

BVT-Merkblatt

BREF für Großschredderanlagen

- Standpunkt der deutschen
Schredderwirtschaft -

Dezember 2012

BREF für Großschredderanlagen
- Standpunkt der deutschen Schredderwirtschaft -

Stand: 6. Dezember 2012

Inhalt

Vorwort	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Begriffsdefinitionen	8
1 Allgemeine Informationen	13
1.1 Zweck der Schredderanlagen.....	14
1.2 Abgrenzung von Anlagen zur mechanischen Behandlung von Metallschrotten ..	14
1.3 Ökologische und ökonomische Aspekte der Metallaufbereitung in Großschredderanlagen	15
1.4 Wesentliche rechtliche Rahmenbedingungen bei der Errichtung und dem Betrieb von Großschredderanlagen.....	17
1.4.1 Nationale gesetzliche Regelungen	17
1.4.2 Supranationale gesetzliche Regelungen.....	22
2 Angewandte Prozesse und Techniken	25
2.1 Anlieferung und Annahme	26
2.2 Vorbehandlung.....	27
2.3 Schreddertechnologie	29
2.3.1 Klassische Schreddertechnologie.....	29
2.3.2 Sonstige Schreddertechnologien	33
2.3.3 Post-Schredder-Verfahren	34
2.4 Outputfraktionen.....	35
2.4.1 Grundsätzliche Entsorgungswege für Schredderrückstände.....	37
2.5 Emissionsminderung	38
2.5.1 Emissionsminderungsmaßnahmen durch die Anlagenbetreiber	39
2.5.2 Substitution der eingesetzten Technik	39
2.5.3 Maßnahmen zur Minderung der Luftemissionen.....	40
2.5.3.1 Spezielle Problemstellungen bei der Abluftbehandlung in Großschredderanlagen	41
2.5.4 Lärminderungsmaßnahmen.....	42
2.5.5 Wasseremissionen	42
3 Derzeitige Verbrauchs- und Emissionswerte	44
3.1 Energieeinsatz und Hilfsstoffe	44
3.2 Lärm- und Luftemissionen.....	45
3.3 Outputfraktionen.....	45
4 Techniken, die bei der Bestimmung der BVT für Großschredderanlagen zu be- trachten sind.....	46
4.1 Betriebsorganisation	46

4.2	Vorbehandlung.....	46
4.2.1	Kontrollen bei der Anlieferung.....	46
4.2.2	Gestaltung von Lager-, Vorsortier und Aufgabebereichen	47
4.2.3	Selektive Vorbehandlung des Materials vor dem Schredder.....	48
4.3	Techniken zur Minderung der Luftemissionen	48
4.3.1	Primäre Maßnahmen zur Minderung der Luftemissionen.....	48
4.3.2	Techniken zur Minderung gefasster Staubemissionen.....	49
4.3.2.1	Zyklon.....	49
4.3.2.2	Venturi Wäscher	50
4.3.2.3	Sonstige Wäschersysteme.....	51
4.3.2.4	Schlauchfilter / Gewebefilter	52
4.3.2.5	Elektrofilter.....	52
4.3.3	Techniken zur Minderung diffuser Emissionen	53
4.3.4	Techniken zur Minderung der Emissionen an gasförmigen organischen Verbindungen	54
4.3.4.1	Aktivkohlefilter.....	55
4.3.4.2	Biofilter.....	55
4.3.4.3	Thermische Oxidation	55
4.4	Techniken zur Verbesserung der Wertstoffausbringung und zur Minderung des Abfallaufkommens.....	56
4.5	Techniken zur Minderung der Abwasseremissionen	59
4.6	Stand der Lärminderungstechnik.....	59
4.7	Techniken zur Minderung von Erschütterungen	60
4.8	Techniken zur Minderung des Energieverbrauchs.....	60
4.9	Lagerung, Verladung und Transport.....	61
4.10	Techniken zur Emissionsüberwachung	61
4.10.1	Methoden zur Überwachung von Abgasemissionen	61
4.10.2	Methoden zur Überwachung von Lärmemissionen	64
4.10.3	Methoden zur Überprüfung von Wasseremissionen	65
4.10.4	Methoden zur Überwachung der Outputströme - Abfälle	66
4.10.5	Methoden zur Überprüfung der Outputströme - Schredderschrott	69
4.11	Beispielanlagen.....	69
5	Beste verfügbare Techniken für Großschredderanlagen	78
5.1	BVT Betriebsorganisation.....	78
5.2	Vorbehandlungsprozess.....	78
5.3	Luftemissionen.....	79
5.4	Abfall.....	79
5.5	Abwasser	79
5.6	Lärm.....	80
5.7	Energieverbrauch.....	80
5.8	Nachbehandlung.....	80

6	Techniken in der Entwicklung	81
6.1	Weiterentwicklung von Techniken zur Emissionsminderung.....	81
6.2	Weiterentwicklung der Post-Schredder-Verfahren.....	82
7	Schlussfolgerungen	83
8	Anhang	84
8.1	Schrott-Sortenlisten.....	84

Vorwort

Ziel des in diesem Zusammenhang hier vorgelegten deutschen Beitrags für das BVT-Merkblatt Abfallbehandlung, Kapitel Großschredderanlagen ist es, Dritten umfangreiche Informationen zum verfahrenstechnischen Aufbau und dem Betrieb von Großschredderanlagen in der Bundesrepublik Deutschland, zu angewandten Techniken und den damit verbundenen Emissions- und Verbrauchsniveaus an die Hand zu geben und auf diese Weise die Vereinheitlichung der EU-weiten Anforderungen zur Verfügung zu stellen. Das Dokument stellt hierfür die derzeit in Deutschland realisierten und genehmigten technischen Möglichkeiten von Großschredderanlagen zusammen und berücksichtigt dabei auch deren Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

Die Erarbeitung des vorliegenden Dokuments erfolgte durch:

- BDSV- Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V., Düsseldorf
- Dipl.-Ing. Nobert Müller, Projektgruppe, Leverkusen
- vdm – Verband Deutscher Metallhändler, Berlin

