpropionat		
Stabilisierung mit 0,05 % Mischantioxidans		

Tabelle 4: Produktdatenblatt Regauer Tierfett vom 30.4.1999

Produktdatenblatt Tierfett																																												
Tierfett ist ein Erzeugnis, das aus Fett warmblütiger Landtiere besteht und technisch frei von Rückständen organischer Lösungsmittel ist.																																												
Kennzahlen																																												
Verseifbarkeit	98 Prozent																																											
Freie Fettsäuren	6 – 15 Prozent																																											
Wasser und Flüchtiges	0,10 – 0,30 Prozent																																											
Schmutz	unter 0,3 Prozent																																											
Unverseifbares (UV)	1,5 – 2,4 Prozent																																											
Peroxidzahl (POZ)	0,0 – 1,0 mval O ₂ /kg																																											
Anisidinzahl	4 – 10																																											
Polyethylen	kleiner 200 ppm																																											
pH-Wert	4,9 – 5,5 (1:1 verdünnt mit Wasser)																																											
Jodzahl	58 – 60																																											
Nickelgehalt	unter 1mg/kg																																											
Fettsäuremuster	<table><tr><td>Myristinsäure</td><td>14:0</td><td>1,9 - 2,1 Prozent</td></tr><tr><td>Myristoleinsäure + Isomere</td><td>14 :1</td><td>0,4 - 0,5 Prozent</td></tr><tr><td>Pentadecansäure</td><td>15 :0</td><td>0,4</td></tr><tr><td>Palmitinsäure</td><td>16 :0</td><td>23,6 - 25,1 Prozent</td></tr><tr><td>Palmitoleinsäure + Isomere</td><td>16 :1</td><td>3,6 - 4,0 Prozent</td></tr><tr><td>Margarinsäure</td><td>17:0</td><td>0,9 - 1,0 Prozent</td></tr><tr><td>Stearinsäure</td><td>18:0</td><td>17,1 - 18,0 Prozent</td></tr><tr><td>Ölsäure + Isomere</td><td>18:1</td><td>38,5 - 39,0 Prozent</td></tr><tr><td>Linolsäure + Isomere</td><td>18:2</td><td>7,4 - 9,4 Prozent</td></tr><tr><td>Linolensäure + Isomere</td><td>18:3</td><td>0,5 - 1,0 Prozent</td></tr><tr><td>Arachinsäure</td><td>20:0</td><td>0,3 - 0,7 Prozent</td></tr><tr><td>Eicosensäure + Isomere</td><td>20:1</td><td>0,7 Prozent</td></tr><tr><td>Behensäure</td><td>22:0</td><td>0,2 - 0,3 Prozent</td></tr><tr><td>Sonstige</td><td></td><td>1,2 Prozent</td></tr></table>		Myristinsäure	14:0	1,9 - 2,1 Prozent	Myristoleinsäure + Isomere	14 :1	0,4 - 0,5 Prozent	Pentadecansäure	15 :0	0,4	Palmitinsäure	16 :0	23,6 - 25,1 Prozent	Palmitoleinsäure + Isomere	16 :1	3,6 - 4,0 Prozent	Margarinsäure	17:0	0,9 - 1,0 Prozent	Stearinsäure	18:0	17,1 - 18,0 Prozent	Ölsäure + Isomere	18:1	38,5 - 39,0 Prozent	Linolsäure + Isomere	18:2	7,4 - 9,4 Prozent	Linolensäure + Isomere	18:3	0,5 - 1,0 Prozent	Arachinsäure	20:0	0,3 - 0,7 Prozent	Eicosensäure + Isomere	20:1	0,7 Prozent	Behensäure	22:0	0,2 - 0,3 Prozent	Sonstige		1,2 Prozent
Myristinsäure	14:0	1,9 - 2,1 Prozent																																										
Myristoleinsäure + Isomere	14 :1	0,4 - 0,5 Prozent																																										
Pentadecansäure	15 :0	0,4																																										
Palmitinsäure	16 :0	23,6 - 25,1 Prozent																																										
Palmitoleinsäure + Isomere	16 :1	3,6 - 4,0 Prozent																																										
Margarinsäure	17:0	0,9 - 1,0 Prozent																																										
Stearinsäure	18:0	17,1 - 18,0 Prozent																																										
Ölsäure + Isomere	18:1	38,5 - 39,0 Prozent																																										
Linolsäure + Isomere	18:2	7,4 - 9,4 Prozent																																										
Linolensäure + Isomere	18:3	0,5 - 1,0 Prozent																																										
Arachinsäure	20:0	0,3 - 0,7 Prozent																																										
Eicosensäure + Isomere	20:1	0,7 Prozent																																										
Behensäure	22:0	0,2 - 0,3 Prozent																																										
Sonstige		1,2 Prozent																																										
Viskosität	unter 27 ° C fest 27 – 37 ° C dickflüssig über 37 ° C dünnflüssig																																											
dynamische Viskosität (DIN 53015)	mPa.s : bei 50 ° C: 27,7																																											
kinematische Viskosität (DIN 53015)	mm ² /s : bei 50 ° C: 31,0																																											
stabilisiert mit 0,05 % Mischantioxidans																																												

Tabelle 5: Produktdatenblatt Regauer Blutmehl vom 30.4.1999

Produktdatenblatt Blutmehl	
Blutmehl ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen von Blut geschlachteter Tiere einschließlich Geflügel gewonnen wird. Es soll praktisch frei sein von fremden Bestandteilen.	
Kennzahlen	
Rohprotein	90 - 95 Prozent
Asche (bei 550 ° C)	2,5 - 2,8 Prozent
Wasser	3,3 Prozent
Rohfaser (nach Weender)	0,3 Prozent
Calcium (Ca)	0,4 - 0,5 Prozent
Phosphor - berechnet als P ₂ O ₅	0,3 - 0,5 Prozent
Natrium (Na)	0,3 Prozent

Tabelle 6: Produktdatenblatt Regauer Fleischmehl vom 30.4.1999

Produktdatenblatt Fleischmehl	
Fleischmehl ist ein Erzeugnis, das durch Trocknen und Mahlen von Fleischteilen und Knochen geschlachteter Nutztiere gemäß Art. 2 Z 3 der RL 90/667 gewonnen wird und praktisch frei von Haaren, Hufen, Hörnern, Haut, Blut und Magen- und Darminhalt, Rückständen sowie Splittern und scharfkantigen Knochenteilen ist.	
Kennzahlen (Werte z.T. gemittelt und gerundet)	
Rohprotein	55 Prozent entspr. 8,8 Prozent N ₂
Fett	12 – 15 Prozent
Verdaulichkeit	ca. 83 – 85 Prozent
Wasser	4 – 6 Prozent
Gesamt-Phosphor (P)	3 Prozent
Gesamt-P ₂ O ₅	7 Prozent
Säurelösliches P ₂ O ₅	ca. 7 Prozent
Natrium (Na)	0,60 - 0,85 Prozent
Natriumchlorid (NaCl)	ca. 1,5 Prozent
Magnesium (Mg)	1,5 - 2,0 g/kg
Calcium (Ca)	5 - 7 Prozent
Kupfer (Cu)	0,01 - 0,02 g/kg
Zink (Zn)	ca. 0,1 g/kg
Kalium (k)	0,6 - 0,7 Prozent
Eisen (Fe)	ca. 0,6 - 0,9 g/kg
Mangan (Mn)	0,02 - 0,04 g/kg
Bor (B)	ca. 5 mg/kg
Kobalt (Co)	ca. 0,2 mg/kg

Molybdän (Mo)	ca. 0,5 mg/kg
Rohasche (550 ° C)	19,5 - 21, 5 Prozent
Phosphorsaurer Kalk – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	16 - 21 Prozent
Rohfaser	0,5 - 3,5 Prozent
Umsetzbare Energie (ME)	für Geflügel - 12,8 MJ/kg für Schweine - 16,4 MJ/kg
Gesamt-Nährstoffe für Schweine	71, 3
freier Ammoniak	0,00 - 0,14 Prozent
Säurezahl des Fettes	ca. 8,4
Säuregrad	ca. 614 mg KOH/100g ca. 0,98 ml N-Lauge/100g
Peroxidzahl des Fettes	bis ca. 6 mval O_2 /kg
Anisidinzahl	bis ca. 50
Schüttdichte	Mehl: ca. 595 kg/m ³ Pellets: ca. 640 kg/m ³
Aminosäuremuster	Asparaginsäure 2,9 - 4,2 Prozent Threonin 1,4 - 1,9 Prozent Serin 1,7 - 2,3 Prozent Glutaminsäure 4,6 – 6,5 Prozent Prolin 2,6 – 3,9 Prozent Hydroxyprolin 1,8 Prozent Glycin 3,4 - 6,4 Prozent Alanin 2,5 - 3,8 Prozent Valin 1,8 - 2,8 Prozent Cystin * 0,2 - 0,6 Prozent Methionin 0,5 - 0,7 Prozent Isoleucin 1,2 - 1,6 Prozent Leucin 2,6 - 3,6 Prozent Tyrosin 0,9 - 1,4 Prozent Phenylalanin 1,5 - 1,9 Prozent Ornithin 0,08 - 0,1 Prozent Lysin 2,0 - 3,3 Prozent Hydroxylisin 0,2 Prozent Histidin 0,8 - 1,2 Prozent Arginin 2,4 - 3,8 Prozent Tryptophan 0,32 - 0,45 Prozent
* nach Perameisensäureoxidation über Cysteinsäure bestimmt	
keine Antibiotika nachweisbar	
Konservierung mit 0,5 % Calciumpropionat	
Stabilisierung mit 0,05 % Mischantioxidans	

4 ZUSAMMENSETZUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN

Tabelle 8 auf der nächsten Seite zeigt die Zusammensetzung von Tiermehl in Österreich, Deutschland, Frankreich und Großbritannien (FEISTEL 2001, FRANCK 2001, NOTTRODT et al. 2001). Der Fettgehalt schwankt zwischen 10 und 15 %, der Stickstoffanteil kann über 11 % aufweisen. Bei Phosphor sind Gehalte bis zu 6 % zu verzeichnen. Der Heizwert liegt bei etwa 18 MJ/kg.

Tabelle 7 zeigt die Zusammensetzung von Tierfett (NOTTRODT et al. 2001).

Tabelle 7: Charakterisierung von Tierfett (NOTTRODT et al. 2001)

Parameter	Einheit	Tierfett	Parameter	Einheit	Tierfett
Wassergehalt	[%]	0,1 – 0,4	Cu	[mg/kg]	0,5
H _u	[MJ/kg]	39	Hg	[mg/kg]	< 0,01
Cl	[%]	0,0031	Ni	[mg/kg]	< 0,1
Cd	[mg/kg]	< 0,05	Pb	[mg/kg]	0,4
Cr	[mg/kg]	0,3			

In Tabelle 9 wird die Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett mit anderen Abfällen und Brennstoffen verglichen (GRECH, RUMPLMAYR, SAMMER 1999; LEITHNER, MARUTZKY 1998; SCHACHERMAYER et al. 1995; SCHARF, SCHNEIDER, ZETHNER 1997; VERBUND UMWELTTECHNIK GMBH 2000).

In Tabelle 9 ist zu erkennen, dass die Schwermetallgehalte von Tiermehl im Vergleich mit den angeführten Abfällen niedriger und im Vergleich mit Steinkohle entweder niedriger oder in derselben Größenordnung (Zink) sind. Bei den Gehalten an Stickstoff und Chlor liegt Tiermehl im Vergleich mit den anderen Abfällen und Brennstoffen im oberen Bereich.

Beim Vergleich der Zusammensetzung von Tierfett mit den anderen Abfällen und Brennstoffen ist klar zu erkennen, dass hinsichtlich der Schwermetallgehalte Tierfett die niedrigsten Werte aufweist.

Tabelle 8: Charakterisierung von Tiermehl (FEISTEL 2001, FRANCK 2001, NOTTRODT et al. 2001)

Charakterisierung von Tiermehl in verschiedenen europäischen Ländern							
Parameter	Einheit	Spezifikationen österreichischer TKV's		Deutsch-land	Deutsch-land	Frank-reich	Groß-britannien
H ₂ O-Gehalt	[%]	4 – 10	4 - 6	4,6	3,2	6,2	3,5 – 5,2
Asche-gehalt	[%]	20 – 40	19,5 – 21,5	22,03	19,2	17,4	10 - 22
Fettgehalt	[%]	10 - 15	12 - 15	-	-	-	-
H _u	[MJ/kg]	17 – 19	-	18	18,28	18,06	-
Schütt-dichte	[kg/m ³]	650 - 700	595	-	-	-	500 - 750
N	[%]	6 - 10	-	7,65	9,2	-	9,24 – 11,12
P	[%]	2 - 6	3	-	-	-	3,5 – 4,6
Ca	[%]	5 – 15	5 - 7	-	-	-	-
Na	[%]	0,4 – 1,3	0,6 – 0,85	-	-	-	-
NaCl	[%]	-	1,5	-	-	-	-
K	[%]	-	0,6 – 0,7	-	-	-	-
Mg	[%]	-	0,15 – 0,2	-	-	-	0,0032
S	[%]	0,2 – 1	-	0,62	0,74	0,61	0,4 – 0,67
Cl	[%]	0,4 – 1	-	0,67	0,81	1,36	0,4 – 0,74
As	[mg/kg]	0,8	-	-	-	-	1
B	[mg/kg]	-	5	-	-	-	-
Ba	[mg/kg]	14	-	-	-	-	-
Be	[mg/kg]	< 0,01	-	-	-	-	-
Cd	[mg/kg]	0,037	-	< 1	0,41	0,3	< 1
Co	[mg/kg]	< 0,15	0,2	-	-	-	1,4
Cr	[mg/kg]	2,6	-	2,6	7,15	3,83	3
Cu	[mg/kg]	12	10 – 20	12	26,5	19,9	29
Fe	[mg/kg]	-	600 – 900	-	-	-	-
Hg	[mg/kg]	< 0,2	-	< 0,2	0,05	0,13	< 0,5
Mn	[mg/kg]	-	20 – 40	-	-	-	-
Mo	[mg/kg]	-	0,5	-	-	-	0,9
Ni	[mg/kg]	0,2	-	< 4	-	-	1
Pb	[mg/kg]	3	-	< 5	< 3	3	2
Sb	[mg/kg]	1,2	-	-	-	-	-
Se	[mg/kg]	-	-	-	-	-	0,3
Sn	[mg/kg]	1,4	-	-	-	-	-
V	[mg/kg]	1,9	-	-	-	-	-
Zn	[mg/kg]	113	100	110	-	-	107

Tabelle 9: Vergleich der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett mit anderen Abfällen und Brennstoffen (GRECH, RUMPLMAYR, SAMMER 1999; LEITHNER, MARUTZKY 1998; SCHACHERMAYER et al. 1995; SCHARF, SCHNEIDER, ZETHNER 1997; VERBUND UMWELTTECHNIK GMBH 2000)

Parameter	Tiermehl	Tierfett	Klärschlamm	Hausmüll	Altholz	Steinkohle	Heizöl _{schwer}
Wassergehalt	4 – 10 %	0,1 – 0,4 %	92,1 %	-	22 %	3 – 10 %	-
N	6 – 10 %	-	3,9 % TS	-	0,79 %	1 – 2 % TS	-
S	0,2 – 1 %	-	-	0,35 % TS	0,14 %	0,5 – 2 % TS	0,94 %
Cl	0,4 – 1 %	0,0031 %	-	0,75 % TS	0,085 %	0,02 % TS	0,0006 %
Einheit	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg]	[mg/kg TS]	[mg/kg]
As	0,8	-	3,6	-	4,1	-	0,5
Cd	0,037	< 0,05	3	9	3,4	0,8	1,25
Co	< 0,15	-	10,4	-	1	-	0,5
Cr	2,6	0,3	64	-	32	21	0,63
Cu	12	0,5	190	440	25	33	1,88
Hg	< 0,2	< 0,01	1,8	2,5	0,3	0,3	0,004
Ni	0,2	< 0,1	37	-	6	30	11,88
Pb	3	0,4	145	600	314	50	6,25
Sn	1,4	-	-	-	6	-	-
V	1,9	-	-	-	-	-	13,13
Zn	113	-	1.320	940	535	60	12,5

5 THERMISCHE ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN IN ÖSTERREICH

Durch die gesetzliche Verpflichtung zur thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen wurden in Österreich am Ende des Jahres 2000 bzw. zu Beginn des Jahres 2001 kurzfristig jene Anlagen identifiziert die für eine Verbrennung und Mitverbrennung in Frage kommen bzw. wurde von Seiten der betroffenen Anlagenbetreiber die Bereitschaft signalisiert, die durch das Verbrennungsgebot zu behandelnden tierischen Nebenprodukte übernehmen und behandeln zu wollen. Die Genehmigungsverfahren wurden zügig absolviert und Bescheide für Versuchsbetriebe wurden erteilt.

Tabelle 10 listet jene Anlagen in Österreich auf, die über eine Genehmigung zur Verbrennung von Tiermehl bzw. Tierfett verfügen (Stand Juli 2001):

Tabelle 10: Auflistung der in Österreich zur Verbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen genehmigten Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen (Stand Juli 2001)

Abfallverbrennungsanlagen	Zementwerke	Kraftwerksanlagen
Fernwärme Wien, Werk Simmeringer Haide	Kirchdorfer Zementwerke Hofmann GmbH	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Riedersbach 1
Energie AG Oberösterreich, Teilbetrieb Welser Abfallverwertung	Lafarge-Perlmooser Zementwerke AG, Werk Mannersdorf	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Riedersbach 2
AVE Reststoffverwertung Lenzing GmbH	Lafarge-Perlmooser AG, Werk Retznei	Energie AG Oberösterreich, Kraftwerk Timelkam II
	Zementwerk Leube GmbH	ESG AG, FHKW Linz-Mitte
	Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Peggau	STEWEAG, FHKW Mellach
	Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Wietersdorf	Verbundgesellschaft, Kraftwerk Dürnrohr
	Wopfinger Baustoffindustrie GmbH	Verbundgesellschaft, Kraftwerk St. Andrä
		Verbundgesellschaft, Kraftwerk Voitsberg
		Verbundgesellschaft, Kraftwerk Zeltweg

5.1 Abfallverbrennungsanlagen

5.1.1 Fernwärme Wien, Werk Simmeringer Haide

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Informationen wurden im Rahmen einer Anlagenbe-sichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (KROBATH 2001) sowie ROLLAND, GRECH (2001) entnommen.