Abkürzungsverzeichnis

AltfahrzeugV	Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen
AVV	Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung)
BauGB	Baugesetzbuch
BDSV	Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V., Düsseldorf. Die BDSV ist ein bundesweit tätiger Wirtschaftsverband. Sie vertritt die Interessen von deutschen bzw. in Deutschland tätigen Unternehmen, die in den Bereichen Stahlrecycling und weiteren Entsorgungsdienstleistungen tätig sind. Sie ist der größte Stahlrecycling-Verband in Europa.
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
BREF	Abkürzung für Best Available Techniques Reference Document; deutsch: BVT-Merkblatt
BVSE	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., Bonn Zusammenschluss von Unternehmen, die in der Erfassung, Bearbeitung, Vermarktung, Verwertung, dem Recycling und der umweltgerechten Beseitigung von Abfällen tätig sind. Im bvse sind mehr als 660 vorwiegend mittelständisch strukturierte Unternehmen organisiert.
BVT	Beste Verfügbare Techniken
DIN EN	Deutsche Industrie-Norm. Vereinheitlicht materielle und immaterielle Gegenstände vereinheitlicht und entstehen auf Anregung und durch die Initiative interessierter Kreise (in der Regel die deutsche Wirtschaft). Auf internationaler Ebene erarbeitete Standards sind ISO-Normen (International Standard Organisation). Europäische Normen werden mit EN gekennzeichnet.
EfBV	Verordnung über Entsorgungsfachbetriebe
ElektroG	Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten
EMAS	Das Gemeinschaftssystem für das freiwillige Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (Eco-Management and Audit Scheme, EMAS) ist ein von den Europäischen Gemeinschaften 1993 entwickeltes Instrument für Unternehmen, die ihre Umweltleistung verbessern wollen.
FE-Fraktion	magnetische Schrottfraktion
ISRI	Institute of Scrap Recycling Industries, Inc. Der Fachverband mit Sitz in Washington vertritt mehr als 1.600 für Unternehmen vom kleinen Familienbetrieb bis hin zu großen, multinationalen Konzernen.
KrW-/AbfG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz)
kW	Leistung der Großschredderanlagen in Kilowatt
mg/Nm ³	Emissionsgrenzwerte bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand (0 °C, 1013 mbar). Die Maßeinheit mg/Nm ³ ist als mg Schadstoff je Normkubikmeter Abgas (Massenkonzentration) zu verstehen.
NE-Fraktion	nicht magnetische Fraktion wie z. B. Kupfer, Aluminium, Zink u. ä. m

PST	Post-Schredder-Technologie
SdT	Stand der Technik
SLF	Schredderleichtfraktion
SR	Schredderrückstand/-rückstände
SSF	Schredderschwerfraktion
TA Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm)
TA Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)
VDI RL	VDI-Richtlinien sind richtungsweisende, praktische Arbeitsunterlagen, die von dem Verein Deutscher Ingenieure herausgegeben werden. Die in der Richtlinien enthaltenen Beurteilungs- und Bewertungskriterien geben Entscheidungshilfen und bilden den Maßstab für einwandfreies technisches Vorgehen und gelten als anerkannten Regel der Technik.
VDM	Verband Deutscher Metallhändler, Berlin Der Verband Deutscher Metallhändler e.V. (VDM) ist der Bundesverband des NE-Metallgrosshandels und der NE-Metallrecyclingwirtschaft und vertritt rund 170 Mitglieder.

Begriffsdefinitionen

- **Abfall**

Abfälle sind alle Stoffe oder Gegenstände, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.

- **Abwasser**

Abwasser ist

1. das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie
2. das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser)

- **Anlage**

Eine „Anlage“ ist nach Artikel 3, Nr. 3 IED eine ortsfeste technische Einheit, in der eine oder mehrere der in Anhang I oder Anhang VII Teil 1 der Richtlinie genannten Tätigkeiten sowie andere unmittelbar damit verbundene Tätigkeiten am selben Standort durchgeführt werden, die mit den in den genannten Anhängen aufgeführten Tätigkeiten in einem technischen Zusammenhang stehen und die Auswirkungen auf die Emissionen und die Umweltverschmutzung haben können.

Der Anlagenbegriff wird in diesem Dokument allerdings auch im Sinne der Prozesstechnik verwendet, wonach Anlagen verkettete Apparate (z.B. Behälter, Kolonnen), Rohrleitungen, Maschinen (z.B. Pumpen, Verdichter, Zentrifugen) oder prozessleitetechnische Einrichtungen (z.B. Messgeräte, Stellventile, Regler) zur Umsetzung eines Prozesses sind. Die reale Anlage ist in diesem Sinne die materielle Hülle eines Prozesses.

- **(Abfall-)Behandlung**

Als Abfallbehandlung gelten physikalische, thermische, chemische oder biologische Verfahren oder Verfahrenskombinationen, die in Anhang I Nr. 5 der IED genannt sind. Sie hat das Ziel, das Volumen oder die gefährlichen Eigenschaften der Abfälle zu verringern, ihre Handhabung zu erleichtern oder ihre Verwertung bzw. Beseitigung zu ermöglichen oder zu begünstigen.

- **Aufbereitung**

Die Aufbereitung stellt eine Form der Behandlung dar. Sie erfolgt zielgerichtet auf die Einhaltung der Qualitätsanforderungen für die Verwertung oder die Beseitigung. Dadurch sollen bestimmte

- physikalische Eigenschaften (z. B. Abmessungen),
- chemische Eigenschaften (z. B. Metallgehalte und Sortenreinheit),

- sicherheitstechnische Eigenschaften (z. B. Freiheit von Hohlkörpern und Explosivstoffen) sowie
- sonstige Eigenschaften (z. B. Entfernung störender Anhaftungen)

erreicht werden. Das Aufbereitungsziel ist erreicht, wenn die Materialien ohne weitere Behandlungsschritte direkt verwertet oder beseitigt werden können.