Im Jahr 2000 wurden Teile der Entsorgungsbetriebe Simmering in die Fernwärme Wien eingegliedert. Zwei Drehrohröfen zur Entsorgung gefährlicher Abfälle und drei Wirbelschichtöfen insbesondere zur thermischen Behandlung des Wiener Klärschlammes stehen nunmehr im Eigentum der Fernwärme Wien. Die Hauptkläranlage Wien ist im Besitz der Entsorgungsbetriebe Simmering geblieben.

5.1.1.1 Wirbelschichtöfen des Werks Simmeringer Haide

Die Verbrennung des Klärschlammes der Wiener Hauptkläranlage erfolgt in 3 Wirbelschicht-öfen mit stationärer Wirbelschicht. Die Inbetriebnahme der Wirbelschichtöfen erfolgte 1980 (WSO 3 1992).

Der Klärschlamm wird als „Dünnschlamm“ mit einem Anteil von durchschnittlich 3,5 % Trockensubstanz von der Hauptkläranlage Wien zur weiteren Behandlung geliefert. Der mittels Zentrifugen auf einen TS-Gehalt von 35 % entwässerte „Dickschlamm“ wird schlussendlich mittels Dickstoffpumpen über Rohrleitungen der Verbrennung in den drei Wirbelschichtöfen zugeführt.

Der verfahrenstechnische Aufbau einer der drei Verbrennungslinien ist in Abbildung 6 wie-dergegeben.

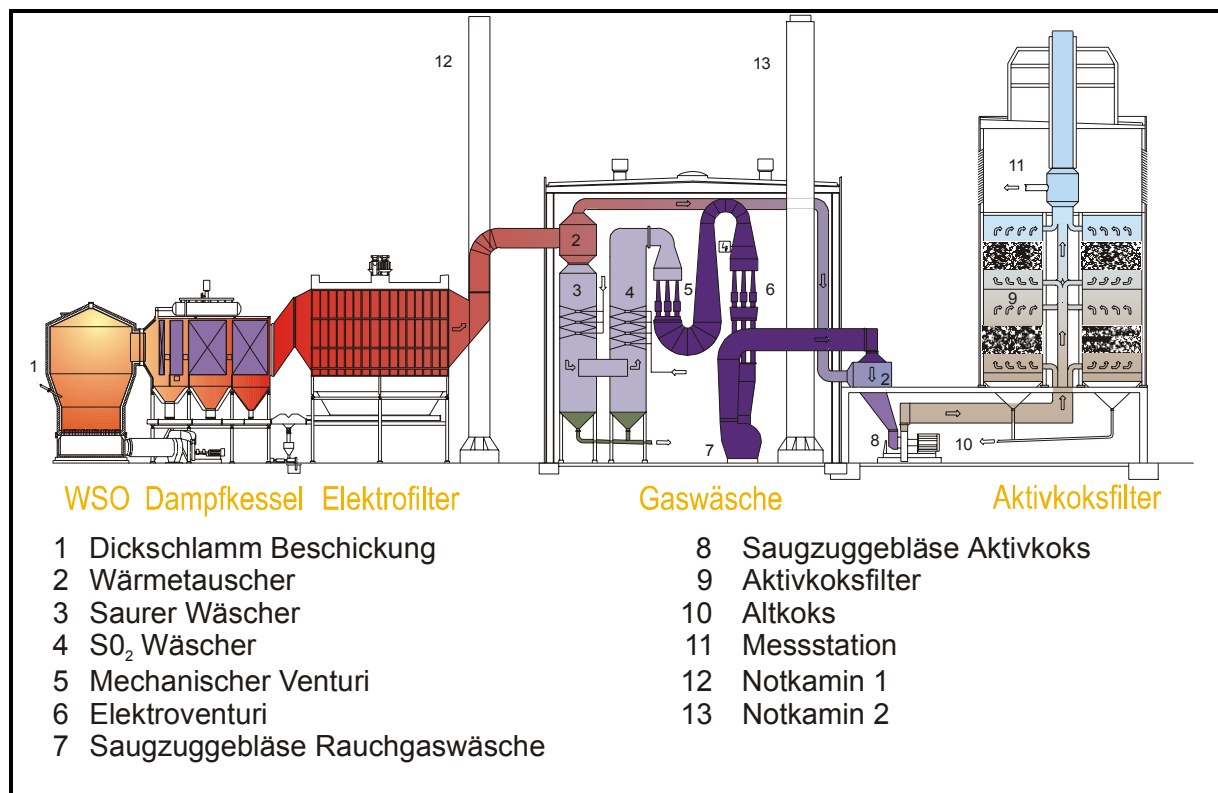


Abbildung 6: Fließbild Wirbelschichtöfen

Die Anlage gliedert sich im Wesentlichen in folgende Komponenten: Wirbelschichtofen, Abhitzekeessel, Rauchgasentstickung (SNCR-Verfahren), Elektrofilter zur Staubabscheidung, Saurer Wäscher, Basischer Wäscher, Aktivkohlefilter, mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage.

5.1.1.2 Thermische Behandlungsanlage für gefährliche Abfälle des Werks Simmeringer Haide

Die thermische Behandlungsanlage für gefährliche Abfälle wurde 1980 in Betrieb genommen.

Abfälle und gefährliche Abfälle werden in unterschiedlichster Form angeliefert. Diese werden beprobt, analysiert, auf Grund der Analysenergebnisse bewertet und in die nachfolgenden Behandlungsschritte eingesteuert.

Fester Abfall wird vorwiegend in Containern und Mulden per LKW angeliefert und in den Müllbunker abgekippt. Sperrmüll wird mit einem Shredder zerkleinert und in den Müllbunker gefördert. Aus dem Bunker wird der Müll mit einem Kran über eine Aufgabeschurre direkt der Verbrennung oder der „Homogenisierung“ zugeführt. In diesem Vorbehandlungsschritt werden Bunkermüll und Fassgebinde mit Shreddern zerkleinert und in einen Mischer unter Zugabe von flüssigem, gefährlichen Abfall in eine pumpfähige Konsistenz gebracht. Das aufgemischte und homogenisierte Material wird dann mit speziellen Dickstoffpumpen über Rohrleitungen der Verbrennung zugeführt.

Flüssiger Abfall wird vorwiegend in Tankwagen angeliefert und abhängig von den verschiedenen Eigenschaften getrennt in Tanks zwischengelagert.

Brennbare Flüssigkeiten werden entweder direkt aus den Lagertanks oder nach vorheriger Aufmischung zur Erzielung definierter Eigenschaften der Verbrennung über Brennlanzen zugeführt (Drehrohröfen bzw. Wirbelschichtofen 3)

Überwiegend wässrige Flüssigkeiten werden, wenn möglich, mit physikalisch - chemischen Verfahren vorbehandelt und danach in die Drehrohröfen eingebracht.

Gebinde und Kleingebinde (bis 200 Liter Inhalt) mit festem und flüssigem Abfall werden in einem überdachten Deponiebecken zwischengelagert und sortiert. Über Rollenbahnen und Aufzüge werden die Gebinde entweder direkt der Verbrennung oder dem Vorbehandlungsschritt "Homogenisierung" zugeführt.

Infektiöser Spitalmüll wird in standardisierten, nicht mehr offenbaren Kunststoffgebinden angeliefert. Die Gebinde (Spitalmüllfässer) werden in einer für diese Aufgabe speziell ausgerüsteten, klimatisierten Lagerhalle zwischengelagert und von dort über eine vollautomatische Förderanlage in den Verbrennungsraum eingebracht.

Die zwei Drehrohre der Verbrennungsanlage sind je 12 Meter lang, haben einen Außendurchmesser von 4,5 Meter und eine ca. 25 Zentimeter dicke Feuerfestausmauerung. Unter langsamer Drehung (0,1 - 0,6 Umdrehungen pro Minute) werden in den Drehrohren die Abfälle bei Temperaturen bis 1.300°C verbrannt. Die entstehende Schlacke wird über einen Nassentschlacker ausgetragen. Die Rauchgase werden nach einer Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden in der Nachbrennkammer bei einer Temperatur von 1.200°C der Wärmenutzung (Dampfkessel) zugeführt.

Der verfahrenstechnische Aufbau einer der zwei Verbrennungslinien ist in Abbildung 7 wiedergegeben und gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagenkomponenten: Drehrohr, Abhitzekeessel, Rauchgasentstickung (SNCR-Verfahren), Elektrofilter zur Staubabscheidung, Saurer Wäscher, Basischer Wäscher, Aktivkohlefilter, Mehrstufige Abwasserbehandlungsanlage. Die Abfälle des Werks Simmeringer Haide werden zur Gänze der Deponierung zugeführt.

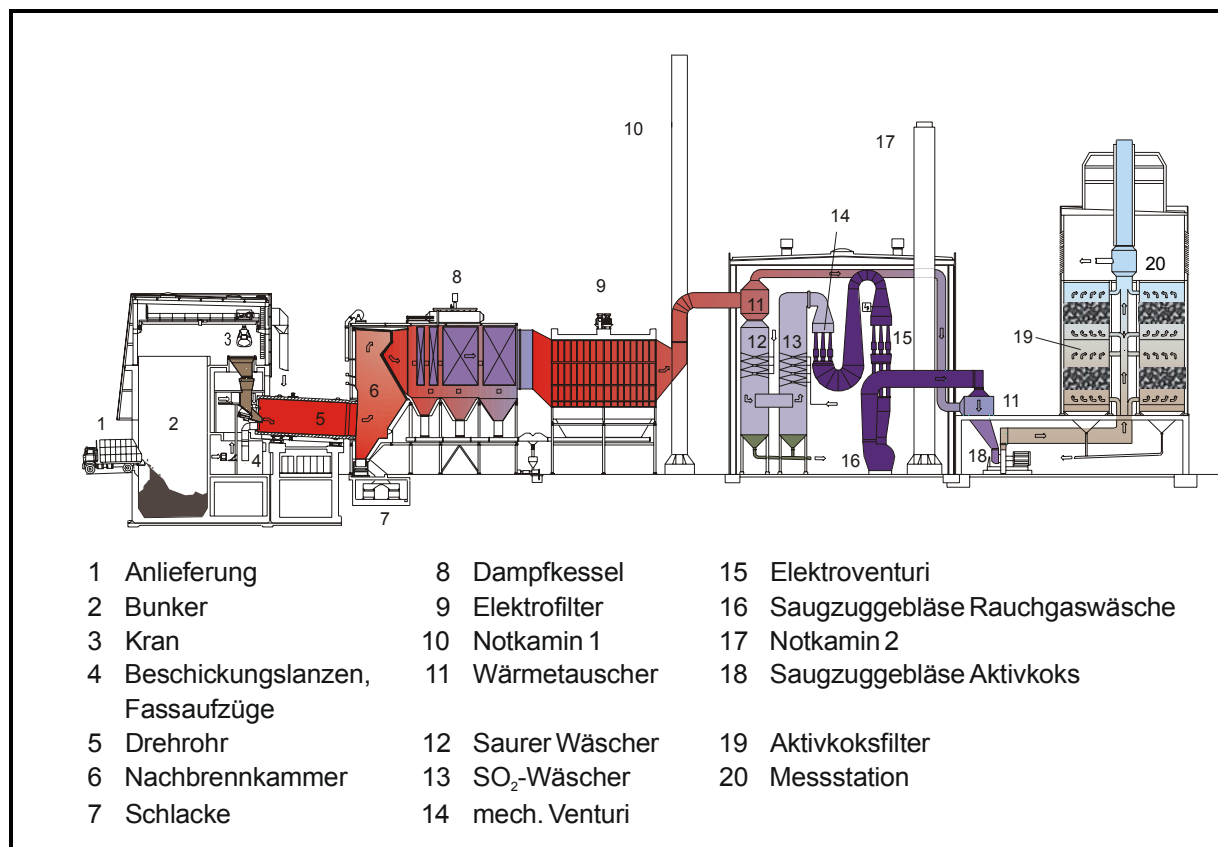


Abbildung 7: Fließschema Drehrohr

5.1.1.3 Einsatzmengen

Im Werk Simmeringer Haide erfolgt seit Oktober 2000 die Übernahme von pelletiertem Tiermehl, z. T. werden in geringem Ausmaß auch verpackte Futtermittel übernommen. Das pelletierte Tiermehl wird in der Regel im Wirbelschichtofen 3 (WSO 3) mit einer möglichen Kapazität in der Höhe von 600 – 800 t/Woche verbrannt. Lediglich bei Stillständen des WSO 3 oder bei einem Überangebot, wird das pelletierte Tiermehl in den beiden Drehrohröfen (max. 300 t/Woche möglich) thermisch entsorgt. Derzeit befindet sich ein Projekt in der Genehmigungsphase, nach dem insgesamt bis zu 400 t pelletiertes Tiermehl pro Woche auch in den Wirbelschichtöfen 1 und 2 (WSO 1 und WSO 2) verbrannt werden sollen.

Über die Beschickungseinrichtungen der Drehrohröfen wird Tierfett als Stützfeuerung verbrannt.

Im ersten Halbjahr 2001 konnten im Rahmen der Tiermehl- und Tierfettverbrennung etwa 15.000 t (davon ca. 2.000 t Tierfett) entsorgt werden.

Im Werk Simmeringer Haide beträgt die abgeschätzte maximal mögliche Verbrennungsmenge ca. 35.000 t pelletiertes Tiermehl /a sowie ca. 4.000 t Tierfett /a.

5.1.1.4 Technologische Aspekte bezüglich der Verbrennung von Tiermehl und Tierfett

Im Werk Simmeringer Haide wird auch pelletiertes Tiermehl, das aus spezifiziertem Risikomaterial hergestellt wurde, verbrannt. Die thermische Entsorgung von Konfiskaten, Kadavern und Tierkörperteilen wird jedoch nicht durchgeführt.

Das pelletierte Tiermehl wird in geschlossenen und plombierten Containern angeliefert. Die Container werden vom Anlieferer am Werksgelände abgestellt, nicht umgeleert und im leeren Zustand wieder abgeholt. Die Container verfügen über eine Heckklappe, die das Entleeren beim Kippen ermöglicht. Die durchschnittlich gelagerte Menge an pelletiertem Tiermehl beträgt maximal ca. 150 t (ca. 15 Container).

Für die Verbrennung im WSO 3 wird das pelletierte Tiermehl vom Container in einen separaten Annahnebunker gekippt (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: BRAM-Annahnebunker des WSO 3

Dieser Bunker sowie die daran anschließende Förderanlage waren ursprünglich dafür vorgesehen, den WSO 3 auch mit aufbereiteten heizwertreichen Abfällen (BRAM – Brennstoff aus Müll) zu betreiben. Der BRAM-Bunker hat ein Fassungsvermögen von 12 m³, dies entspricht in etwa dem Füllinhalt eines Containers für pelletiertes Tiermehl. Die Übernahmestelle ist eingehaust und die Bunkerluft wird abgesaugt und über ein Aufsatzfilter an die Umgebungsluft abgegeben. Der Staub aus der Abluftreinigung wird dem Verbrennungsprozess zugeführt.



Abbildung 9: Förderschnecke

Durch den Abkippvorgang und das Aufhäufen von pelletiertem Tiermehl im Bunker kommt es zu Verunreinigungen des Bodens im Bereich der Bunkerzufahrt. Durch eine neue industrielle Staubsauganlage und einen Oberflächen-Nassreiniger soll diese Problemstelle beseitigt werden.

Das pelletierte Tiermehl wird anschließend an den Bunker über eine Schnecke und einen Fördergurt zur Wägevorrichtung transportiert (siehe Abbildung 9 und Abbildung 10). Im Bereich der mechanischen Förderung sind Verunreinigungen aufgetreten, die durch die bereits oben beschriebenen Maßnahmen bekämpft werden sollen.



Abbildung 10: Fördergurt

Auf pneumatischem Weg wird das pelletierte Tiermehl schlussendlich über die zwei vorhandenen BRAM-Lanzen in das Wirbelbett des WSO 3 eingedüst und bei ca. 850 °C verbrannt. Abbildung 11 zeigt anschließend an die Wägung die Aufteilung des Tiermehls auf die beiden Förderleitungen, die zu den BRAM-Lanzen führen.



Abbildung 11: Förderleitungen nach der Wägevorrichtung

In Abbildung 12 ist jene Stelle am Wirbelschichtkessel zu sehen, an der die Eindüsung des Tiermehls über die BRAM-Lanze stattfindet.

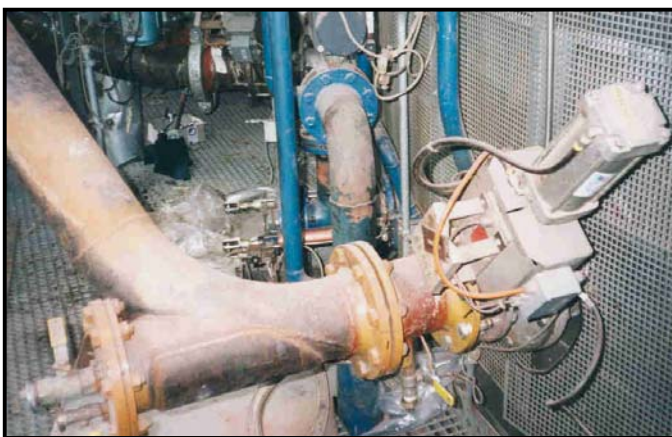


Abbildung 12: Eindüsung von Tiermehl am Wirbelschichtkessel

In den Stillstandzeiten des WSO 3 bzw. bei einem Überangebot gelangt pelletiertes Tiermehl auch in die beiden Drehrohröfen des Werks Simmeringer Haide. Das pelletierte Tiermehl wird vom plombierten Container in den Annahmehunker für feste Abfälle gekippt. In Abbildung 13 auf der nächsten Seite ist der Annahmehunker zu sehen, wobei an der Oberfläche der Abfallschüttung pelletiertes Tiermehl zu erkennen ist. Der Bunker wird im Unterdruck gehalten und die abgesaugte Luft wird dem Verbrennungsprozess zugeführt. Anschließend wird das Material mittels Müllgreifer über Aufgabeschnurren und weiter über die Stirnwand in die beiden Drehrohröfen eingebracht.

Das Tierfett wird mit Kesselwaggons oder Tankwagen angeliefert und in das Tanklager gepumpt. Die Aufgabe erfolgt über die Beschickungseinrichtungen als Stützfeuerung in die beiden Drehrohröfen. Beim Einsatz von Tierfett sind nach Angaben des Betreibers keinerlei Probleme zu verzeichnen gewesen.



Abbildung 13: Annahmehunker für feste Abfälle

Erfahrungen, Probleme, Adaptionen

Zur Zeit der Besichtigung befand sich der WSO 3 in der Revisionsphase. Dabei wurden vom Betreiber weiße Beläge am Elektrofilter entdeckt, die noch untersucht werden. Dabei dürfte es sich um Kalziumverbindungen handeln. Zur Identifikation einer durch den Tiermehleinsatz möglichen verstärkten Korrosion wurden vom Betreiber Wandstärkemessungen im Kessel durchgeführt, die keinerlei Hinweise auf außergewöhnlichen Materialabtrag ergaben. (KROBATH 2001)

Nach Angaben des Betreibers sind im Zuge des Einsatzes von pelletiertem Tiermehl im Werk Simmeringer Haide keine Probleme bei der Förderung aufgetreten. Der Fördergurt des für die Förderung von BRAM vorgesehenen Becherwerks musste auf einen fettbeständigen Gummi umgerüstet werden.

Hinsichtlich des Ausbrandes konnte keine Verschlechterung bei den anfallenden Aschen beobachtet werden. (KROBATH 2001)

Bei den Rauchgas-Emissionsmessungen des Betreibers zeigten sich keine Änderungen bei den NO_x -Werten in Folge des Tiermehleinsatzes (Anm.: Die Stickstoffgehalte von Klärschlamm und Tiermehl sind vergleichbar). (KROBATH 2001)

Ein Problem stellt die Anlieferung bzw. Übernahme des pelletierten Tiermehls dar. Wie bereits weiter oben ausgeführt kommt es dabei zu Verunreinigungen v. a. des Bodens. An der Behebung dieses Mangels wird jedoch derzeit gearbeitet (Industriestaubsauger, Oberflächennassreiniger), sodass zukünftig Verunreinigungen verhindert werden können.

Nach Angaben der Betreiber ist auf Grund der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett keine Einschränkung der Einsatzmengen im Werk Simmeringer Haide erforderlich.

Als österreichweit einzige Sondermüllverbrennungsanlage hat man im Werk Simmeringer Haide bereits Erfahrungen beim Umgang mit gefährlichen Abfällen und deren thermischer Entsorgung. Dies betrifft v. a. auch die notwendigen Vorkehrungen hinsichtlich des Arbeitnehmerschutzes. Hinsichtlich des Umganges der Arbeitnehmer mit verarbeiteten tierischen Proteinen wurden zusätzliche Betriebsanweisungen erlassen.

Für den Bereich der Anlieferung gilt:

- Vermeidung der Staubentwicklung durch Zwangsentlüftung des BRAM-Bunkers des WSO 3 bzw. durch Absaugung der Verbrennungsluft aus dem Bunker der Drehrohrofenanlage
- Geschlossenhalten des BRAM-Bunker-Streifenvorhangs bzw. der Bunkertore der Drehrohrofenanlage außerhalb des Anliefervorgangs
- Vermeidung des direkten Hautkontaktes mit verarbeiteten tierischen Proteinen durch Tragen von körperbedeckenden Schutzanzügen, Arbeitshandschuhen und Feinstaubmasken der Kategorie FFP3
- Regelmäßige Reinigung der Anlagenteile und des Container-Zwischenlagerbereichs
- Sofortige Entfernung von eventuell im Zuge des Anliefervorgangs außerhalb des Bunkerbereichs verschüttetem Material
- Gründliche Reinigung von Gesicht und Händen nach jedem Anliefervorgang

Für Tätigkeiten im direkten Umgang mit verarbeiteten tierischen Proteinen gilt:

- Vermeidung des direkten Hautkontaktes mit verarbeiteten tierischen Proteinen durch Tragen von körperbedeckenden Schutzanzügen, Arbeitshandschuhen und Vollmasken mit Feinstaubfilter Schutzstufe P3
- Gründliche Reinigung von Gesicht und Händen nach jeder Arbeitstätigkeit im BRAM-Bunker bzw. Bunker der Drehrohrofenanlage sowie nach jeder Störungsbehebung

5.1.2 Welser Abfallverwertung

Die zur Gestaltung dieses Kapitels notwendigen Daten wurden im Rahmen einer Anlagenbesichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (NEUDORFER 2001, WACHTER 2001).

5.1.2.1 Einsatzmengen

Bei der Welser Abfallverwertung (WAV) werden pelletiertes Tiermehl und Futtermittel einer thermischen Entsorgung zugeführt. In einer Halle, die ursprünglich für die Sortierung von Gewerbeabfällen vorgesehen war, werden Futtermittel, bei denen der Verdacht besteht, dass sie Tiermehl enthalten, bis zu der vorgesehenen Verbrennung gelagert (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15). Die Einsatzmenge an Tiermehl bzw. Futtermittel beträgt ca. 1 – 1,5 t/h, wobei zurzeit v. a. Futtermittel der Verbrennung zugeführt werden. Die oben angegebenen Mengen entsprechen etwa 10 – 15 % der Brennstoffaufgabe.



Abbildung 14: Lagerung von Futtermittel in loser Form



Abbildung 15: Lagerung von Futtermittel in verpackter Form

Früher wurden von der Tierkörperverwertungsanlage Regau vorbehandelte Tierkörperteile, die von Spezifizierten-Risikomaterialien stammen, nach Wels geliefert.

Die Anlage in Wels ist auf die Behandlung von Restmüll und ähnliche Abfallfraktionen ausgelegt. Dadurch sind dem Einsatz von Tiermehl von technischem Standpunkt her Grenzen gesetzt, v. a. der hohe Heizwert der thermisch zu entsorgenden tierischen Abfälle ist in diesem Zusammenhang zu nennen.

5.1.2.2 Technologische Aspekte

Das Tiermehl wird in pelletierter Form mit dem LKW angeliefert, da eine andere Form des Tiermeihls für das Handling in der Verbrennungsanlage nicht geeignet ist, und in den Bunker abgekippt. Die Futtermittel (teils in abgepackter, teils in loser Form) werden von der Lagerhalle ebenfalls zum Bunker transportiert und abgekippt. Der Bunker verfügt über eine Absaugvorrichtung (der Bunker wird im Unterdruck gehalten) und die abgesaugte Luft wird der Verbrennung zugeführt. Mit dem Greifer werden die Futtermittel und das Tiermehl unter den restlichen Abfall gemischt. Das Abkippen des Tiermeihls bzw. der Futtermittel erfolgt auf eine Restmüllschicht, um das Durchrieseln von Tiermehlbestandteilen und damit eine Anreicherung am Bunkerboden zu vermeiden. Der Greifer befördert die Abfälle in den Aufgabetrichter, anschließend erfolgt die Beschickung des Verbrennungsrostes. Der Rostdurchfall wird zum Nassentschlacker geführt. Abbildung 16 zeigt den schematischen Aufbau der Welser Müllverbrennungsanlage.

Auf Grund des Einsatzes von Tiermehl bzw. Futtermitteln sind keine ursächlich im Zusammenhang mit der thermischen Entsorgung dieser Abfälle stehende Anlagenprobleme aufgetreten (NEUDORFER 2001, WACHTER 2001).

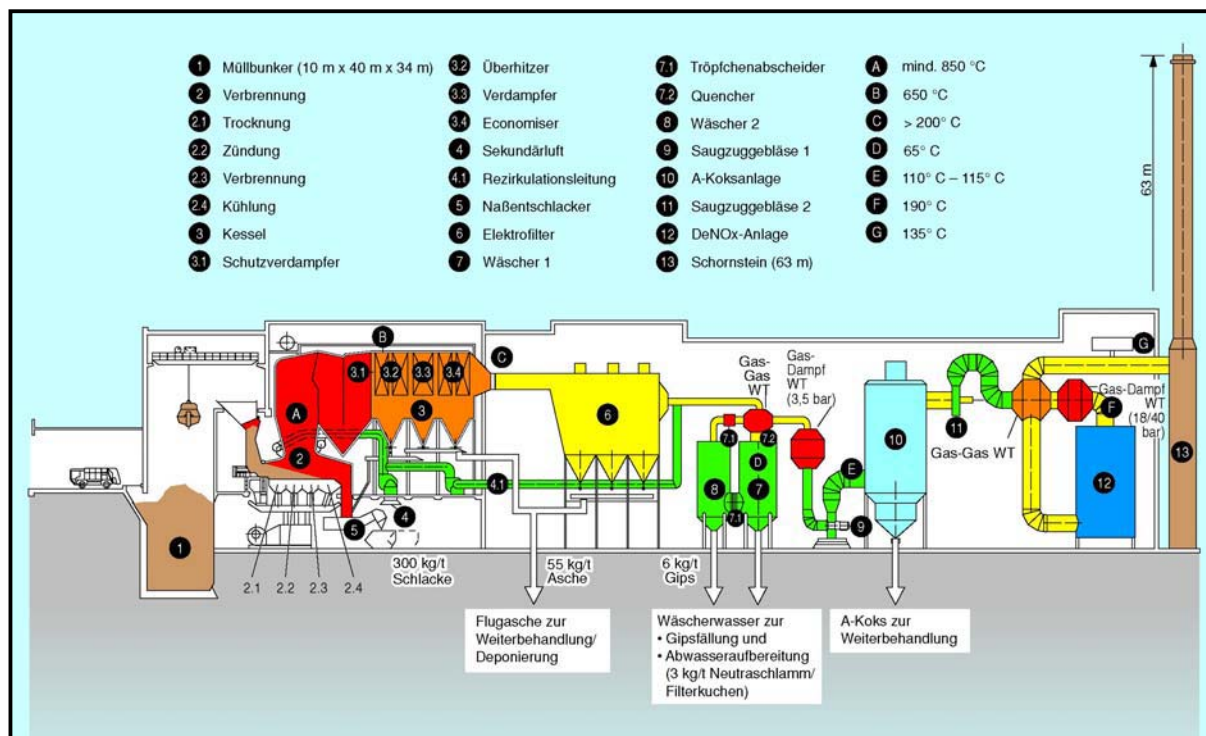


Abbildung 16: Schematischer Aufbau der Welser Abfallverwertungsanlage

5.1.3 AVE-Reststoffverwertung Lenzing GmbH & Co KG

Die Ausführungen dieses Kapitels erfolgten in Abstimmung mit WIEDEMANN (2001).

Seit Dezember letzten Jahres besitzt die AVE-Reststoffverwertung Lenzing die behördliche Genehmigung zur Verbrennung von Tiermehl im vorhandenen Wirbelschichtkessel. Zur thermischen Entsorgung von Tiermehl könnten zum Großteil bestehende Anlagenteile genutzt werden. Lediglich im Bereich der Förderung wären geringe Adaptionen nötig. Grundsätzlich bestehen jedoch alle Voraussetzungen für eine Eindüsung in den Wirbelschichtkessel.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt (07/2001) fand keine Verbrennung von Tiermehl in der Wirbelschichtanlage der AVE-RVL statt. Die technischen und rechtlichen Voraussetzungen sind jedoch in dem notwendigen Ausmaß vorhanden, sodass kurzfristig mit der Verbrennung von Tiermehl begonnen werden könnte. Da sich die Anlage in der Gewährleistungsphase befindet, gibt das Lieferantenkonsortium aus vertragsrechtlichen Gründen bisher keine Zustimmung.

5.2 Zementwerke

In diesem Kapitel werden jene österreichischen Zementwerke, die in ihren Drehrohröfen verarbeitete tierische Proteine thermisch entsorgen, hinsichtlich der Einsatzmengen, der technologischen Aspekte, der aufgetretenen Probleme und Erfahrungen dargestellt.

Bei den Zementwerken Kirchdorf und Peggau wurden im Rahmen der Recherchen zu diesem Bericht Besichtigungen durchgeführt. Aus diesem Grund sind die technologischen Aspekte und Erfahrungen beim Einsatz von Tiermehl und Tierfett in diesen Zementwerken explizit angeführt und beschrieben.

5.2.1 Einsatzmengen

Nach den Revisionszeiten der einzelnen Zementwerke und den dadurch ermöglichten Adaptionen der Anlagen findet derzeit bereits in großem Umfang die Mitverbrennung von Tiermehl und Tierfett statt. Die derzeit verbrannten Mengen (Stand Ende Mai 2001, Zementwerk Kirchdorf August 2001) und die von den einzelnen Betreibern abgeschätzten möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung werden in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Zur Zeit der Erhebung wurde in den Zementwerken Wopfung und Leube noch nicht mit der Mitverbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen begonnen.

Tabelle 11: Thermische Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen in der österreichischen Zementindustrie

Zementwerke	Derzeitige Verbrennungsmenge Stand Ende Mai 2001 (Zementwerk Kirchdorf August 2001)		Abgeschätzte mögliche Kapazitäten zur thermischen Entsorgung	
	Tiermehl [t/h]	Tierfett [t/h]	Tiermehl [t/h]	Tierfett [t/h]
Kirchdorfer Zementwerke Hofmann GmbH	1,1	-	in Bearbeitung, ca. 2	-
Lafarge-Perlmooser Zementwerke AG, Werke Mannersdorf und Retznei	3	-	5	3,5
Zementwerk Leube GmbH	-	-	2	-
Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Peggau	0,5 - 1	1,5 - 2	1,5	2,5
Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Wietersdorf	1	-	1,5	-
Wopfinger Baustoffindustrie GmbH	-	-	0,8	2,5

Unter Rücksichtnahme auf die jährlichen Betriebsstunden bzw. auf die Revisionszeiten können für Tiermehl und Tierfett die möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung in den Anlagen der Österreichischen Zementindustrie abgeschätzt werden (siehe Tabelle 12). Bei der Abschätzung wurde zumindest teilweise nicht berücksichtigt, dass durch die Genehmigungsbescheide eine Beschränkung der maximalen jährlich zulässigen Behandlungsmenge vorhanden ist. Bei der Abschätzung der möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung

von Tierfett muss ergänzend angeführt werden, dass durch die derzeitige Marktsituation (siehe weitere Ausführungen in der Zusammenfassung) die Mitverbrennung weitaus geringerer Mengen an Tierfett – als insgesamt in Österreich anfallen – in der Praxis durchführbar sein wird.

Tabelle 12: Abschätzung der möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in den Anlagen der Österreichischen Zementindustrie

Österreichische Zementindustrie	Tiermehl	Tierfett
Abgeschätzte mögliche Kapazitäten zur thermischen Entsorgung	ca. 90.000 t pro Jahr	ca. 60.000 t pro Jahr

Die nachfolgende Abbildung 17 stellt die derzeitigen und die abgeschätzten möglichen Kapazitäten zur thermischen Entsorgung noch einmal übersichtlich dar. Die Verbrennungsmengen wurden auf t/a hochgerechnet (Vorgangsweise siehe oben), um einen Vergleich mit den Aussagen des BMLFUW unter Bezugnahme auf die bereits zitierten parlamentarischen Anfragebeantwortungen anstellen zu können (BMLFUW 2001a, BMLFUW 2001b).

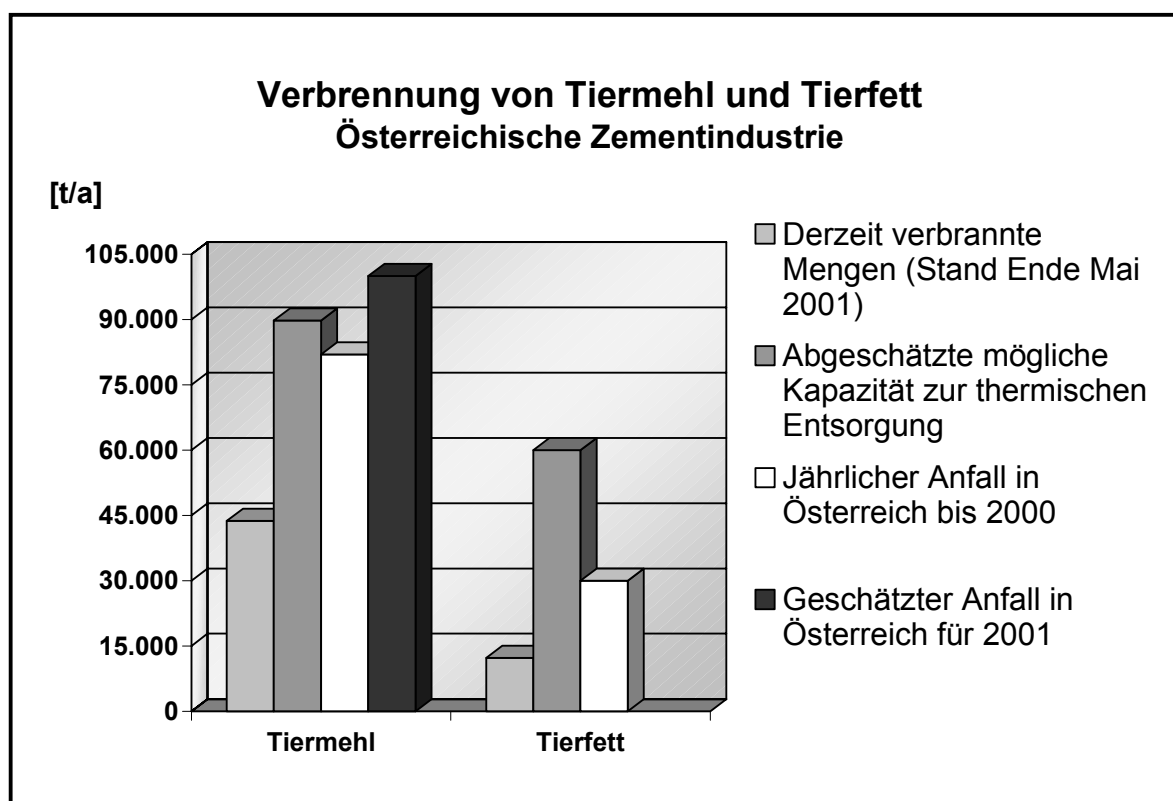


Abbildung 17: Mitverbrennung von Tiermehl und Tierfett in der Österreichischen Zementindustrie

5.2.2 Technologische Aspekte

Die technologischen Aspekte bei der Anlieferung, Übernahme, Lagerung, Förderung und Aufgabe von verarbeiteten tierischen Proteinen wurden im Rahmen der Fragebogenaktion bzw. mit Hilfe der Betriebsbesichtigungen aufgenommen. Die Ergebnisse Tiermehl betreffend sind in Abbildung 18 dargestellt.