- **Beste verfügbare Techniken (BVT)**

Im Sinne der IED bezeichnet der Ausdruck „Beste verfügbare Techniken“ den effizientesten und fortschrittlichsten Entwicklungsstand der Tätigkeiten und entsprechenden Betriebsmethoden, der bestimmte Techniken als praktisch geeignet erscheinen lässt, als Grundlage für die Emissionsgrenzwerte und sonstige Genehmigungsaufgaben zu dienen, um Emissionen in und Auswirkungen auf die gesamte Umwelt zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu vermindern:

- a. **Techniken:** sowohl die angewandte Technologie als auch die Art und Weise, wie die Anlage geplant, gebaut, gewartet, betrieben und stillgelegt wird;
- b. **Verfügbare Techniken:** die Techniken, die in einem Maßstab entwickelt sind, der unter Berücksichtigung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses die Anwendung unter in dem betreffenden industriellen Sektor wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen ermöglicht, gleich, ob diese Techniken innerhalb des betreffenden Mitgliedstaats verwendet oder hergestellt werden, sofern sie zu vertretbaren Bedingungen für den Betreiber zugänglich sind;
- c. **Beste:** die Techniken, die am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind.

- **Chargieren**

Unter „chargieren“ versteht man die Beschickung des Schrottkorbes mit Schrott und verschiedenen dosierten Substanzen.

- **Kondirator**

Schredder mit linksliegendem Rost.

- **Kreislaufwasser**

Für die Nassabscheidung verwendetes Prozesswasser, das im Kreis gefahren wird.

- **Metallhaltiger Abfall**

Metallhaltige Abfälle sind alle Arten von Verbundwerkstoffen (einfach und komplex) oder Werkstoffverbänden, die aus Haushalten, Gewerbebetrieben oder Kommunen stammen und die ohne oder nach Behandlung als Abfälle deklariert und in geeigneten Anlagen verwertet werden. Dazu zählen bspw. Haushaltsgroßgeräte (sog. „weiße Ware“), Altfahrzeuge und metallhaltige Abfälle aus Industrieprozessen genauso wie Bestandteile von Haushaltsabfällen (z. B. Besteck, Kabel, Spülbecken aus VA-Stahl oder Aluminium, Kin-

derwagen, Fahrräder) sowie vorbehandelte elektrische Geräte und Schrotte aus Abbrüchen (wie bspw. Betonstahl, Rohrleitungen, Stahlträger, Kabel).

- **Metallschrott**

Fe- und NE-Schrotte (Metallschrotte) sind metallhaltige Abfälle, die beispielsweise aus Industrie, Gewerbe, Kommunen und Haushaltungen stammen. Diese Schrotte werden gesammelt und auf Schrottplätzen umgeschlagen, gelagert und behandelt, vgl. hierzu VDI-Richtlinie 4085.

- **Metallschredder**

Siehe „Großschredderanlage“.

- **Post-Schredder-Verfahren**

Verfahren zur Aufbereitung von Schredderabfällen. Diese Verfahren können in räumlicher Nähe zu einer Großschredderanlage von dem Betreiber der Schredderanlage selbst angewendet werden, oder durch dritte Betreiber von Aufbereitungsverfahren an anderen Standorten.

- **Prozess / Verfahren**

Der gerichtete Ablauf von physikalischen, chemischen, biologischen und informationstechnischen Vorgängen, um eine gewünschte Funktion sicherzustellen.

- **Prozess- / Verfahrensstufe**

Prozessstufen sind als geordnete Folge (seriell, parallel oder beides) in einem Prozess organisiert. Prozessstufen können unabhängig von anderen Prozessstufen operieren und führen zu einer geplanten Abfolge von chemischen oder physikalischen Änderungen eines Materials (Behandlung). Prozessstufen sind vor allem durch die wechselseitige Unabhängigkeit, die Zuordnung einer Formel und als Bündel von Vorgängen charakterisiert. Prozessstufen können als unabhängige Bausteine oder als abhängige Elemente im Rezept oder im Prozess angelegt und bearbeitet werden. Es ist möglich, Stufen aus einem Pool von Bausteinen zu erstellen. Jede Prozessstufe besteht aus einer geordneten Folge einer oder mehrerer Prozessvorgänge.

- **Recycling**

Recycling umfasst alle Verwertungsverfahren, durch die Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke wieder aufbereitet werden. Der Begriff ist bisher in Deutschland nicht gesetzlich definiert.

- **Restabfälle**

Nicht weiter aufbereitete Rückstände aus SLF und SSF sowie nicht aufbereitete betriebliche Abfälle.

- **Großschredderanlage**

Großschredderanlagen im Sinne dieses Dokumentes sind Anlagen zum Zerkleinern und Fraktionierung von metallhaltigen Abfällen zur Erzeugung verwertbarer Metallfraktionen durch den Einsatz von Rotormühlen (Metallschredder) und einem Durchsatz von mindestens 75 Tonnen pro Tag (Schwellenwert Anhang I, 5.3 b der IED). Nicht behandelt werden in diesem Dokument

- mobile Schrottzerkleinerer,
- Anlagen zur Demontage/Aufbereitung von Elektroschrott oder Kühlgeräten,
- Anlagen, die ausschließlich/ überwiegend NE-Metallschrott schreddern,
- Müllschredder, Holzschredder, Baustellenabfallschredder oder sonstige Schredder, die nicht metallhaltige Abfälle behandeln.

Anlagen zur Demontage/Aufbereitung von Elektroschrott oder Kühlgeräten werden in den Deutschen Beiträgen in einem eigenständigen BVT-Dokument beschrieben.

- **Schredderrückstand /-rückstände (SR)**

Summe aller Materialien, die während und nach der Zerkleinerung im Metallschredder anfallen, ausgenommen die Fe-Fraktion

- **Schredderleichtfraktion (SLF)**

Flugfähiger Anteil der SR, der durch die Windsichtung der SR abgetrennt wird. Die Bilanzgrenze für die SLF liegt am Austrag der Zellenradschleuse.

- **Schredderschwerfraktion (SSF)**

Nicht-flugfähiger Anteil der SR mit einem hohen Metallgehalt, der nach einer Windsichtung der SR als Rückstand verbleibt. Die Bilanzgrenze der SSF liegt am Austragsband NE/NM-Fraktion.

- **Schreddervormaterial**

Metallhaltige Abfälle, die zur Behandlung in der Schredderanlage geeignet sind, werden als Schreddervormaterial bezeichnet.