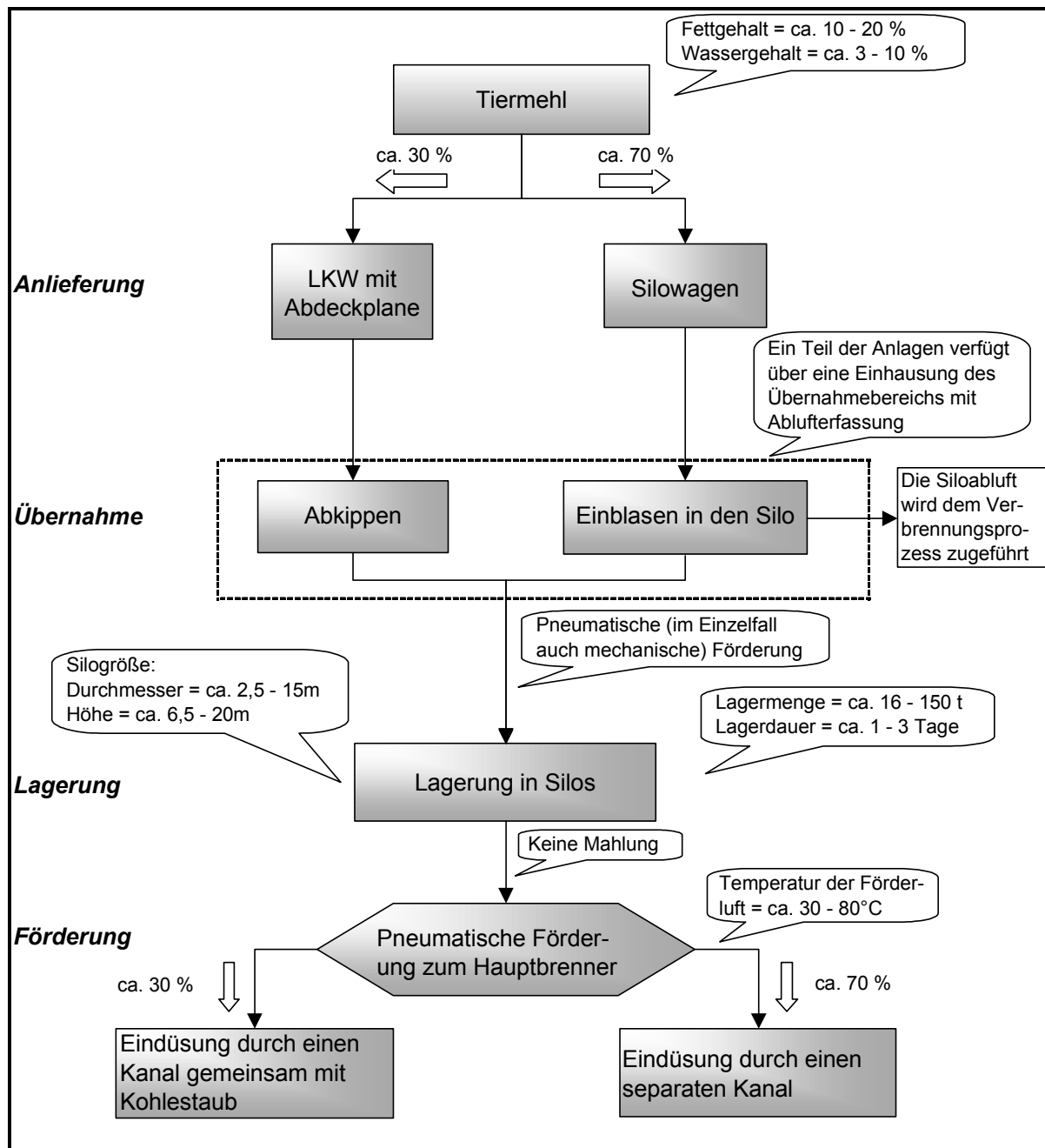


Abbildung 18: Schematische Darstellung der Praxis der Anlieferung, Übernahme, Lagerung und Förderung von Tiermehl in österreichischen Zementwerken

Das Tiermehl wird mit einem Fettgehalt in der Bandbreite von 10 – 20 % angeliefert, wobei in den Sommermonaten generell mit einem höheren Fettgehalt zu rechnen ist (siehe Kapitel 3.1.3). Etwa 70 % des Tiermehls wird durch Silowagen etwa 30 % durch LKW mit Abdeckplanen angeliefert. Bei der Anlieferung mittels Silowagen kann ein völlig geschlossenes System der Übernahme und Förderung realisiert werden, bei der Anlieferung mittels LKW mit Abdeckplanen ist dies nur teilweise möglich. Die beim Befüllen der Silos entstehende Siloblult wird dem Verbrennungsprozess zugeföhrt. Das Tiermehl wird so kurz wie möglich in den Silos gelagert. Nachdem das Tiermehl über Zellenradschleusen aus den Silos ausgetragen wird, erfolgt die pneumatische Föhrung zum Hauptbrenner, wobei etwa 70 % des Tier-

mehls über einen separaten Kanal des Brenners und etwa 30 % mit Kohlestaub durch einen gemeinsamen Kanal des Brenners in die Drehrohröfen eingeblasen werden.

Für die thermische Entsorgung von Tierfett konnte die bestehende Infrastruktur für die Verbrennung von Heizöl_{Schwer} – wegen der ähnlichen Konsistenz – genutzt werden. Das in Tankwagen angelieferte Tierfett wird in ursprünglich für die Lagerung von Heizöl_{Schwer} vorgesehenen Tanks gepumpt. Um die Pumpfähigkeit des Tierfettes gewährleisten zu können, ist – ähnlich wie bei Heizöl_{Schwer} – eine eventuelle Beheizung und ein Rührwerk notwendig. Das Tierfett wird über die vorhandenen Schwerölbrennerlanzen in den Drehrohröfen verfeuert.

In keiner der österreichischen Zementanlagen ist der Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen in der Sekundärfeuerung vorgesehen, während hingegen z. B. in Deutschland im Werk Lägerdorf der ALSEN AG bis zu 4 t Tiermehl/h im Calzinator verbrannt werden (ROSEMANN, NEHM 2001).

Adaptionen waren v. a. im Bereich der Lagerung und Förderung von Tiermehl notwendig. Lagerungssilos mussten angeschafft werden, der Austrag und die Verwiegung adaptiert werden. Die Installation von Filtern und eine Luftrückführung (Abluft aus der Silobefüllung) war geboten. Förderleitungen sind installiert worden bzw. es musste die Einbindung in die bestehende Kohleförderung bewerkstelligt werden.

Nach Angaben der Betreiber ist der Fettgehalt des Tiermehls (bis zu 20 %) ein Problem bei der pneumatischen Förderung. Die Gefahr von Verstopfungen bzw. Anbackungen ist zu meist latent vorhanden und bedarf überlegter Gegenmaßnahmen. Insbesondere der Austrag aus dem Lagersilo und die Förderung in Krümmungsbereichen kann ein Problem darstellen. In den Sommermonaten ist eventuell mit einem höheren Fettgehalt bei Tiermehl zu rechnen (siehe Kapitel 3.1.3).

Entsprechend den Betreiberangaben stellt der hohe Phosphorgehalt bei der Verfeuerung von Tiermehl in Zementwerken einen limitierenden Faktor dar. Zur Wahrung der Produktqualität – ein höherer Anteil an Phosphor im Zement kann das Abbindeverhalten beeinflussen – muss der Eintrag an Phosphor in den Drehrohröfen begrenzt werden. Auch zur Erreichung der notwendigen Flammentemperaturen bei der Primärfeuerung ist auf Grund des im Vergleich zu konventionellen Brennstoffen (und z. T. auch Abfällen) niedrigeren Heizwertes (H_u = ca. 18 MJ/kg) die mögliche Einsatzmenge von Tiermehl ebenfalls limitiert.

Durch die Zufeuerung von Tiermehl werden zusätzliche Chlorfrachten in den Zementöfen eingebracht. Dadurch kann es zur vermehrten Bildung von Alkalichloriden kommen, die im Bereich des Ofeneinlaufs kondensieren und sich bei Ofenanlagen, die nach dem Trockenverfahren arbeiten, im Inneren des Kreislaufring anreichern. Höhere Anreicherungen begünstigen die Ansatz- und Ringbildung im Zementofen sowie im Bereich der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers. Zur Reduktion des Chlorkreislaufs ist nach Angaben der Betreiber eine Bypassanlage geeignet.

5.2.3 Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GesmbH

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Informationen wurden im Rahmen einer Anlagenbe-sichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (BACHER 2001).

Die Ofenanlage der Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH arbeitet nach dem Trockenverfahren. Die Ofenabgase durchströmen dabei nach Verlassen des Drehrohrs den Vorwärmer, der aus vier Zyklonstufen besteht, von unten nach oben im Gegenstrom zum aufgegebenen Rohmehl. Aus dem untersten Zyklon gelangt das Material in den Drehrohrofen, wo es durch die Neigung und Rotation des Drehrohrs zum Ofenauslauf transportiert wird. Am Ofenauslauf ist der Hauptbrenner installiert (Primärfeuerung), wobei über einen separaten Kanal des Brenners das Tiermehl in den Drehrohrofen eingeblasen wird. Nach der Sinterung im Drehrohrofen wird der Klinker abgekühlt. Der Zement wird schlussendlich aus dem Klinker und verschiedenen Zumahlstoffen erzeugt. Abbildung 22 am Ende des Beitrages zeigt den schematischen Aufbau des Zementwerks in Kirchdorf.

5.2.3.1 Einsatzmengen

Die nachfolgende Tabelle stellt die derzeit eingesetzte Menge an Tiermehl sowie die abgeschätzte mögliche Kapazität zur thermischen Entsorgung dar.

Tabelle 13: Daten zu der derzeitigen und möglichen Einsatzmenge von Tiermehl im Zementwerk Kirchdorf

	Derzeitige Einsatzmenge	Abgeschätzte mögliche Kapazität zur thermischen Entsorgung
Tiermehl	1,1 t/h	in Bearbeitung, ca. 2 t/h

Die Verfeuerung von Tiermehl macht ca. 15 % der Brennstoffwärmeleistung aus. Bis Anfang Juni wurden in etwa 5.600 Tonnen an Tiermehl einer thermischen Entsorgung im Zementwerk Kirchdorf zugeführt.

5.2.3.2 Technologische Aspekte

Das Tiermehl wird mittels LKW inkl. Abdeckplane in loser Form angeliefert und in die bereits vorhandene Gosse abgekippt. Diese Übernahmestelle war ursprünglich für andere Abfallbrennstoffe vorgesehen. Die Gosse verfügt über einen automatisch aufklappbaren Deckel. Bei der Übernahme-stelle wurden vom Betreiber Staubmessungen durchgeführt, wobei auf Grund des Fettgehaltes des Tierme-hls keine Erhöhung der Staubwerte zu verzeichnen war. Von der Gosse wird das Tiermehl mit einem Trogkettenförderer in einen Silo zur Zwischenlagerung transportiert.



Abbildung 19: Übernahmestelle für Ersatzbrennstoffe

Abbildung 19, Abbildung 20 und Abbildung 21 zeigen die Übernahmestelle mit dem Silo sowie die Gosse mit dem automatisch aufklappbarem Deckel.

Vom Silo wird das Tiermehl gewichtsdosiert über einen separaten Kanal des Brenners kontinuierlich in den Drehrohrofen eingeblasen. Die durch den Brenner zugeführte Verbrennungsluft (Primärluft) weist eine Temperatur in der Höhe von 50 °C auf. Nach Angaben des Betreibers wird im Sommer aller Voraussicht nach eine Kühlung der Primärluft nötig sein, um Verstopfungen entgegen zu wirken.



Abbildung 20: Gosse – Übernahmestelle für Tiermehl

Chlor-Problematik

Wenn neben den Rohstoffen zusätzliche Chlorfrachten über den Brennstoff in den Zementofen eingebracht werden, kann es zur vermehrten Bildung von leicht verdampfbaren Alkalichloriden kommen. Diese werden nur in geringem Maß in den Klinker eingebunden. Alkalichloride kondensieren im Bereich des Ofeneinlaufs und reichern sich daher im Inneren Kreislauf an. Höhere Anreicherungen begünstigen die Ansatz- und Ringbildung im Zementofen sowie im Bereich der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers. Im Zementwerk Kirchdorf ist eine Bypassanlage zur Reduktion des Chlorkreislaufs installiert, das dabei anfallende Bypassmehl wird dem Zement zugemahlen und damit eine Anreicherung des Chlors verhindert.

Der Chlorgehalt des Zements liegt dabei deutlich unter dem Grenzwert von 0,1 M.-% gemäß einschlägiger Zementnormen.



Abbildung 21: Übernahmestelle und Silo für Ersatzbrennstoffe

Phosphor-Problematik

Im Tiermehl sind Gehalte an Phosphor (als P_2O_5) in der Höhe von 8 % durchaus üblich. Der Eintrag von Phosphor in den Drehofen (und damit in den Klinker) muss jedoch zur Wahrung der Produktqualität begrenzt werden. Durch einen höheren Anteil an Phosphor kann das Abbindeverhalten des Zementes beeinflusst werden.

Da in Kirchdorf keine Schweröllinie vorhanden ist, wird kein Tierfett für die Verbrennung in der Primärfeuerung übernommen.

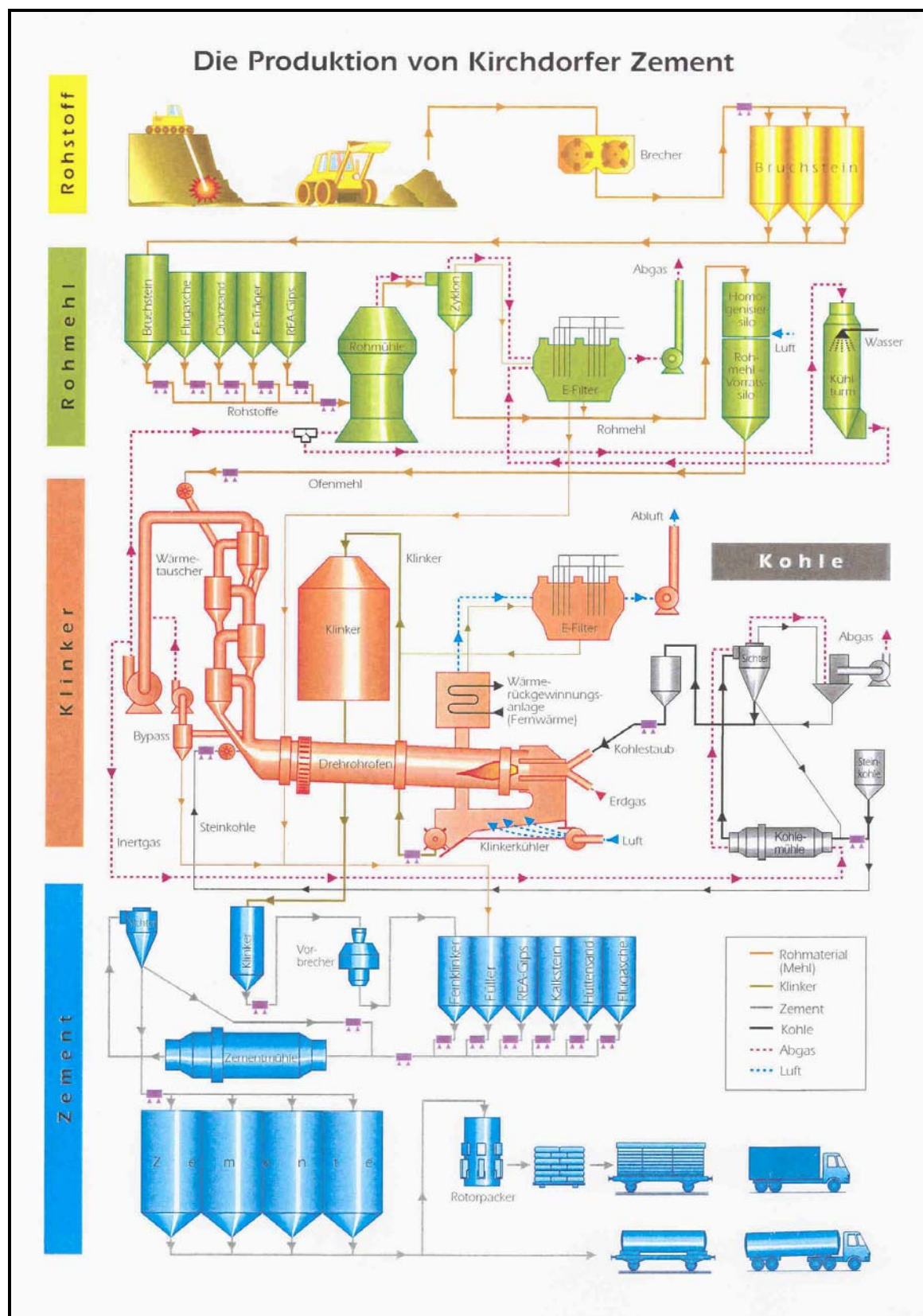


Abbildung 22: Schematische Darstellung des Zementwerks Kirchdorf

5.2.4 Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Werk Peggau

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Informationen wurden im Rahmen einer Anlagenbe-sichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (HARTWEGER 2001).

Die Anlagen der Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH arbeiten nach dem Halb-trockenverfahren, welches durch die Rohmehlaufgabe charakterisiert ist. Beim Halbtrocken-verfahren werden Granulate auf einem Wanderrost vorgewärmt und anschließend in das Drehrohr aufgegeben. Am unteren Ende des Drehrohrs befindet sich die Primärfeuerung, in der u. a. die verarbeiteten tierischen Proteine aufgegeben werden. Der Klinker wird am unteren Ende des Ofens ausgetragen und nach einer Abkühlung zerkleinert und mit Zumahlstof-fen in den Zementmühlen vermischt und zum Zement vermahlen.

5.2.4.1 Einsatzmengen

Die mögliche Einsatzmenge an Tiermehl richtet sich im Zementwerk Peggau v. a. nach dem Phosphor- Gehalt und dem Heizwert des Tiermehls. Bei der Mitverbrennung von Tierfett gibt es keine Einschränkungen, die mögliche Nutzung der bereits vorhandenen Schweröllinie, der hohe Heizwert und die geringe Schadstoffbelastung machen Tierfett zu einem idealen Brennstoff (HARTWEGER 2001).

Die nachfolgende Tabelle stellt die derzeit eingesetzten Mengen (Stand Ende Mai 2001) an Tiermehl und Tierfett sowie die möglichen Einsatzmengen dar.

Tabelle 14: Daten zu den derzeitigen und möglichen Einsatzmengen im Zementwerk Peggau

	Derzeitige Einsatzmenge [t/h]	Mögliche Einsatzmenge [t/h]
Tiermehl	0,5 - 1	1,5
Tierfett	1,5 - 2	2,5

Die Verfeuerung von Tiermehl und Tierfett macht im Zementwerk Peggau ca. 30 - 50 % der Brennstoffwärmeleistung aus.

Auf Grund des Verbrennungsgebotes wurde von Seiten des Landes gewünscht, dass die Zementwerke einen Teil des zu behandelnden Tiermehls und Tierfettes in ihren Feuerungs-anlagen thermisch entsorgen. Das Zementwerk sieht es aber nicht als Notwendigkeit an bzw. erhebt nicht den Anspruch, die thermische Entsorgung von Tiermehl und Tierfett als Aufgabe der Zementindustrie anzusehen. (HARTWEGER 2001)

5.2.4.2 Technologische Aspekte

Tiermehlverbrennung

Das in Silowagen angelieferte Tiermehl wird in einen herkömmlichen Baustellensilo (nicht eingehauster Übernahmebereich) und anschließend in den Dosierbunker eingeblasen, wobei die Abluft dem Verbrennungsbereich zugeführt wird. Abbildung 23 zeigt die Übernahme von Tiermehl. Auf Grund des Fettgehaltes ist die Förderung insbesondere der Austrag aus dem Dosierbunker problematisch. Um Anbackungen zu vermeiden, wurde am Dosierbunker eine Luftkanone installiert und der Anbau weiterer Luftkanonen wird überlegt. Außerdem wird von Seiten der TKV dem Tiermehl Blutmehl beigemischt (geringerer Fett- und Phosphorgehalt als Tiermehl), um so den Fettgehalt aber auch den Phosphorgehalt abzusenken.



Abbildung 23: Tiermehlübernahme im Zementwerk Peggau; ① Baustellensilo für die Lagerung von Tiermehl; ② bestehender Schweröltank für die Lagerung von Tierfett

Chlor-Problematik

Wenn höhere Chlorfrachten über den Brennstoff in den Zementofen eingebracht werden, kann es zur Anreicherung von Chlor und zur Bildung von Alkalichloriden, welche wiederum zu vermehrten Ansatzbildungen im Bereich zwischen Ofeneinlauf und Vorwärmer führen können, kommen. Bei den Anlagen der Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, die nach dem Halbtrockenverfahren (Lepolrost) arbeiten, werden die Zwischengasstäube und die Elektrofilterstäube zur Gänze dem Zement zugemahlen. Dadurch kommt es zu keiner Kreislaufbildung bei Chlor.

Der Chlorgehalt des Zementes hat aus Qualitätsgründen einen Wert von 0,1 M.-% einzuhalten.

Heizwert

Zur vollständigen Sinterung des in das Drehrohr aufgegebenen Rohmaterials sind bei der Primärfeuerung Temperaturen bis 2.000 °C notwendig. So hohe Temperaturen sind nur mit einem bestimmten Anteil an hochkalorischen Brennstoffen bzw. Abfällen zu erreichen. Durch den im Vergleich mit den konventionellen Brennstoffen bzw. anderen Sekundärbrennstoffen niedrigeren Heizwert von Tiermehl ergibt sich eine notwendige Beschränkung beim Einsatz.

Phosphor-Problematik

Im Tiermehl sind Gehalte an Phosphor (als P_2O_5) in der Höhe von 7 % durchaus üblich. Der Eintrag von Phosphor in den Drehofen (und damit in das Produkt) muss jedoch zur Wahrung

der Produktqualität begrenzt werden. Durch einen höheren Anteil an Phosphor kann das Abbindeverhalten des Zementes beeinflusst werden.

Wie bereits oben erwähnt wird dem Tiermehl Blutmehl beigemischt, um den Phosphoranteil der eingesetzten Mischung abzusenken.

NO_x Emissionen

Während des Einsatzes von Tiermehl konnte vom Betreiber keine Steigerung der NO_x Emissionen beobachtet werden. Das Emissionsniveau der Stickoxide wird maßgeblich durch die thermische und prompte NO_x-Bildung bestimmt. Eine Konzentration von 800 mg NO_x (berechnet als NO₂, unter Normbedingungen und 11 % O₂) im Abgas kann lt. Betreiber mit primären Maßnahmen unterschritten werden.

SCR (selective catalytic reduction): Demnächst wird an der Anlage in Peggau eine SCR-Entstickung im low-dust Betrieb getestet. Hierbei ist eine zusätzliche Aufheizung des Rauchgases vor dem Katalysator notwendig.

SNCR (selective non catalytic reduction): Es ist geplant, in einem Versuch in der Heißkammer des Rostvorwärmers den gesamten Abgasstrom mit einer SNCR-Entstickung zu behandeln.

Tierfettverbrennung

Tierfett wird über die bestehende Schweröllinie am Drehrohrofen eingesetzt. Das Tierfett wird mit Tankwagen geliefert und in den bestehenden Schweröltank gepumpt. Durch ständiges Umwälzen bleibt das Tierfett fließfähig und wird mit einer Temperatur von etwa 50-55 °C über die Schwerölbrennerlanze verfeuert.

Nach Angaben des Betreibers führt die Zusammensetzung des Tierfettes zu keinerlei Problemen bei der Verfeuerung im Drehrohrofen.

5.3 Kraftwerksanlagen

In diesem Kapitel werden jene österreichischen Kraftwerksanlagen, die in ihren Feuerungen verarbeitete tierische Proteine thermisch entsorgen, hinsichtlich der Einsatzmengen, der technologischen Aspekte, der aufgetretenen Probleme und Erfahrungen dargestellt und beleuchtet.

Bei den Kraftwerken St. Andrä (Verbundgesellschaft) und Timelkam II (Energie AG Oberösterreich) wurden im Rahmen der Recherchen zu diesem Bericht Besichtigungen durchgeführt. Aus diesem Grund sind die technologischen Aspekte und Erfahrungen beim Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen in diesen beiden Kraftwerksanlagen detaillierter dargestellt und beschrieben.

5.3.1 Verbundgesellschaft

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Informationen wurden im Rahmen einer Anlagenbesichtigung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (ZEFFERER, TAUSCHITZ 2001) sowie UMWELTBUNDESAMT, VERBUND UMWELTECHNIK GMBH (2001) entnommen.

Die folgenden Kraftwerksstandorte verfügen über eine Genehmigung zur Mitverbrennung von Tiermehl bzw. Tierfett: Dürnrohr, Voitsberg, St. Andrä und Zeltweg.

5.3.1.1 Einsatzmengen

Die mögliche Einsatzmenge an Tiermehl im Kraftwerk St. Andrä (und auch in den anderen Kraftwerken) richtet sich nach dem Cl-Gehalt des Tiermehls und der Zusammensetzung der eingesetzten Steinkohle. Dementsprechend ergibt sich eine maximale Einsatzmenge, um der Gefahr der Hochtemperaturkorrosion auszuweichen. Beim Verbund ging man sicherheitshalber bei der Berechnung der möglichen Einsatzmengen bei Tiermehl von einem Cl-Gehalt in der Höhe von 1 % aus.

Im Kraftwerk **St. Andrä** konnten im Rahmen der Tiermehlverbrennung etwa 3,0 t/h entsorgt werden. Die ungefähre Aufteilung der Brennstoffwärmeleistung zu diesem Zeitpunkt ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Der Einsatz von Tierfett ist bis zu einer maximalen Menge von 2 t/h möglich.

Tabelle 15: Aufteilung der Brennstoffwärmeleistung auf die einzelnen Brennstoffgruppen im Kraftwerk St. Andrä

	Tiermehl	Ersatzbrennstoffe (Altholz, Altöl, Klärschlamm, Rejecte)	Kohle
Brennstoffwärmeleistung	ca. 10 %	ca. 10 %	ca. 80 %

Im Kraftwerk **Zeltweg** konnte etwa 1 t/h an Tiermehl verbrannt werden. Für die nächsten Jahre wird das Kraftwerk Zeltweg allerdings vorerst stillgelegt.

Im Kraftwerk **Dürnrohr** wurde etwa 1 t/h an Tiermehl verbrannt. Eine höhere Einsatzmenge war auf Grund von Problemen bei der Ascheverwertung nicht möglich.

Im Kraftwerk **Voitsberg** geht man von einer möglichen Einsatzmenge an Tiermehl in der Höhe von etwa 5 t/h aus. Auf Grund von Problemen bei der Ascheverwertung konnte jedoch die Verbrennung von Tiermehl nicht aufgenommen werden. Der Betrieb in Voitsberg ist für die kommenden zwei Jahre gesichert.

Unter Rücksichtnahme auf die Probleme der Ascheverwertung bzw. der Schließung von Betriebsanlagen und der Stillstandszeiten über die Sommermonate ist mit einer möglichen Verbrennungskapazität von ca. 12.000 t Tiermehl/a bzw. 6.000 t Tierfett/a auszugehen. Dies ist als vorsichtige Schätzung und als untere Grenze der möglichen Verbrennungsmengen zu sehen.

5.3.1.2 Technologische Aspekte im Kraftwerk St. Andrä

St. Andrä ist ein Steinkohlekraftwerk mit einer elektrischen Engpassleistung von 124 MW und verfügt über eine Fernwärmeauskopplung in der Höhe von 17 MW_{th}. Der elektrische Nettowirkungsgrad beträgt 40,5 %. Im Trichter des Kohlekessels befindet sich ein Biomasserost mit einer thermischen Leistung von 10 MW. Durch den Betrieb dieses Rostes werden ca. 3 % der Steinkohle durch Biomasse ersetzt. Die Feuerung ist als Tangentialfeuerung ausgeführt, wobei insgesamt 12 Brenner installiert sind. Der Heizwert der eingesetzten Kohle beträgt etwa 23 – 30 MJ/kg. Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Entschwefelung (Trockensorptionsverfahren) und einer Entstaubung (Schlauchfilter).

Die nachfolgende Abbildung 24 zeigt den schematischen Aufbau des Kraftwerks St. Andrä.

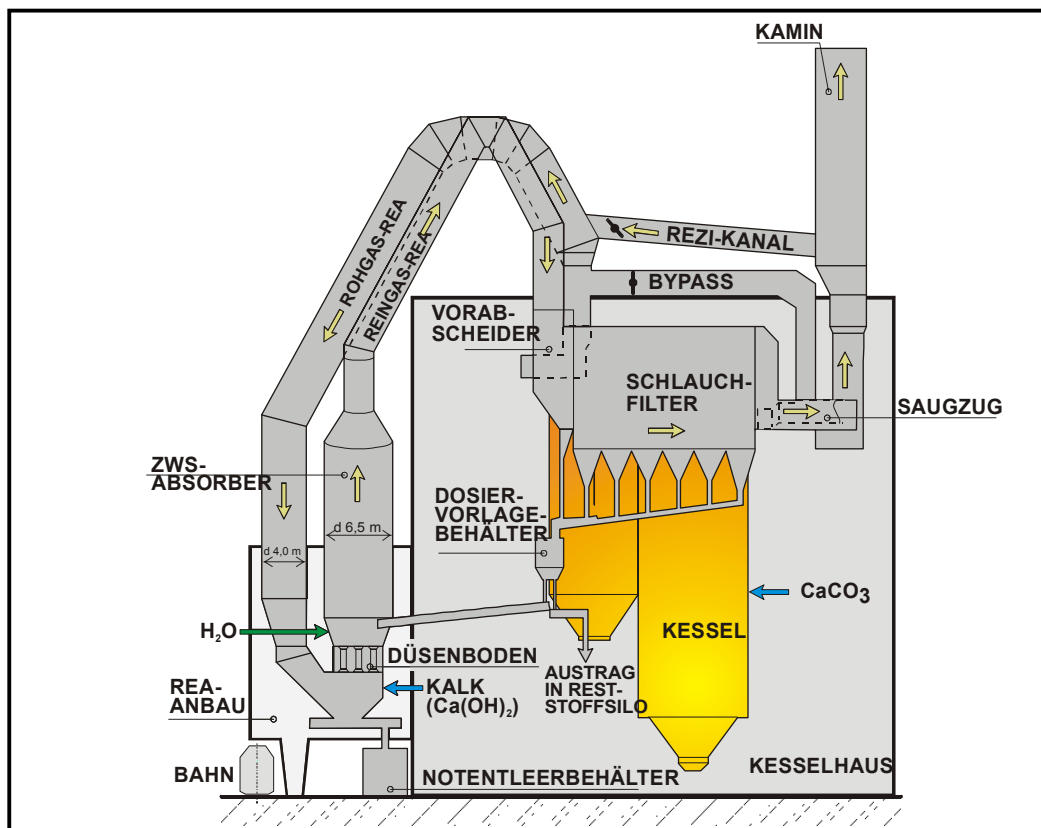


Abbildung 24: Kraftwerk St. Andrä 2

Das in Silowagen angelieferte Tiermehl wird im Freien in die Silos eingeblasen (nicht eingehauster Übernahmebereich), wobei die Siloabluft in den Verbrennungsbereich geführt wird. Die Lagerung des Tiermehls erfolgt in herkömmlichen Silos (2 mal 50 t), die ursprünglich für die Lagerung von Kalk vorgesehen waren (siehe Abbildung 25).

Der Austrag des Tiermehls aus dem Silo wird durch eine Zellenradschleuse bewerkstelligt. In diesem Bereich treten Probleme mit Verstopfungen auf, wobei durch Klopfen im Bereich der Zellenradschleuse die Durchgängigkeit aufrechterhalten wird. In Abbildung 26 sind die Tiermehlförderleitungen – vom Silo zu den Brennern – zu sehen.



Abbildung 25: Tiermehlsilos



Abbildung 26: Tiermehlförderleitungen – von den Silos zu den Brennern

Insbesondere zur Vermeidung von Chlorstränen ist eine gleichmäßige Verteilung des Tiermehls im Brennraum anzustreben. Dies kann durch eine gemeinsame Mahlung des Tiermehls mit der Kohle erreicht werden, wobei jedoch die Bauart der Mühle dafür geeignet sein muss. In St. Andrä wird das Tiermehl keiner Mahlung zugeführt. Aber auch durch ein optimiertes Einblasen kann eine gleichmäßige Verteilung des Tiermehls im Brennraum erfolgen, wobei zusätzlich das Mitreißen des Tiermehls in den Rauchgasstrom (und kein Absinken auf den Boden des Brennraums) und damit ein vollständiger Ausbrand erreicht werden sollte.

Das Einblasen des Tiermehls erfolgt durch vier separate Brenner, die in einer Ebene angeordnet sind und zusätzlich zu den bereits vorhandenen Brennern installiert wurden.

Die Asche des Kraftwerks St. Andrä wird nicht in der Baustoffindustrie verwertet, sondern in einer Ascheaufbereitungsanlage mit Ca(OH)_2 und Wasser versetzt und zur Errichtung eines Lärmschutzwalles verwendet.

5.3.2 Energie AG

Die diesem Kapitel zugrunde liegenden Informationen wurden im Rahmen einer Anlagenbeurteilung erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (WALTL 2001) sowie den Umwelterklärungen der Kraftwerksstandorte entnommen (ENERGIE AG OBER-ÖSTERREICH 1997, ENERGIE AG OBERÖSTERREICH 1999).

Die folgenden Kraftwerke der Energie AG Oberösterreich verfügen über eine Genehmigung zur Mitverbrennung von Tiermehl und Tierfett: Riedersbach 1, Riedersbach 2 und Timelkam II.

5.3.2.1 Einsatzmengen

Im Kraftwerk **Timelkam II** werden etwa 1 - 2 t Tiermehl /h entsorgt. Dies entspricht in etwa 5 % der Brennstoffaufgabe, eine Verbrennung in der Höhe bis zu 10 % der Brennstoffzufuhr ist möglich. Insgesamt wurden bis Anfang Juni 2001 ca. 5.000 t an Tiermehl thermisch entsorgt. Versuchsweise wurde auch Tierfett im Ausmaß von ca. 0,5 t/h verbrannt. Die insgesamt eingesetzte Menge an Tierfett betrug bis Anfang Juni etwa 500 t. Seit Anfang Juni 2001 wird das angelieferte Tierfett eingelagert jedoch nicht mehr der Verbrennung zugeführt. Die Tiermehlverbrennung im Kraftwerk Timelkam II wurde Ende Juni 2001 ausgesetzt (Sommerpause).

Im Kraftwerk **Riedersbach 1** wird ab Juli 2001 Tiermehl in der Höhe von ca. 1,5 t/h thermisch entsorgt.

Im Kraftwerk **Riedersbach 2** ist ab Herbst die Tiermehlverbrennung im Ausmaß bis zu 4 t/h geplant. Versuche zur Mitverbrennung von Tierfett sollen ebenfalls durchgeführt werden. Bis Juni 2001 wurden 2.140 t an Tiermehl einer thermischen Entsorgung zugeführt.

Unter Rücksichtnahme auf die jährlichen Betriebsstunden der einzelnen Kraftwerksanlagen kann eine maximal mögliche Verbrennungskapazität in der Höhe von ca. 35.000 t Tiermehl/a abgeschätzt werden. Die ermittelte maximal mögliche Verbrennungskapazität von 35.000 t/a ist dabei als Obergrenze zu sehen, die in der Praxis auf Basis der 2001 gegebenen Einsatzzeiten und eine Reihe aktueller Einsatzbedingungen (Einsatzleistungen, Wochenendstillstände, Transportverhältnisse,...) bis annähernd zur Hälfte ausgeschöpft wird. Für die möglichen Verbrennungskapazitäten an Tierfett kann keine Menge angegeben werden, da Tierfett über die vorhandenen Schweröllinien eingesetzt wird und bei der Verbrennung keine Beschränkungen auf Grund der Zusammensetzung und des Verbrennungsverhaltens des Tierfettes zu beachten sind.