- **Stand der Technik**

Der im deutschen Anlagenrecht etablierte Begriff „Stand der Technik“ wurde im Zuge der Umsetzung der IVU-Richtlinie (96/61/EC) in das deutsche Recht (namentlich im BImSchG, WHG und KrW-/AbfG) an die Definition der „Besten verfügbaren Techniken“ in der IVU-RL (jetzt IE-Richtlinie) angepasst; er stellt folglich das deutsche Äquivalent zum europäischen Begriff der → Besten verfügbaren Techniken dar.

- **Verwertung**

Verwertung ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese

Funktion erfüllen. Anlage 2 enthält eine nicht abschließende Liste von Verwertungsverfahren.

- **Zerdirator**

Schredder mit oben und unten liegendem Rost.

1 Allgemeine Informationen

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland von der Schredderindustrie 44 Anlagen mit einer Antriebsleistung von rund 60.000 kW betrieben, was einer durchschnittlichen Leistung von ca. 1.500 kW entspricht. Davon waren 21 Anlagen Schredder, 18 Zerdirektoren und 5 Kondiratoren. Von den insgesamt 21 Unternehmen, die diese 44 Anlagen betreiben, verfügen 15 Unternehmen über eine einzige Schredderanlage. Die restlichen 29 Anlagen gehören sechs Unternehmen, die in ihrer Unternehmensgruppe über zwei bis sieben Anlagen verfügen. Die Standorte sind in der nachfolgenden Grafik wiedergegeben.

Übersicht Schredderstandorte in Deutschland

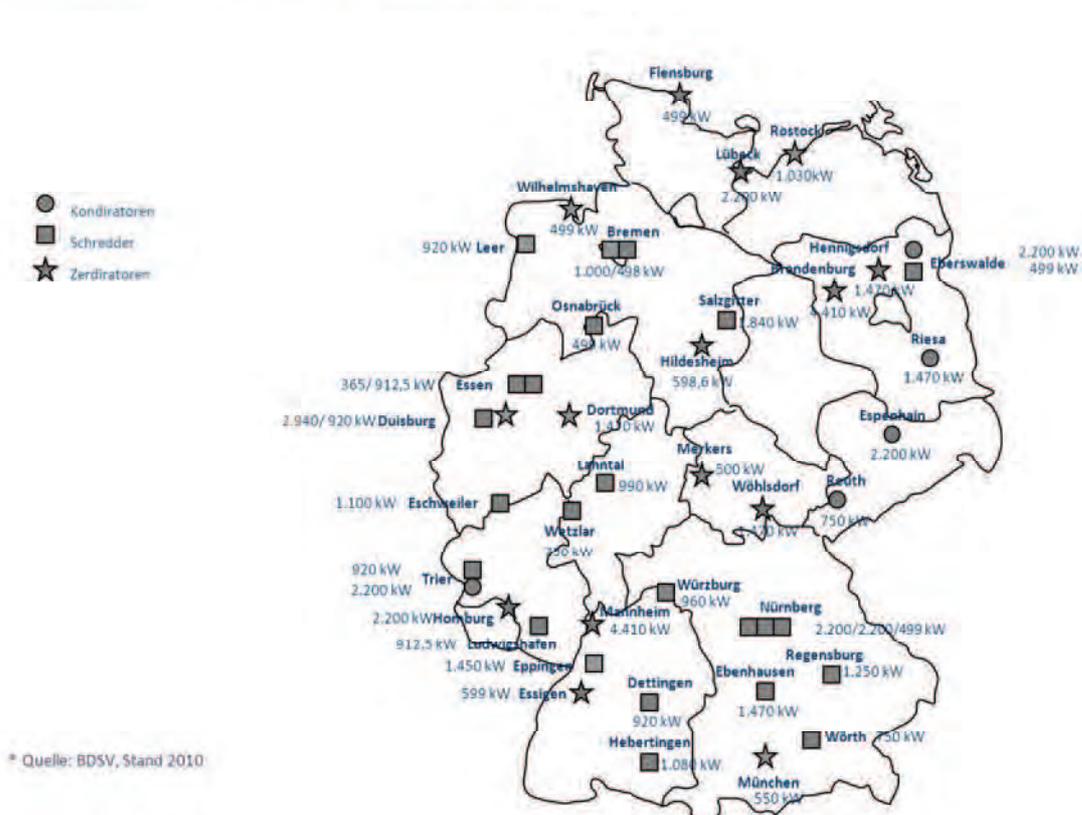


Abbildung 1-1: Großschredderanlagen in Deutschland

Im Jahre 2009 wurde in diesen 44 Anlagen rund 3,4 Mio. Tonnen¹ Schreddervormaterial pro Jahr eingesetzt, mit einem Stahlschrottooutput von rund 2,2 Mio. Tonnen. Bei der Aufbereitung des Vormaterials fielen rund 500.000 Tonnen Schredderleichtfraktion an. In Europa (EU 27) wird die Zahl der Anlagen von der European Schredder Group der EFR mit insgesamt 307 angegeben. Der Investitionsaufwand für eine moderne Großschredderanlage einschließlich Infrastruktur und den in Deutschland vorgeschriebenen Umweltschutzeinrichtungen liegt in einer Größenordnung von 12 bis 15 Mio. Euro.

¹ Hochrechnung auf Basis einer BDSV-Mitgliederbefragung im Frühjahr 2010

1.1 Zweck der Schredderanlagen

Das Ziel der Großschredderanlagen ist es, bereits entstandene metallhaltige Abfälle so aufzubereiten, dass eine größtmögliche Menge als Sekundärrohstoffe in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden kann. Wegen steigender Qualitätsforderungen der Hütten und Gießereien hat sich die Schreddertechnologie ausgehend von den USA Anfang der sechziger Jahre weltweit durchgesetzt. Seit Ende der 60er Jahre wird die Schreddertechnologie in Deutschland angewandt. Sie ist zur Ausbringung von Eisenschrott mit geringen Fremdstoffanteilen (NE-Metalle, Kunststoffe und sonstige Verunreinigungen) besonders gut geeignet. [Fachbuch Stahlrecycling, BDSV 1998]