Die Asche der Kraftwerke der Energie AG wird als Ersatzrohstoff in der Zementindustrie verwertet. Der REA-Gips aus dem Kraftwerk Riedersbach wird wie bisher zur Gänze an die Baustoffindustrie abgegeben. Das Produkt aus der Sprühabsorptionsentschwefelung (SAV-Produkt) aus dem Kraftwerk Timelkam wird einerseits als Düngemittel einer Verwertung zugeführt andererseits nach einer vom Institut für Baustofftechnik der Universität Innsbruck festgelegten Rezeptur in einer Mischung mit Asche und H₂O als bergbaulicher Versatz für Wiederverfüllungen eingesetzt. Für die Asche, den REA-Gips und das SAV-Produkt gilt es in Bezug auf ihre Zusammensetzung die Anforderungen für die Verwertung einzuhalten. Damit ist der Einsatz von Abfällen in den Kraftwerken Riedersbach 1 und 2 sowie Timelkam II durch definierte verfahrenstechnische Rahmenbedingungen begrenzt.

5.3.2.2 Technologische Aspekte im Kraftwerk Timelkam II

Timelkam II ist ein Kondensationskraftwerk mit einer Brennstoffwärmeleistung von 187 MW und einer elektrischen Leistung von 66 MW. Darüber hinaus findet eine Fernwärmeauskopp-

lung in der Höhe von 20 MW_{th} statt, wobei die Gemeinden Timelkam, Vöcklabruck, Lenzing und Regau mit Fernwärme versorgt werden. Als Brennstoffe kommen Steinkohle, Heizöl-Schwer und Erdgas zum Einsatz.

Die Feuerung ist als Tangentialfeuerung ausgeführt, wobei die Brenner in fünf Ebenen installiert sind. Die Luftzuführung erfolgt zur NO_x-Minderung gestuft. Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Entstaubung (Elektrofilter) und einer Entschwefelung (Sprühabsorptionsverfahren inkl. angeschlossenen Gewebefilter). In Abbildung 27 ist der schematische Aufbau des Kraftwerks Timelkam II dargestellt.

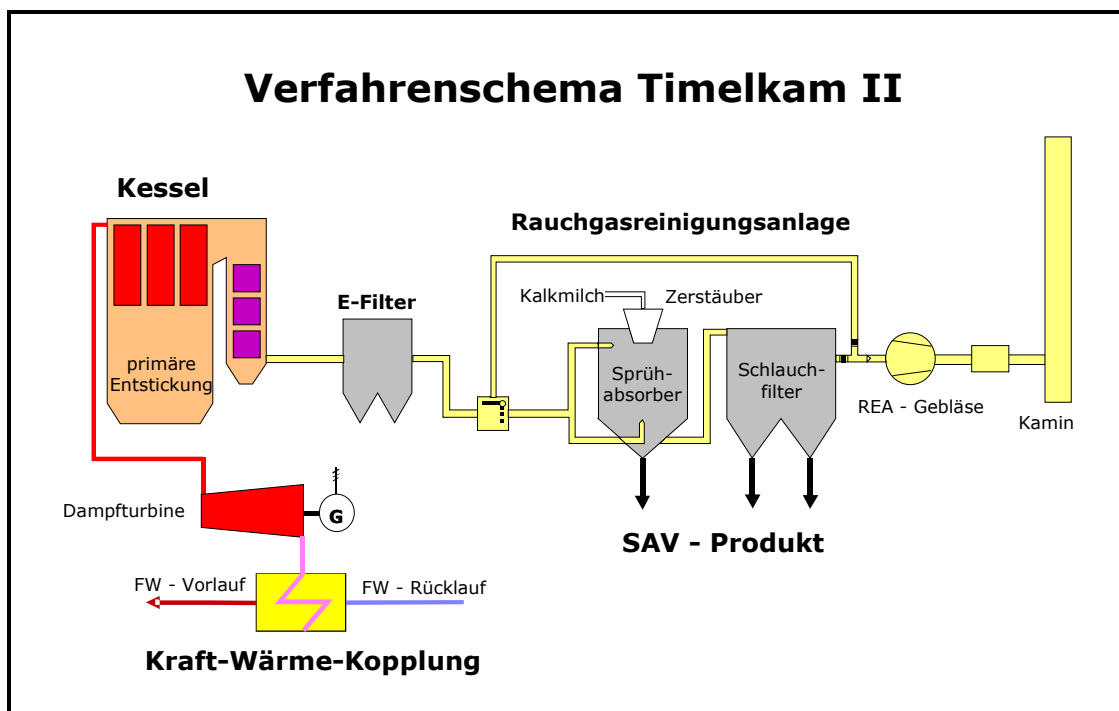


Abbildung 27: Schematische Darstellung des Kraftwerks Timelkam II

Das in Silowagen angelieferte Tiermehl wird im Freien in die Silos eingeblasen (nicht eingehauster Übernahmebereich), wobei die Siloabluft über einen Filter geführt und an die Umgebungsluft abgegeben wird. Die Lagerung des Tiermehls erfolgt in herkömmlichen Silos (2 Silos zu je 50 m³ Fassungsvermögen), die ursprünglich für die Lagerung von Kalk vorgesehen waren. Nach Angaben des Betreibers sind diese für die Kalklagerung üblichen Hochsilos für die Zwischenlagerung von normalerweise in den Verkehr gebrachten Tiermehlqualitäten ausreichend geeignet. Bei sehr fettreichen Tiermehlqualitäten können diese Silos jedoch zu Verstopfungen neigen. Abbildung 28 zeigt die Silos und Abbildung 29 die Übernahme von Tiermehl im Kraftwerk Timelkam II.



Abbildung 28: Lagerungssilos



Abbildung 29: Tiermehlübernahme im Kraftwerk Timelkam II

Der Tiermehlaustrag aus dem Silo erfolgt über eine Förderschnecke und eine anschließende Zellenradschleuse. Um die Förderung des Tiermehls gewährleisten bzw. Verstopfungen hintanhalten zu können, wird dem Tiermehl nach der Zellenradschleuse Flugasche aus dem eigenen Kesselbetrieb im Verhältnis von ca. 1:4 bis 1:3 zugemischt. Abbildung 30 zeigt im Vordergrund den unteren Teil eines Tiermehlsilos und dahinter einen Aschesilo sowie die Dosierungsvorrichtung für das Tiermehl und die Asche. Um möglichst schnell ein Verkleben bzw. Verstopfen der Förderleitungen zu erkennen, werden die Temperatur der Gebläseluft und eventuell auftretende Druckänderungen beobachtet.

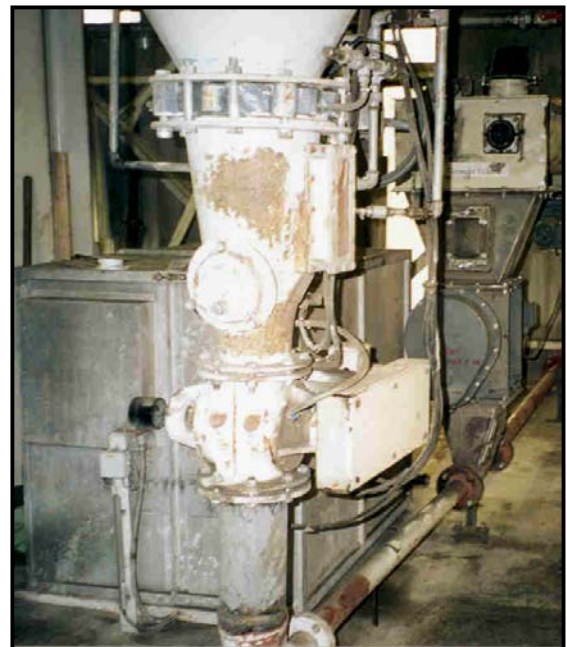


Abbildung 30: Dosiervorrichtung unterhalb des Tiermehl- bzw. Aschesilos

Durch die abrasiven Eigenschaften des Tiermehls und zusätzliche mechanische Beanspruchung infolge der Ascheförderung werden die Rohrleitungen insbesondere in den Krümmungsbereichen einer äußerst starken Beanspruchung ausgesetzt. Die nebenstehende Abbildung 31 zeigt eine ursprünglich beschädigte und nun mit einer Auftragsschweissung verstärkte Förderleitung.



Abbildung 31: Geschweißte Förderleitung

Das Tiermehl-Asche-Gemisch wird in der gleichen Ebene an zwei diagonal gegenüberliegenden Stellen über separate Brenner in den Kessel eingeblasen, wobei die ursprünglich dort installierten Schwerölbrenner ausgetauscht wurden. Abbildung 32 zeigt die verfahrenstechnische Einbindung der Tiermehlförderung in Timelkam. In Abbildung 33 sind die einzelnen Brennerebenen des Kessels zu sehen sowie die daran geknüpften Möglichkeiten des Einblasens verschiedener Brennstoffe bzw. Abfälle.

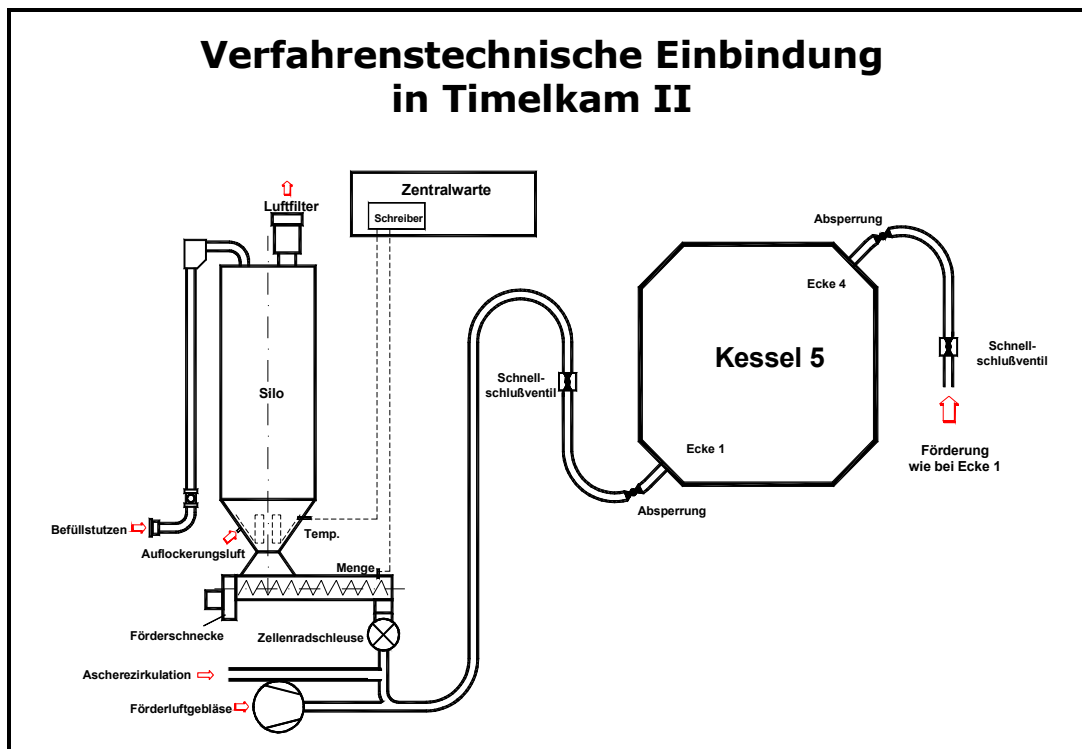


Abbildung 32: Verfahrenstechnische Einbindung der Tiermehlförderung im Kraftwerk Timelkam II

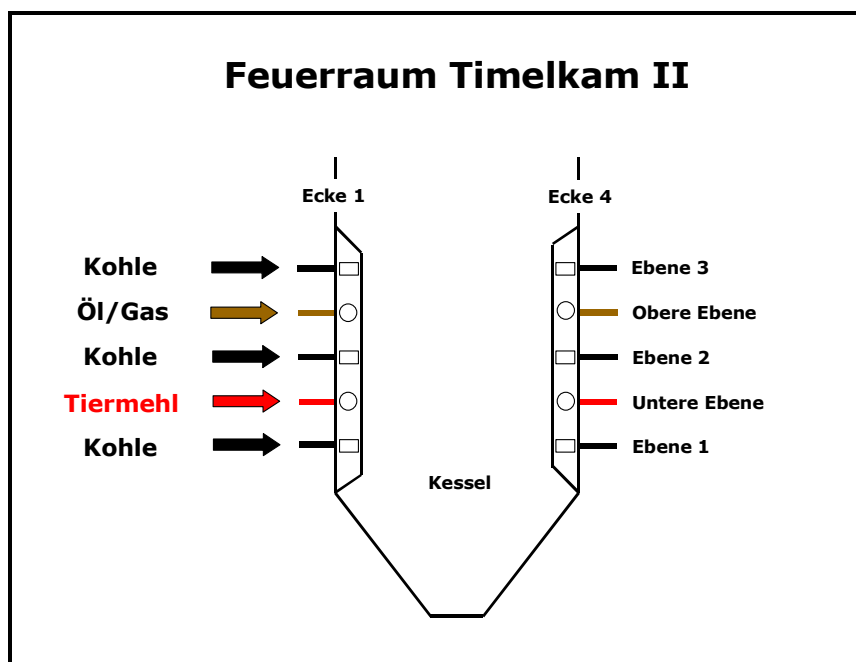


Abbildung 33: Darstellung des Feuerraumes im Kraftwerk Timelkam II

Das angelieferte Tierfett wird zur Lagerung in die vorhandenen Schweröltanks gepumpt und über die vorhandenen Schwerölbrenner (siehe auch Abbildung 33) in den Kessel eingeblasen, wobei seit Juni 2001 keine Verbrennung mehr stattgefunden hat.

Eine gleichmäßige Verteilung des Tiermehls im Brennraum ist zur Vermeidung von Chlortränen und der damit verbundenen Hochtemperaturkorrosion anzustreben. Des weiteren ist das Mitreißen des Tiermehls in den Rauchgasstrom (und kein Absinken auf den Boden des Brennraums) und damit die Erreichung eines vollständigen Ausbrandes nötig.

Bei der Ascheverwertung in der Zementindustrie unterliegt vor allem der Phosphorgehalt durch die Qualitätskriterien der Zementproduktion einer strengen Begrenzung. Aber auch bei anderen Inhaltsstoffen gilt es die Anforderungen für eine Verwertung in der Zementindustrie einzuhalten. Daher sind der Zufeuerung von Abfällen für jeden Einsatzstoff gesondert festzulegende verfahrenstechnische Grenzen gesetzt.

NO_x-Emissionen:

Durch die Mitverbrennung von Tiermehl wird vermehrt brennstoffgebundener Stickstoff dem Verbrennungsprozess zugeführt. Eine Erhöhung der NO_x-Emissionen konnte dadurch vom Betreiber aber nicht beobachtet werden, die Höhe der NO_x-Emissionen ist eher als abnehmend zumindest jedoch als gleichbleibend zu bezeichnen. Dies ist wahrscheinlich durch die reduzierte Bindungsform des Stickstoffs erklärbar, der im Tiermehl in bestimmten organischen Strukturen auftritt und dem daher aller Voraussicht nach auch eine stickoxidmindernde Wirkung – vergleichbar mit einer selektiven nicht katalytischen Entstickung (SNCR) – zugeschrieben werden kann (WALTL 2001).

5.3.2.3 Technologische Aspekte in den Kraftwerken Riedersbach 1 und 2

Riedersbach 1 ist ein Kondensationskraftwerk mit einer Brennstoffwärmeleistung von 148 MW und einer elektrischen Leistung von 50 MW. Darüber hinaus findet eine Fernwärmeauskopplung in der Höhe von 10 MW_{th} statt, wobei die Gemeinden St. Pantaleon und Ostermiething mit Fernwärme versorgt werden. Als Brennstoffe kommen Steinkohle und Heizöl_{Schwer} zum Einsatz.

Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Entstaubung (Elektrofilter) und einer Entschwefelung (Nassentschwefelung). In Abbildung 34 ist der schematische Aufbau des Kraftwerks Riedersbach 1 dargestellt.

Riedersbach 2 ist ein Kondensationskraftwerk mit einer Brennstoffwärmeleistung von 380 MW und einer elektrischen Leistung von ca. 170 MW. Darüber hinaus findet eine Fernwärmeauskopplung in der Höhe von 17 MW_{th} statt, wobei die Gemeinden St. Pantaleon und Ostermiething mit Fernwärme versorgt werden. Als Brennstoffe kommen Steinkohle und Heizöl_{Schwer} zum Einsatz.

Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Stickoxidminderung (SNCR-Technik mit Harnstoffeindüsung und nachgeschaltetem Katalysator), einer Entstaubung (Elektrofilter) und einer Entschwefelung (Nassentschwefelung). In Abbildung 35 ist der schematische Aufbau des Kraftwerks Riedersbach 2 dargestellt.

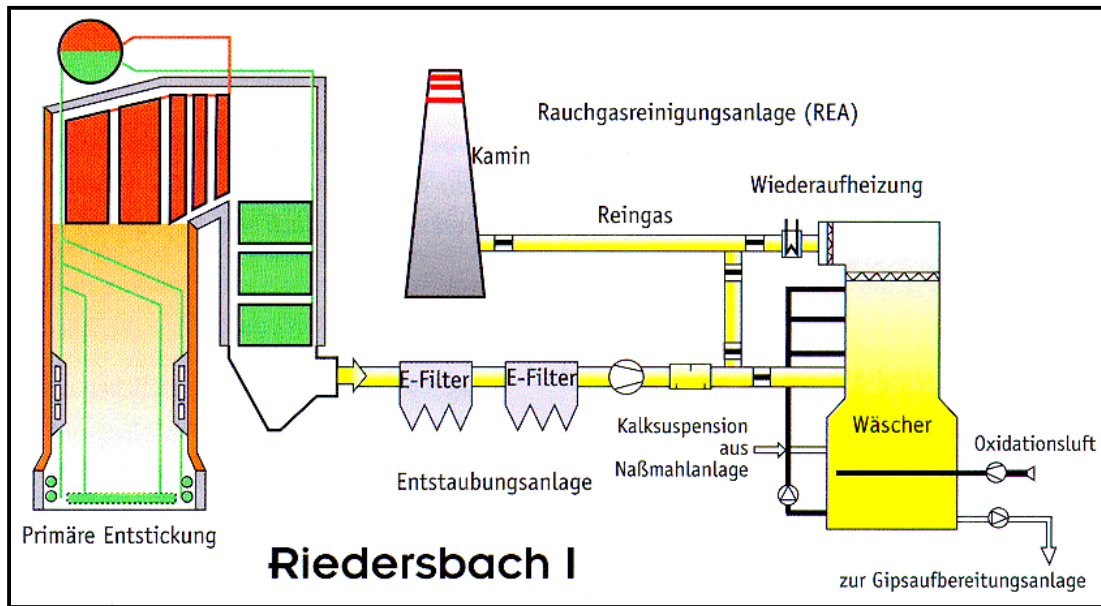


Abbildung 34: Schematische Darstellung des Kraftwerks Riedersbach 1

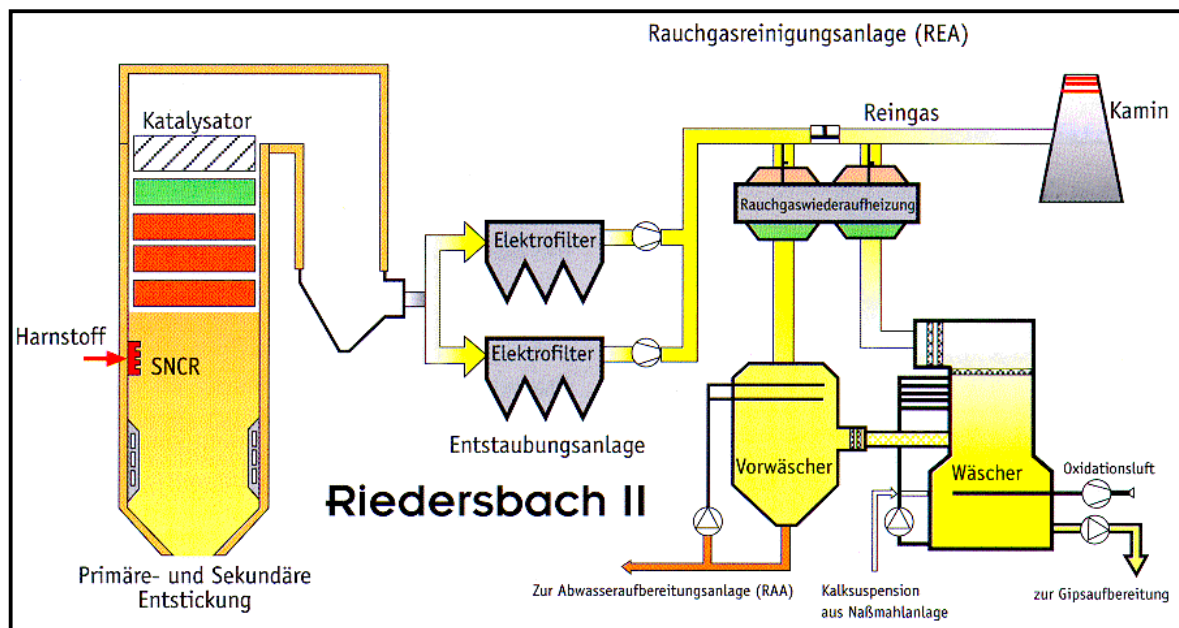


Abbildung 35: Schematische Darstellung des Kraftwerks Riedersbach 2

Im Unterschied zum im Kapitel 5.3.2.2 beschriebenen Kraftwerk Timelkam II erfolgt in den Kraftwerken Riedersbach 1 und 2 die Eindüsung von Tiermehl über die einer Kohlenmühle zugeordneten Kohlenstaubbrenner. Das Tiermehl wird dabei nach der Kohlenmühle in die Kohlenstaub-Förderleitung geblasen. Abbildung 36 zeigt die verfahrenstechnische Einbindung der Tiermehlförderung im Kraftwerk Riedersbach 2. In Abbildung 37 sind die einzelnen Brennebenen des Kessels im Kraftwerk Riedersbach 2 zu sehen sowie die daran geknüpften Möglichkeiten des Einblasens verschiedener Brennstoffe bzw. feinkörniger Abfälle.

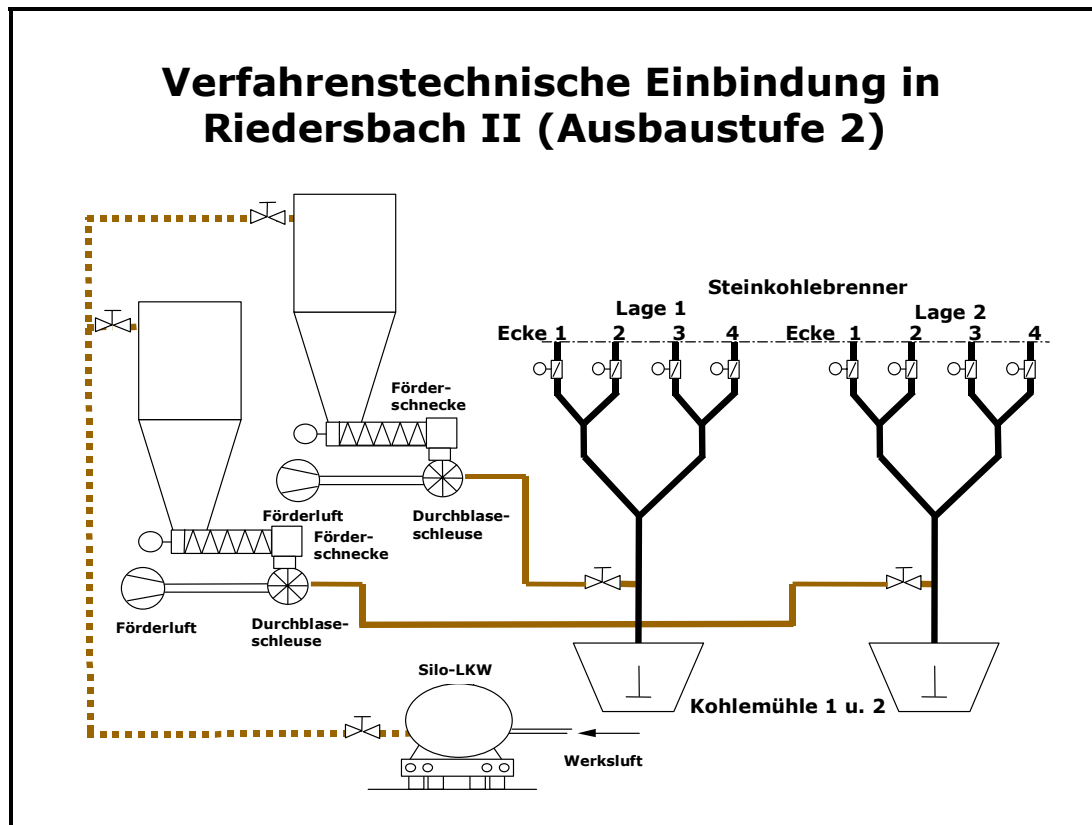


Abbildung 36: Verfahrenstechnische Einbindung der Tiermehlförderung im Kraftwerk Riedersbach 2

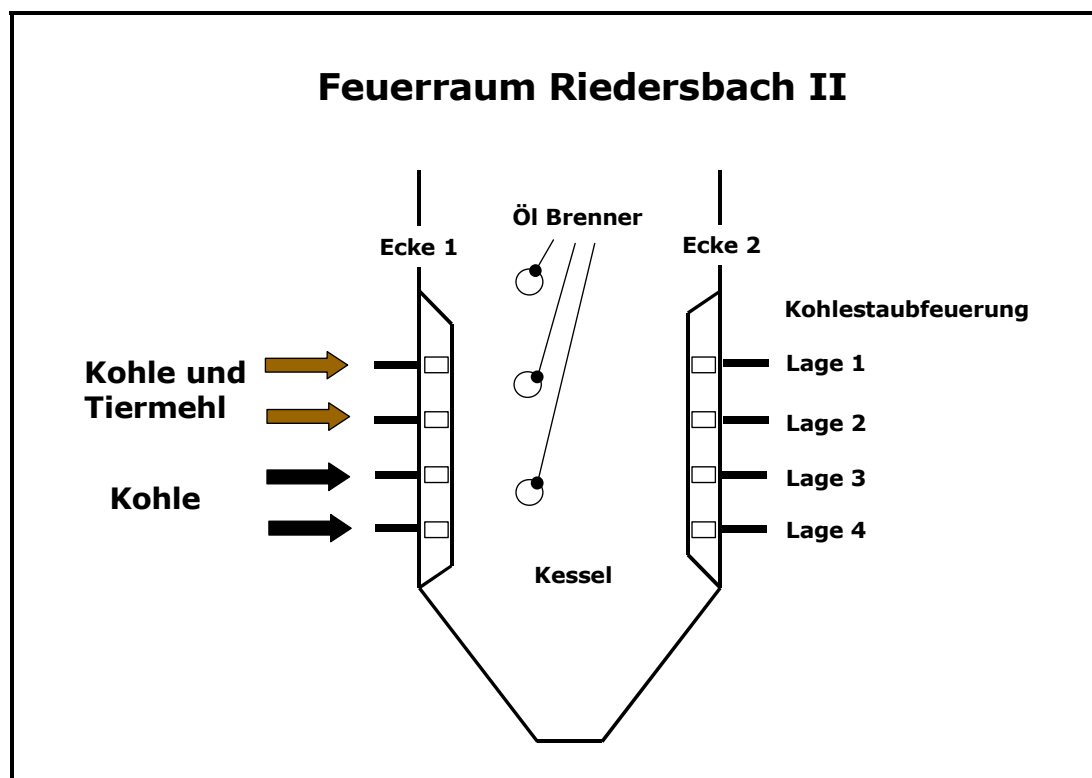


Abbildung 37: Darstellung des Feuerraumes im Kraftwerk Riedersbach 2

NO_x-Emissionen:

Das Kraftwerk Riedersbach ist – wie bereits oben erwähnt – mit einer SNCR-Entstickung ausgestattet. Im Laufe des Versuchsbetriebes zur Tiermehlverbrennung im Frühjahr 2001 musste die Harnstoffeindüsung etwas zurückgenommen werden, da möglicherweise auf Grund der ebenfalls bereits weiter oben erwähnten eventuell vorhandenen teilweisen entstickenden Wirkung des Tiermehls eine NO_x-Minderung stattfindet (WALTL 2001).

5.3.3 ESG AG, Fernheizkraftwerk (FHKW) Linz-Mitte

Die Ausführungen dieses Kapitels erfolgten in Abstimmung mit WÖSS (2001).

Die ESG AG verfügt über eine Genehmigung zur Durchführung eines Versuchsbetriebes für den Einsatz von Tiermehl und Tierfett im FHKW Linz-Mitte.

Im Gegensatz zu kalorischen Kraftwerken steht beim FHKW Linz-Mitte nicht die Gewinnung elektrischer, sondern die Auskoppelung thermischer Energie im Vordergrund. Die neun Kessel verfügen insgesamt über eine thermische Leistung in der Höhe von 250 MW und eine elektrische Leistung in der Höhe von 80 MW. Als Brennstoffe kommen Erdgas, Braunkohle und Heizöl_{Schwer} zum Einsatz.

Der Kessel 1 verfügt über 77 MW Brennstoffwärmeleistung und wird mit Heizöl_{Schwer} und Braunkohlestaub befeuert. Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Stickoxidminderung (SNCR mit Ammoniakwassereindüsung und SCR -Technik mit Ammoniakendüsung und nachgeschaltetem Katalysator), einer Entstaubung (Elektrofilter) und einer Entschwefelung (Nasswäsche), wobei derzeit die Rauchgase des Kessel 1 über die SCR-Anlage entstickt werden.

In diesem Kessel 1 hat die Verbrennung von Tiermehl stattgefunden. Insgesamt wurden im Rahmen des Versuchsbetriebes 117 t an Tiermehl thermisch entsorgt. Es war geplant bis zu 5 t/h an Tiermehl einzusetzen, was in etwa 30 % der Brennstoffwärmeleistung entsprochen hätte. Tierfett wurde im Rahmen des Versuchsbetriebes nicht verbrannt.

Das Tiermehl wurde im Silowagen antransportiert und in einen neu errichteten Silo ($\varnothing$ = ca. 3 m, Höhe = ca. 12 m) eingeblasen. Von diesem Silo wurde das Tiermehl über eine 30 m lange Förderschnecke zu einem Zwischenbehälter transportiert, zwei weitere Schnecken förderten das Tiermehl zu der Einblasvorrichtung. Das Tiermehl wurde mit dem konventionellen Brennstoff über einen gemeinsamen Brenner eingeblasen. Der Versuchsbetrieb musste eingestellt werden, da es bei den Transportschnecken immer wieder zu Verstopfungen kam, die letztendlich zum Riss der Schnecken führten. Die Tiermehlasche verlegte rauchgasseitig den Luftvorwärmer, was ein Abstellen der Anlage zur Folge hatte.

An eine Wiederaufnahme der Tiermehlverbrennung im FHKW Linz-Mitte ist nicht gedacht.

5.3.4 STEWEAG, Fernheizkraftwerk (FHKW) Mellach

Die Ausführungen dieses Kapitels erfolgten in Abstimmung mit GAISBERGER G., SCHILCHER H. (2001) und GAISBERGER G. (2001) bzw. wurden STEWEAG (1998) entnommen.

Die STEWEAG verfügt über eine Genehmigung zur Durchführung eines Versuchsbetriebes für den Einsatz von Tiermehl im FHKW Mellach.

Das FHKW Mellach ist ein kalorisches Kraftwerk, das nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeitet. Der Kessel verfügt über eine thermische Leistung in der Höhe von 543 MW. Die elektrische Engpassleistung beträgt ohne Wärmeabgabe 226 MW bzw. 180 MW bei einer Wärmeabgabe in der Höhe von 200 MW. Als Brennstoffe kommen Steinkohle und Erdgas zum Einsatz.

Die Rauchgasreinigung besteht aus einer Stickoxidminderung (SCR-Technik mit Ammoniak-Eindüsung), einer Entstaubung (Schlauchfilter) und einer Entschwefelung (Nasswäsche). Die Rückstände (Flugasche und Grobasche, Gips) werden in der Zementindustrie verwertet.

Insgesamt wurden im Rahmen des Versuchsbetriebes rund 1.200 t an Tiermehl thermisch entsorgt. Es war geplant bis zu 10 t/h an Tiermehl einzusetzen.

Das Tiermehl wurde im Silowagen antransportiert und durch eine pneumatische Direkteinblasung dem Verbrennungsprozess zugeführt. Das Einblasen von Tiermehl erfolgte dabei mit dem Kohlestaub über einen gemeinsamen Brenner. Unmittelbar vor dem Kessel-Eintritt wurden Einblaseöffnungen bei den Kohlestaubförderleitungen errichtet, wo das Tiermehl eingebracht wurde. Das Tiermehl wurde auf die vier Brenner einer Ebene verteilt.

Im Zuge des Versuchsbetriebes zur Tiermehlmitverbrennung konnten durch die Betreiber augenscheinliche Veränderungen bzw. ein starker Fäulnisgeruch bei der Grobasche festgestellt werden, was auf eine unvollständige Verbrennung des Tiermehls hingewiesen hat. Nach Angaben der Betreiber war die Korngröße des Tiermehls, die teilweise ein Vielfaches der gemahlenen Kohle betrug, für die unvollständige Verbrennung verantwortlich.

Durch die erhöhte Konzentration an organischen Substanzen im Schlackenabwasser des Kessels kam es zu nicht vertretbaren Emissionsüberschreitungen im Abwasser aus der Abwasserreinigungsanlage, was letztlich ausschlaggebend für die definitive Einstellung der Tiermehlmitverbrennung war.

Nachdem eine feinere Vermahlung des Tiermehls beim Produzenten aus technischen Gründen nicht möglich ist, ist die Wiederaufnahme der Tiermehlmitverbrennung im FHKW Mellach aus oben genannten Gründen nicht vorgesehen.

6 TECHNOLOGISCHE ASPEKTE DER THERMISCHEN ENTSORGUNG VON VERARBEITETEN TIERISCHEN PROTEINEN

In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile, die Probleme, Erfahrungen sowie die limitierenden Faktoren der einzelnen Anlagentypen in Bezug auf die Verbrennung und Mitverbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen zusammenfassend dargestellt.

Die österreichischen Tierkörperverwertungsanstalten müssen auf Grund der derzeit gültigen gesetzlichen Bestimmungen ihre Erzeugnisse einer thermischen Entsorgung zuführen. Durch die kontinuierliche Arbeitsweise von Tierkörperverwertungsanlagen ist eine regelmäßige und gesicherte Abnahme der verarbeiteten tierischen Proteine anzustreben bzw. notwendig. Überlegungen hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen bei Ausfall (längere Stillstandszeiten bei den Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen) der Verbrennungsanlage sollten im vorhinein gemacht worden sein bzw. eine alternative thermische Entsorgungsmöglichkeit sollte eingeplant sein. Eine Abstimmung zwischen den verschiedenen thermischen Behandlungsanlagen entsprechend den saisonalen Anlagenstillständen wäre in diesem Zusammenhang denkbar.

Anlieferung, Lagerung und Förderung

Bei allen Kraftwerksanlagen und Zementwerken (mit Ausnahme von zwei Anlagen) ist ein geschlossenes System der Anlieferung, Übernahme, Lagerung und Förderung von Tiermehl realisiert. Dabei wird das Tiermehl im Silowagen angeliefert, in die Lagersilos eingeblasen und von dort zu den Verbrennungsöfen transportiert. Bei den restlichen Anlagen erfolgt die Anlieferung in loser und pelletierter Form mittels eines LKW mit Abdeckplane oder mit Containern, wobei das Tiermehl bei der Verbrennungsanlage durch Abkippen abgeladen wird. Beim Abkippen des Tiermehls in einen Bunker ist die Staubentwicklung möglichst gering zu halten, die Bunkerluft wird abgesaugt und dem Verbrennungsprozess zugeführt oder über Filter an die Umgebungsluft abgegeben. Die Lagerungszeit von Tiermehl ist bei den österreichischen Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen generell gering, wobei eine arbeitstägliche Verbrennung des angelieferten Tiermehls angestrebt wird. Erfolgt die Zwischenlagerung von Tiermehl in Big-Bags, so gilt es den Vorgang des Entpackens und die Aufgabe in die vorhandenen Fördersysteme möglichst emissionsfrei zu bewerkstelligen.

Entsprechend den Angaben der Betreiber ist der Fettgehalt von Tiermehl ein Problem bei der pneumatischen Förderung, wobei die Konstruktion von weiten Radien bei den Förderleitungen von Vorteil ist. Beim deutschen Leitfaden „Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen“ (siehe Tabelle 16) werden bei der pneumatischen Förderung Fettgehalte bis max. 13 % empfohlen. V. a. im Sommer – durch die Erhöhung des Fettgehalts bei Tiermehl (siehe Kapitel 3.1.3) – können bei der Förderung Probleme auftreten. Bei den österreichischen industriellen Mitverbrennungsanlagen sind nach Angaben der Betreiber teilweise Schwierigkeiten bei der Förderung von Tiermehl aufgetreten. Auch der Austrag aus den Silos kann mitunter Probleme aufwerfen. Die Temperatur der Förderluft ist nötigenfalls mit entsprechenden Kühlern niedrig zu halten, um Störungen bei der pneumatischen Förderung zu vermeiden.