In einer Großschredderanlage werden bspw. Autowracks und leichter bis mittelschwerer Mischschrott aufbereitet, um wertvolle metallische Rohstoffe zu gewinnen und in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen. Die in den achtziger und neunziger Jahren errichteten Schredderanlagen sind in ihrer technischen Ausgestaltung vorwiegend auf die Rückgewinnung von Eisenmetallen zu deren Verwertung in Stahlwerken ausgelegt. Daneben werden in speziellen Aufbereitungsanlagen, NE-Metalle aus der SLF und der SSF abgetrennt. Diese Anlagen sind den Schredderanlagen nicht immer direkt nachgeschaltet. Durch die Prallzerkleinerung lässt sich das Vormaterial je nach Beanspruchungsintensität und Verwachsungstiefe in Materialkomponenten zerkleinern, die sich in nachgeschalteten Sortierprozessen voneinander trennen lassen. Dabei können auch großstückige Schrotte zerkleinert werden. Das Endprodukt ist ein Qualitätsschrott mit einer hohen Dichte, großen Reinheit und weitgehend homogener Korngröße. Dieser Schredderstahlschrott, entsprechend Sorte 4 der Deutschen Stahlschrottsortenliste (vergleiche Anlage II Deutsche Stahlschrottsortenliste), kann in der Industrie unmittelbar zur Stahlerzeugung eingesetzt werden. Dadurch sinken der spezifische Energiebedarf und die Emissionen (insbesondere CO₂) und die Durchsatzleistung bei der Oxygenstahlerzeugung wird erhöht (vgl. hierzu Kapitel 1.3). Vergleichbares gilt für den Einsatz der NE-Metallschrotte in der NE-Metallerzeugung.

Schredderanlagen leisten durch die Rückführung von Metallen in den Wirtschaftskreislauf einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung und sind deswegen ein wichtiger Baustein zur Verbesserung der Umwelleistungen stahlproduzierender Staaten.

1.2 Abgrenzung von Anlagen zur mechanischen Behandlung von Metallschrotten

Neben Großschredderanlagen gibt es verschiedene Anlagen die auf eine mechanische Trennung von Materialien abzielen, aber nicht in dieser Arbeit berücksichtigt werden. Grundsätzlich werden in vorliegendem Dokument Schredderanlagen, die unter Nr. 5.3.a. V) und 5.3.b IV) des Anhang I IED bzw. Punkt 8.9, Spalte 1 oder 2 der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV) fallen, beschrieben. Das heißt es werden nur Schredderanlagen berücksichtigt, deren Durchsatz über 75 t/d beträgt oder die eine Rotorantriebsleistung größer oder gleich 100 kW haben. Zu Schredderanlagen zählen Schredder, Kondiratoren (Schredder mit linksliegendem Rost) und Zerdiratoren (Schredder mit oben und unten liegendem Rost).

Semi-Wet Schredder, Nassschredder und Tiefkühlschredder sind spezielle Bauformen, die allenfalls vereinzelt in Deutschland betrieben werden (siehe auch Kapitel 2.3.2).

E-Schrottschredder, die ebenfalls Schredder spezieller Bauart sind, aber in größerer Zahl betrieben werden, dienen ausschließlich zur Behandlung von Elektro(nik)altgeräten. Diese Schredder sind in der Regel kleiner als Großschredderanlagen und verarbeiten ausschließlich Elektro(nik)altgeräte. In einer Großschredderanlage dagegen werden verschiedene metallhaltige Vormaterialien eingesetzt.

An Großschredderanlagen gekoppelt ist die Lagerung der verschiedenen Eingangs- und Ausgangsmaterialien, die in der VDI-Richtlinie 4085 „Planung, Errichtung und Betrieb von Schrottplätzen“ und im BREF „Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter“ umfassend beschrieben sind und somit nicht Bestandteil dieses Dokumentes sind.

1.3 Ökologische und ökonomische Aspekte der Metallaufbereitung in Großschredderanlagen

Eine separate Darstellung der ökologischen und ökonomischen Aspekte der Metallaufbereitung in Großschredderanlagen erscheint nicht sinnvoll, da die Grenzen teilweise fließend sind und daher nachfolgend anhand des Schredderschrotteinsatzes der entsprechende Sachverhalt dargestellt wird. Die Vorteile des Schrotteinsatzes bei der Stahlerzeugung werden zuerst allgemein beschrieben und sodann wird der Schredderschrotteinsatz im Besonderen behandelt.

Die nachfolgende Tabelle 1-1 zeigt die Bedeutung des Schrotts als dem in der EU wichtigsten Eisenträger für die Rohstahlerzeugung. Im Jahre 2009 lag der Schrottanteil bei dem in der EU erzeugten Rohstahl bei 58,2 %.

	Rohstahl- produktion (D)	Schrott- verbrauch (D)	Schrott- anteil in % (D)	Rohstahl- produktion (EU)	Schrott- verbrauch (EU)	Schrott- anteil in % (EU)
2004	46,4	20,6	44,4	193,4	104,5	54,0
2005	44,5	19,6	43,9	187,4	101,3	54,1
2006	47,2	21,2	44,9	198,4	109,0	54,9
2007	48,6	21,8	44,8	209,7	116,0	55,3
2008	45,8	20,7	45,2	198,6	111,3	56,0
2009	32,7	15,2	46,5	139,1	81,0	58,2

Tabelle 1-1: Rohstahlproduktion und Schrottverbrauch in Mio. t/a (D und EU)²

Für die Stahlerzeugung auf der Basis eines 100-prozentigen Schrotteinsatzes braucht man nur ein Drittel der Energie, die man für die Stahlerzeugung mit vorgeschalteter Hochofenroute brauchen würde. Für die Stahlerzeugung benötigt man mengenmäßig im wesentlichen Erz, Kohle, Kalk und Schrott. Die beiden wichtigsten Stahlproduktionsverfahren und die dazu notwendigen Inputmaterialien sind:

² Quelle: IISI, eigene Schätzungen, eigenen Berechnungen, Eurofer; Tabelle: bvse (Bonn)

1. das integrierte Verfahren basierend auf einem Hochofen und einem Konverter. Dort werden Erz, Kohle, Kalk und Schrott gebraucht. Durchschnittlich werden bei diesem Verfahren 1.725 kg Erz, 645 kg Kohle, 150 kg Kalk und 138 kg Schrott für die Herstellung von einer Tonne Stahl benötigt. Es fallen bis zu 400 kg Nebenprodukte an, diese bestehen aus Schlacken, Stäuben, Schlämmen und anderen Materialien.
2. das Elektrostahlverfahren basiert auf der Verwendung eines Elektroofens, der in erster Linie Schrotte und/oder direkt reduziertes Eisen sowie Energie zur Rohstahlerzeugung braucht. Durchschnittlich werden bei diesem Verfahren 1.050 kg Schrott, 65 kg Kohle und 43 kg Kalk eingesetzt, um eine Tonne Stahl zu erzeugen. Es fallen bis zu 200 kg Nebenprodukte (vgl. zu 1.) an.

Gemäß aktuellem Entwurf für das revidierte BVT-Merkblatt zur Eisen- und Stahlerzeugung beträgt der Energieaufwand für die Primärstahlerzeugung über die Hochofen-Oxygenstahlwerk-Route 19,4 GJ aus fossilen Energieträgern (hauptsächlich Koks-kohle) zuzüglich 0,35 GJ Strom pro t flüssigem Stahl. Der Energieaufwand für die ausschließlich auf dem Einsatz von Schrott basierende Sekundärstahlerzeugung in Elektrostahlwerken beträgt demgegenüber nur etwa 0,75 GJ aus fossilen Energieträgern und 1,4 GJ Strom pro t flüssigem Stahl. Um den gesamten Energiebedarf vergleichen zu können, muss der Stromverbrauch mit Hilfe einer geeigneten Annahme für den Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern umgerechnet werden. Bei Annahme eines Wirkungsgrads von 40% beträgt der gesamte Primärenergiebedarf für die Primärstahlerzeugung folglich etwa 20,3 GJ/t flüssigem Stahl, der für die Sekundärstahlerzeugung 4,25 GJ/t. Durch den ausschließlichen Einsatz von Schrott ist der Energieverbrauch für die Sekundärstahlerzeugung in Elektrostahlwerken also um etwa 16 GJ/t flüssigem Stahl bzw. knapp 80% geringer als für die Primärstahlerzeugung über die Hochofen-Oxygenstahlwerk-Route.³

Unter Annahme eines CO₂-Emissionsfaktors von 93 kg CO₂/GJ für die fossilen Energieträger (Standardfaktor für Steinkohle) und von 100 kg CO₂/GJ für den Stromverbrauch (entspricht in etwa dem europäischen Strommix) ergeben sich für die Primärstahlerzeugung CO₂-Emissionen in Höhe von 1839 kg CO₂/t flüssigem Stahl gegenüber nur 210 kg CO₂/t flüssigem Stahl bei der Sekundärstahlerzeugung. Durch den ausschließlichen Einsatz von Schrott vermindern sich die mit der Stahlerzeugung verbundenen CO₂-Emissionen bei der Sekundärstahlerzeugung in Elektrostahlwerken also um 1,6 t pro t flüssigem Stahl, d. h. auf etwa ein Zehntel der CO₂-Emissionen aus der Primärstahlerzeugung über die Hochofen-Oxygenstahlwerk-Route.

Spezielle Vorteile des Schredderschrotts

Die Dichte des Schredderschrotts liegt im Vergleich zum grobstückigeren Schrott idealerweise bei 1,0 bis 1,5 m³ gegenüber 0,7 bis 0,95 m³ pro Tonne. Die höhere Dichte erlaubt eine gewichtsmäßig höhere Befüllung des Schrottkorbes. Dadurch erhöht sich die Stahlausbeute pro Abstich und insgesamt muss weniger häufig Schrott chargiert werden bzw. die Produktionsleistung des Schmelzofens steigt bei reduziertem Verbrauch an elektrischer

³ Bezogen auf das verkaufsfähige Endprodukt aus Stahl ist die prozentuale Einsparung natürlich geringer, da die Weiterverarbeitung des Stahls im Warmwalzwerk und den nachfolgenden Prozessen ebenfalls sehr energieaufwendig ist.

Energie. Außerdem verringern sich die Zeiten zwischen den Abstichen (tap-to-tap-Zeiten). Ein weiterer ökologischer Vorteil liegt darin, dass der Deckel des Ofens bezogen auf mehrere Schmelzprozesse weniger oft geöffnet werden muss, wodurch eine höhere Energieeinsparung möglich ist. Durch den Einsatz von Schredderschrott sinkt im Vergleich zu grobstückigerem Schrott der Energieverbrauch um 3 bis 7%. Außerdem kann die Produktionssteigerung durch den möglichen höheren Schrotteinsatz durch die definierte Qualität des Schredderschrotts bei bis zu 18% pro Jahr liegen.

1.4 Wesentliche rechtliche Rahmenbedingungen bei der Errichtung und dem Betrieb von Großschredderanlagen

Die Errichtung und der Betrieb von Großschredderanlagen unterliegen in Deutschland einer Vielzahl von nationalen Normen des bundesdeutschen Gesetzgebers. Die wichtigsten rechtlichen Regelungen sind nachfolgend aufgeführt

- das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlicher Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG),
- das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, KrW-/AbfG) sowie
- das Baugesetzbuch (BauGB).

Zugehörig sind im Einzelnen die entsprechenden Verordnungen, Verwaltungsvorschriften und weitere untergesetzliche Regelwerke. Generell müssen Großschredderanlagen darüber hinaus betriebliche Aspekte wie beispielsweise Arbeitsschutz, Unfallschutz und Brandschutz berücksichtigen. Die rechtlichen Anforderungen hierfür sind einerseits auf nationaler Ebene (z.B. Arbeitsschutzgesetz, Unfallverhütungsvorschriften, Arbeitsmedizinische Vorsorge), und andererseits auf europäischer Ebene (z.B. EU-Maschinenrichtlinie) geregelt.

Sollen die erzeugten Sekundärrohstoffe grenzüberschreitend vermarktet werden, sind zudem supranationale Normen zu beachten (Kapitel 1.4.2)

1.4.1 Nationale gesetzliche Regelungen

a) Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG

In Deutschland stellt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) das bedeutendste Regelwerk innerhalb des deutschen Umweltrechts dar. Es regelt den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ist durch seine Konzentrationswirkung gegenüber anderen, die Anlage betreffende behördliche Entscheidungen, das zentrale Element für die Errichtung und den Betrieb einer Anlage in der Bundesrepublik Deutschland.