Im Zuge der Tierfettverbrennung wird die vorhandene Infrastruktur, die für den Einsatz von Heizöl_{Schwer} installiert wurde, genutzt. Die Lagerung erfolgt in den Schweröltanks und die Aufgabe in den Feuerraum wird über die vorhandenen Schwerölbrenner bewerkstelligt. Um die Pumpfähigkeit des Tierfettes gewährleisten zu können, ist – ähnlich wie bei Heizöl_{Schwer} – eine eventuelle Beheizung und ein Rührwerk notwendig (Betreiberangaben).

Verbrennung

Die Tiermehlaufgabe erfolgt in den Anlagen der Zementindustrie und in den Kraftwerksanlagen entweder über separate Brenner oder gemeinsam mit dem Kohlestaub. Bei der Klärschlammverbrennungsanlage der Fernwärme Wien wird das Tiermehl über separate Brennstoffanlagen in das Wirbelbett eingedüst. Bei der Sonderabfallverbrennungsanlage wird das Tiermehl in den Annahmehunker für feste Abfälle gekippt und mittels Müllgreifer über Aufgabeschnur und weiter über die Stirnwand in die beiden Drehrohröfen eingebracht. Bei der Müllverbrennungsanlage erfolgt eine Vermischung mit dem restlichen Abfall im Bunker und daran anschließend die Beschickung des Verbrennungsrosts über den Aufgabetrichter.

Die Verbrennungsgase erreichen bei Zementanlagen in der Nähe des Brenners, wo auch die Aufgabe der verarbeiteten tierischen Proteine erfolgt, Temperaturen bis 2.000 °C, das Brenngut selbst wird im Bereich der Sinterzone auf ca. 1.450 °C erwärmt. In Staubfeuerungsanlagen der österreichischen Kraftwerke werden Temperaturen um die 1.300 °C erreicht. Bei Müllverbrennungsanlagen wird eine Gastemperatur in der Höhe von 850 °C über eine Verweilzeit von mindestens 2 s garantiert. In Wirbelschichtanlagen sind Verbrennungstemperaturen bis 850 °C üblich. In den Drehrohröfen der Sondermüllverbrennungsanlage werden Temperaturen bis 1.300 °C in der anschließend angeordneten Nachbrennkammer ca. 1.200 °C (bei einer Verweilzeit von mindestens 2 s) erreicht.

Emissionen in die Luft

Auf Grund der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett im Vergleich zu anderen Abfällen oder Brennstoffen (siehe Kapitel 4) ist insbesondere in Bezug auf Schwermetalle nicht mit einer Verschlechterung der Emissionen in die Luft zu rechnen. Bei den Gehalten an Stickstoff und Chlor ist jedenfalls eine Erhöhung gegenüber anderen Abfällen und Brennstoffen festzustellen (siehe Tabelle 9). Die erhöhten Stickstoffgehalte von Tiermehl können bei der Verbrennung zur Erhöhung der Emissionen an Stickoxiden führen. Bei Kraftwerksanlagen und Zementwerken konnte bislang von den Betreibern diesbezüglich keine Verschlechterung der Emissionssituation bemerkt werden (siehe Kapitel 5.1 und 5.3). Interessant erscheint in diesem Zusammenhang die Beobachtung, dass dem Tiermehl durch die reduzierte Bindungsform des Stickstoffs, der im Tiermehl in bestimmten organischen Strukturen auftritt, wahrscheinlich eine stickoxidmindernde Wirkung – vergleichbar mit einer selektiven nicht katalytischen Entstickung (SNCR) – zugeschrieben werden kann (WATTL 2001). Generell sind zur genauen Darstellung der Emissionen in die Luft (z. B. NO_x, Schwermetalle, SO₂, Cl, Dioxine etc.) bzw. der durch den Einsatz von verarbeiteten tierischen Proteinen aufgetretenen Änderungen umfassendere Analysen notwendig, als sie derzeit vorliegen.

Durch die EU-Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen aber auch die derzeit in Österreich gültigen Regelungen (z. B. LRG-K, LRV-K, GewO, etc.) findet eine Ungleichbehandlung der Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen hinsichtlich der Grenzwerte für Emissionen in die Luft statt. Aus der Sicht eines vorsorgenden Umweltschutzes sind gleiche Grenzwerte für alle Anlagen, die Abfälle verbrennen, zu fordern. Generell sollten jedoch jedenfalls, wie in § 2 LRG-K vorgesehen, nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen unterbleiben bzw. wie in § 77 GewO vorgesehen, Emissionen von Luftschadstoffen nach dem Stand der Technik begrenzt werden.

Abfälle, Reststoffe und Produkte

Durch die Verbrennung von verarbeiteten tierischen Proteinen werden die Abfälle, Reststoffe und Produkte hinsichtlich ihrer Zusammensetzung v. a. auf Grund der spezifischen Aschezusammensetzung von Tiermehl beeinflusst. Die Abfälle der Abfallverbrennungsanlagen werden jedenfalls einer Deponierung, Kraftwerksaschen hingegen einer Verwertung zugeführt. Beim Einsatz von Tiermehl in Zementwerken ist v. a. der hohe Phosphorgehalt und die dadurch mögliche Beeinträchtigung der Produktqualität zu beachten. Bei der Zugabe von

chloridhaltigen Stäuben zum Zement muss die Produktnorm von 0,1 M.-% eingehalten werden.

Problem Bereiche und limitierende Faktoren bei der Verbrennung und Mitverbrennung von Tiermehl

Die Problem Bereiche und damit verbunden die limitierenden Faktoren der Verbrennung und Mitverbrennung von Tiermehl sind bei den einzelnen Anlagen verschieden, während hingegen bei der Verbrennung von Tierfett nach Angaben der Betreiber keine Problem Bereiche identifiziert werden konnten bzw. keine Limitierungen bestehen.

Die im Folgenden angeführten Problem Bereiche und limitierenden Faktoren wurden im Rahmen der Recherche unter Mithilfe der Betreiber der Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen identifiziert und ausgearbeitet.

⇒ Zementwerke:

Der hohe Phosphorgehalt stellt bei der Verfeuerung von Tiermehl in Zementwerken einen limitierenden Faktor dar. Zur Wahrung der Produktqualität muss der Eintrag an Phosphor in den Drehrohrofen begrenzt werden. Zur Erreichung der notwendigen Flammentemperaturen bei der Primärfeuerung ist auf Grund des im Vergleich zu Brennstoffen niedrigeren Heizwertes die mögliche Einsatzmenge von Tiermehl ebenfalls limitiert. Durch zusätzliche Chlorfrachten kann es zur vermehrten Bildung von Alkalichloriden kommen, die Ansatz- und Ringbildung im Zementofen sowie im Bereich der unteren Zyklonstufe des Vorwärmers begünstigen. Zur Minderung des Chloridkreislaufes wird ein Bypass verwendet, das dabei anfallende Bypassmehl wird dem Zement zugemahlen.

⇒ Kraftwerksanlagen:

Der Chlorgehalt des Tiermehls stellt bei der Verfeuerung in Kraftwerksanlagen einen limitierenden Faktor dar. Die Begrenzung des Chloreintrags und eine gleichmäßige Verteilung des Tiermehls im Brennraum ist zur Vermeidung von Chlorstränen und zur möglichst geringen Ausprägung der Hochtemperaturkorrosion notwendig. Ein vollständiger Ausbrand muss beachtet werden, da ansonsten unverbranntes Tiermehl in die Abfälle/Reststoffe (Asche, Schlacken) ausgetragen werden kann. Da die Kraftwerksaschen zum Großteil verwertet werden, ist eine genaue Beobachtung der Zusammensetzung und eventueller Änderungen notwendig.

⇒ Müllverbrennungsanlage (Rostfeuerung):

Der im Vergleich zu Restmüll hohe Heizwert von Tiermehl begrenzt den möglichen Einsatz in der Müllverbrennungsanlage, da die Auslegung der Anlagenteile im Regelfall für niedrigere Heizwerte erfolgt. Des weiteren kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Rostdurchfall als Folge einer unvollständigen Verbrennung Spuren an Tiermehl enthält und dass es zu einer Ansammlung von Tiermehl – wenn auch in geringen Mengen – am Bunkerboden kommt. Eine Pelletierung des Tiermehls ist vorteilhaft bzw. notwendig.

⇒ Klärschlamm- und Sonderabfallverbrennungsanlage:

Bei der Klärschlammverbrennungsanlage (Wirbelschicht) und Sondermüllverbrennungsanlage (Drehrohrofen) der Fernwärme Wien wird nach dem heutigen Stand des Wissens die Einsatzmenge an verarbeiteten tierischen Proteinen allein durch die thermische Leistungskapazität der Kessel bestimmt (Anm.: Die Verbrennung des Klärschlammes und der gefährlichen Abfälle hat Priorität.). Auf Grund der Zusammensetzung von Tiermehl und Tierfett ist nach Angaben der Betreiber keine Einschränkung der Einsatzmengen erforderlich. Bei der Zwischenlagerung im Bunker der Sondermüll-

verbrennungsanlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zu einer Ansammlung von Tiermehl – wenn auch in geringen Mengen – am Bunkerboden kommt.

Zum Vergleich sind in der nachfolgenden Tabelle 15 die Empfehlungen des deutschen Leitfadens „Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen“, der im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellt wurde, dargestellt, wobei zur Wahrung der Übersichtlichkeit nicht alle Ausführungen des Leitfadens angeführt werden.

Bei den Empfehlungen des deutschen Leitfadens wird – im Unterschied zu den Angaben der österreichischen Betreiber – bei den Kraftwerksanlagen der Chloreintrag nicht als limitierender Faktor angeführt. Bei den Zementwerken besteht (lt. Empfehlungen des deutschen Leitfadens) keine Beschränkung des Tiermehleinsatzes auf Grund des Heizwertes, da in Deutschland – im Gegensatz zu Österreich – Tiermehl auch in der Sekundärfeuerung eingesetzt werden kann und wird.

Tabelle 16: Empfehlungen des dt. Leitfadens zur Tiermehlverbrennung (NOTTRODT et al. 2001)

Auszug aus den Empfehlungen des deutschen Leitfadens „Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen“	
<i>Anlieferung, Lagerung, Förderung</i>	- Staubemissionen in die Umgebung müssen ausgeschlossen bzw. minimiert werden. - Zunahme des Wassergehalts bei der Lagerung ist zu vermeiden, um die Gefahren durch Befall mit Ungeziefer, Bakterien und Pilzen hintanzuhalten. - Die Gefahr der Überhitzung und Selbstentzündung bzw. der Explosion (bei bestimmten Korngrößen/-zusammensetzungen) von Tiermehl muss vermieden werden. - Der Einsatz von losem Tiermehl darf nur erfolgen, wenn ein geschlossenes System z. B. durch Silos und eine pneumatische Förderung realisiert ist. - Für die pneumatische Förderung von Tiermehl sind ein Wassergehalt von < 5% und ein Fettgehalt von max. 10 – 13 Gew. % zulässig. - Geruchsemissionen sind durch entsprechende Abluftreinigung zu vermeiden. - Die Höhe der Silos sollte max. 7 m betragen, es sollten niedrige Silos mit einem großen Querschnitt eingesetzt werden.
<i>Verbrennungsanlage</i>	- Regelungen der 17. BImSchV sind einzuhalten, insbesondere - die Emissionsgrenzwerte und - die Feuerraumbedingungen: > 850 °C, Verweilzeit mind. 2s, Mindestvolumengehalt an O₂ ist 6 %. - Verfahrensmerkmale sollten dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.
<i>Rückstände, Produkte</i>	- Der Grad der Zerstörung von Tiermehl ist durch Analysen der Rückstände bzw. Produkte auf Proteine zu überprüfen.
<i>Limitierende Faktoren</i>	- Müll- und Sondermüllverbrennungsanlagen: Heizwert und Schlackequalität (Reste von Tiermehl). - Kraftwerksanlagen: negative Einflüsse auf die Qualität der Reststoffe und Produkte. - Klärschlammverbrennungsanlagen: Heizwert ist begrenzend. - Zementwerke: die eingetragenen Frachten an Cl und P müssen begrenzt und kontrolliert werden.
<i>Verbrennung von Tiermehl a. Spezifizierten-Risiko-Material</i>	- Vorteil von Sondermüllverbrennungsanlagen: Erfahrungen beim Umgang mit nicht unbedenklichen Materialien.
<i>Ergänzende Empfehlung</i>	- Die jeweiligen betrieblichen Anforderungen der Tierkörperverwertungsanlagen und der thermischen Entsorgungsanlagen sollten aufeinander abgestimmt werden.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- AUSSCHUSS FÜR BIOLOGISCHE ARBEITSSTOFFE (2001): Spezielle Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Infektionen durch BSE/TSE-Erreger. Ausgabe vom Mai 2001.
- ALLGEMEINEN UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT (1999): Merkblatt zum ArbeitnehmerInnen-schutzgesetz in der Fassung von 1999.
- BACHER P. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 11. Juni 2001.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2001a): Anfragebeantwortung des Bundesministers Nr. 1685/AB vom 14. 2. 2001.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2001b): Anfragebeantwortung des Bundesministers Nr. 2046/AB vom 30. 4. 2001.
- ENERGIE AG OBERÖSTERREICH (1997): Umwelterklärung für das Kraftwerk Timelkam.
- ENERGIE AG OBERÖSTERREICH (1999): Umwelterklärung für die Kraftwerke Riedersbach 1 und Riedersbach 2.
- FEISTEL H. (2001): Monoverbrennung von Tiermehl/-fett. Vortrag anlässlich des VDI-Seminars „Entsorgung von Tiermehl/ Tierfett/ Tierknochenmehl/ Kadavern“ vom 15. –16. März 2001 in Ingolstadt.
- FRANCK J. (2001): Mitverbrennung von Tiermehl im Müllheizkraftwerk Stellingener Moor/Hamburg. Vortrag anlässlich des VDI-Seminars „Entsorgung von Tiermehl/ Tierfett/ Tierknochenmehl/ Kadavern“ vom 15. –16. März 2001 in Ingolstadt.
- GAISBERGER G., SCHILCHER H (2001): Brief vom 7. August 2001.
- GAISBERGER G. (2001): Mail vom 21. August 2001.
- GRECH H., RUMPLMAYR A., SAMMER G. (1999): Kurzstudie zur Erarbeitung von Kriterien zur Verbrennung von Abfällen in der Zementindustrie. Entwurf vom Dezember 1999.
- HARTWEGER W. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 8. Juni 2001.
- HINKER M. (2001): BSE – eine Gefahr für Beschäftigte in Österreich? Sichere Arbeit 2/2001. Zeitschrift der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt. Wien.
- KROBATH P. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 1. August 2001
- LOBMAYR R., LAHM W.(2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 11. Juni 2001.
- LEITHNER R., MARUTZKY R. (1998): Stoffliche und thermische Abfallverwertung in der Holz- und Papierindustrie. Vortrag anlässlich des 11. DVV-Kolloquium „Stoffliche und thermische Verwertung von Abfällen in industriellen Hochtemperaturprozessen“ im September 1998. Braunschweig.
- NEUDORFER J.-R. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 19. Juni 2001.
- NOTTRODT A. et al. (2001): Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen. Leitfaden im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Hamburg.
- OBERTHÜR R.C. (2001): Tiermehl/-fett: Herstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften. Vortrag anlässlich des VDI-Seminars „Entsorgung von Tiermehl/ Tierfett/ Tierknochenmehl/ Kadavern“ vom 15. –16. März 2001 in Ingolstadt.
- OÖ. TIERKÖRPERVERWERTUNGS GES.M.B.H (1998): Umwelterklärung 1998. Regau.
- OÖ. TIERKÖRPERVERWERTUNGS GES.M.B.H: 50 Jahre OÖ. TKV. Folder. Regau.

- ROSEMANN H., NEHM H.-U. (2001): Die energetische Verwertung von Tiermehl/Tierfett im Zementofen – eine ökologische Lösung. Vortrag anlässlich des VDI-Seminars „Entsorgung von Tiermehl/ Tierfett/ Tierknochenmehl/ Kadavern“ vom 15. –16. März 2001 in Ingolstadt.
- SCHACHERMAYER E. et al. (1995): Messung der Güter- und Stoffbilanz einer Müllverbrennungsanlage. M-056 des Umweltbundesamtes. Wien.
- SCHARF S., SCHNEIDER M., ZETHNER G. (1997): Zur Situation der Verwertung und Entsorgung des kommunalen Klärschlammes in Österreich. M-095 des Umweltbundesamtes. Wien.
- STEWEG (1998): Umwelterklärung 1998 – Der Standort Mellach.
- ROLLAND C., GRECH H. (2001): Stand der Abfallbehandlung in Österreich in Hinblick auf das Jahr 2004. Bericht 182 des Umweltbundesamtes.
- UMWELTBUNDESAMT; VERBUND UMWELTTECHNIK GMBH (2001): Stand der Technik für Großfeuerungsanlagen in Österreich im Hinblick auf die IPPC-RL. In Bearbeitung.
- VERBAND DEUTSCHER SICHERHEITSINGENIEURE E.V. (2001): Empfehlung zur Biostoffverordnung in Müllverbrennungsanlagen. Fachgruppe „Thermische Abfallbehandlung“. Februar 2001. Bonn.
- VERBUND UMWELTTECHNIK GMBH (2000): Mitverbrennung von Klärschlamm in kalorischen Kraftwerken. Klagenfurt.
- WACHTER R. (2001): Mail vom 14. August 2001.
- WIEDEMANN (2001): Mail vom 3. August 2001.
- WATTL J. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 19. Juni 2001.
- WÖSS A. (2001): Mails vom 13. Und 19. Juli 2001.
- ZEFFERER H., TAUSCHITZ J. (2001): Persönliche Information im Rahmen einer Anlagenbesichtigung am 8. Juni 2001.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Publikationen des Umweltbundesamtes, Wien](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [BE-192](#)

Autor(en)/Author(s): Grech Hubert, Angerer Thomas, Scheibengraf Martin

Artikel/Article: [Bestandsaufnahme der thermischen Entsorgung von verarbeiteten tierischen Proteinen in Österreich. 1-71](#)