Das Bundesimmissionsschutzgesetz wird ergänzt durch eine Reihe von Bundes-Immissionsschutzverordnungen (BImSchV). Sie konkretisieren die Durchführung des Geset-

zes. Die Art des anzuwendenden Genehmigungsverfahrens für Großschredderanlagen regelt die 4. BImSchV in § 2 Abs. 1. Im Anhang der 4. BImSchV findet sich eine Anlagenliste unterteilt in sogenannte Spalte-1- und Spalte-2-Anlagen. Für Spalte-1-Anlagen ist ein förmliches Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG mit Veröffentlichung der Antragsunterlagen und Durchführung eines Erörterungstermins anzuwenden. Für Spalte-2-Anlagen kann ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren nach § 19 BImSchG durchgeführt werden. Anlagen, welche die Mindestschwellenwerte der Spalte-2-Anlagen unterschreiten, bedürfen keiner Genehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz, sondern sind nach sonstigen, grundsätzlich einschlägigen Normen zu genehmigen (insbesondere nach Baurecht). Großschredderanlagen sind unter dem Punkt 8.9 der Anlagenliste aufgeführt, die auf Basis der Antriebsleistung des Rotors das jeweilige Genehmigungsverfahren vorschreibt:

Punkt 8.9 der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung	
Spalte 1:	Spalte 2:
a) Anlagen zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 Kilowatt oder mehr	a) Anlagen zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 100 Kilowatt bis weniger als 500 Kilowatt
b) Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von Eisen- oder Nichteisenschrotten, einschließlich Autowracks, mit einer Gesamtlagerfläche von 15 000 Quadratmeter oder mehr oder einer Gesamtlagerkapazität von 1 500 Tonnen Eisen- oder Nichteisenschrotten oder mehr, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die durch Nummer 8.14 erfasst werden	b) Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von Eisen- oder Nichteisenschrotten, einschließlich Autowracks, mit einer Gesamtlagerfläche von 1 000 Quadratmeter bis weniger als 15 000 Quadratmeter oder einer Gesamtlagerkapazität von 100 Tonnen bis weniger als 1 500 Tonnen Eisen- oder Nichteisenschrotten, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die durch Nummer 8.14 erfasst werden
	c) Anlagen zur Behandlung von Altfahrzeugen mit einer Durchsatzleistung von 5 Altfahrzeugen oder mehr je Woche

Generell wird bei der Genehmigung von Schredderanlagen der Abschnitt 8.9 b) mit betrachtet, da die Aufstandsfläche des Aggregates in Verbindung mit dem Vormateriallager (vgl. Kap. 2.1) auch einer Genehmigung bedarf.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Großschredder muss auch das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) beachtet werden. Aufgrund der vermuteten schädlichen Auswirkung in Bezug auf die Umwelt in Verbindung mit der Lagerung von Fe- und NE-Metallschrotten (vgl. Anlage 1, 8.7, UVPG) wird bei der Genehmigung durch die Behörden immer eine Umweltverträglichkeitsvorprüfung verlangt. Diese hat in der Regel die UVP-Pflicht zum Ergebnis. Die einzelnen Verfahrensschritte sind in §§ 5 ff. UVPG geregelt.

Für die Konkretisierung und einheitliche Vorgehensweise im Bereich des Umweltrechts sind zusätzlich allgemeine Verwaltungsvorschriften und technische Richtlinien geschaffen worden. Diese richten sich an die Genehmigungs- und Überwachungsbehörden und bilden die

Grundlage für Genehmigungen und Anordnungen. Die beiden wichtigsten deutschen Verwaltungsvorschriften für Großschredderanlagen sind die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) und die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm):

- **TA Luft**

Die behördlicherseits im Genehmigungsverfahren zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch luftverunreinigende Stoffe vorzugebenden Betreiber- und Vorsorgepflichten werden durch die TA Luft geregelt. Die TA Luft macht u. a. Angaben über stoffbezogene Emissions- und Immissionswerte sowie entsprechende Mess- und Berechnungsverfahren.

Ziel der TA Luft ist es, entsprechend dem gesetzlichen Auftrag zur Normkonkretisierung nach § 48 BImSchG den zuständigen Behörden – und damit mittelbar auch den Betreibern von Anlagen – unter Beachtung von Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft, des Bodenschutzrechts und anderer Rechtsvorschriften – den heutigen Erkenntnissen entsprechende bundeseinheitliche Vorgaben für die immissionsschutzrechtliche Beurteilung von Luftverunreinigungen, insbesondere aus genehmigungsbedürftigen Anlagen an die Hand zu geben.

Maßstab für die Festlegung der Emissionsbegrenzungen bei den anlagenspezifischen Anforderungen ist der Stand der Technik (§ 3 Abs. 6 BImSchG); dabei sind neben Anlagenbesonderheiten integrative, insbesondere medienübergreifende Aspekte zu berücksichtigen.

Für Großschredderanlagen legt die TA Luft keine anlagenspezifischen Emissionsgrenzwerte fest, wie es bei einer Vielzahl anderer industrieller Anlagenarten vorgenommen wurde. Stattdessen gelten für Großschredderanlagen die in der TA Luft festgelegten allgemeinen Anforderungen der Emissions- und Immissionsrichtwerte.

- **TA Lärm**

Die Betreiber- und Vorsorgepflicht zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche wird durch die TA Lärm geregelt. Aus dieser ergeben sich Emissionsrichtwerte, deren Einhaltung im Rahmen der Genehmigung entweder in Form einer Lärmprognose oder durch Messungen nach der Inbetriebnahme nachzuweisen ist.

Dabei ist zu beachten, dass der durch die Anlage verursachte Lärm zu einer möglichen Lärmvorbelastung des Einzelstandortes hinzuzuzählen ist. Die TA Lärm lässt bei sogenannten seltenen Ereignissen aber auch in Fällen einer hohen Vorbelastung Überschreitungen der Emissionsrichtwerte zu.

Die Vorgaben der TA Lärm werden von den bundesdeutschen Großschredderanlagen sicher eingehalten. In Einzelfällen können hierfür auf Basis der Berechnungs- oder Messergebnisse Schallschutzwände in der Hauptwindrichtung oder in der Himmelsrichtung zu nachbarschaftlichen Bereichen mit sensiblen Nutzungen notwendig sein.

b) Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, KrW-/AbfG

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ist das Leitgesetz für den Bereich der Kreislaufwirtschaft und der Abfallentsorgung. Es regelt grundlegend den Umgang mit Abfällen. Das inzwischen in Kraft getretene KrWG differiert zwar zu dem KrW-/ AbfG. Da allerdings die Auswirkungen des KrWG auf die, in dem hier vorgelegten BREF, beschriebenen technischen Sachverhalte keine Auswirkungen haben, wird darauf verzichtet, die neuen Begrifflichkeiten des KrWG in dieses Dokument einzufügen.

Das KrW-/AbfG wird ergänzt durch eine ganze Reihe von Rechtsverordnungen, die Bestimmungen des KrW-/AbfG für Abfallverzeichnisse und Abfallüberwachung, Anforderungen an die Abfallbeseitigung / -verwertung, betriebliche Regelungen sowie produkt- und produktionsbezogene Regelungen konkretisieren. Die beiden wichtigsten Verordnungen für Großschredderanlagen sind die Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) und die Altfahrzeugverordnung (AltfahrzeugV):

- **AVV**

Die Abfallverzeichnisverordnung regelt die ordnungsgemäße Bezeichnung und Einstufung von Abfällen nach Herkunft und Gefährlichkeit. Mit dem Durchlaufen des Materialstroms durch die Anlagentechnik findet – wie an allen Abfallbehandlungsanlagen – ein Wechsel der AVV-Schlüsselnummern statt. War das Schreddervormaterial noch nach seiner jeweiligen Herkunft und Gefährlichkeit eingestuft⁴, werden die Schredder- sowie Post-Schredderoutputfraktionen unter den AVV Schlüsselnummern 19 10 XX bzw. 19 12 XX eingestuft.

In dem einheitlichen Gesamtkatalog werden die als gefährlich eingestuft Abfallarten gesondert mit einem Sternchen gekennzeichnet. Verwaltungspraxis ist es, die konkrete Einstufung auf Basis der *Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals* (GHS) vorzunehmen.

- **AltfahrzeugV**

Die Altfahrzeugverordnung regelt die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen. Ihr Ziel ist, dass bestimmte Kraftfahrzeuge als Abfall entweder einer anerkannten Annahmestelle oder einem anerkannten Verwerterbetrieb zu überlassen sind. Die Umsetzung der Verordnung obliegt in Deutschland der Gemeinsamen Stelle Altfahrzeuge der Bundesländer (GESA). Sie sammelt u.a. Daten zu anerkannten Demontagebetrieben, Schredderanlagen und sonstigen Anlagen und stellt sie der Öffentlichkeit zur Verfügung. In Punkt 4 der AltfahrzeugV werden die „Anforderungen an Schredderanlagen und sonstige Anlagen zur weiteren Behandlung“ konkretisiert.

⁴ Regelmäßig anzutreffende AVV-Schlüsselnummern im Input von Großschredderanlagen sind beispielsweise 17 04 05 (Eisen und Stahl), 16 01 06 (Altfahrzeuge), 16 01 18 (Nichteisenmetalle) oder 16 02 14 (Gebrauchte Geräte).

Die Vorgaben der AltfahrzeugV werden von den bundesdeutschen Großschredderanlagen sicher eingehalten.

- **ElektroG**

Das ElektroG dient der Vermeidung von Abfällen von Elektro- und Elektronikgeräten, der Wiederverwendung und stofflichen Verwertung dieser Abfälle und dem Schutz der Umwelt und Gesundheit vor giftigen Substanzen. Das Gesetz regelt die von der allgemeinen Entsorgung getrennte Erfassung und Einsammlung solcher Geräte durch die Kommunen und die Rücknahme- und Verwertungspflichten der Hersteller.

Zur Behandlung in Großschredderanlagen kommen insbesondere Haushaltsgroßgeräte (z.B. Waschmaschinen, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Herde, Heizgeräte) in Betracht. Grundlegende Pflichten, die bei der Behandlung der Altgeräte einzuhalten sind, sind in §§ 11 und 12 ElektroG geregelt.

- **EfbV**

Entsorgungsfachbetrieb ist ein Betrieb, der berechtigt ist, das Gütezeichen einer anerkannten Entsorgungsgemeinschaft zu führen oder der einen Überwachungsvertrag mit einer technischen Überwachungsorganisation abgeschlossen hat, welcher eine mindestens einjährige Überprüfung einschließt. Die Eigenschaft eines Entsorgungsfachbetriebs wird somit nicht vom Staat, sondern von der Entsorgungswirtschaft selbst verliehen. Die Zertifizierung zum Entsorgungsfachbetrieb setzt den Nachweis bestimmter Fachkenntnisse voraus sowie eine Ausstattung mit geeigneten Geräten und Ausrüstungen, ferner die Zuverlässigkeit der Betriebsinhaber. Einzelheiten dazu werden in der EfbV festgelegt.

Für Auftraggeber zertifizierter Entsorgungsfachbetriebe besteht ein erhöhter Grad von Sicherheit, dass die Entsorgungsaufträge ordnungsgemäß ausgeführt werden und dass die behandelten Abfälle, die den Entsorgungsbetrieb verlassen, den an sie gestellten Qualitätsanforderungen tatsächlich gerecht werden. In der Praxis hat sich herausgebildet, dass die Großschredderbetriebe in Deutschland generell als Entsorgungsfachbetriebe zertifiziert sind.

c) Baugesetzbuch

Bei der Standortauswahl von Großschredderanlagen sind die Vorgaben des Bauplanungsrechtes zu berücksichtigen. Die wichtigste deutsche Gesetzesnorm hierfür ist das deutsche Baugesetzbuch (BauGB). Seine Bestimmungen sichern die Durchführung der örtlichen Bauleitplanung ab und haben auf diese Weise großen Einfluss auf Gestalt, Struktur und Entwicklung des besiedelten Raumes. Es definiert hierfür die wichtigsten stadtplanerischen Instrumente, die den Gemeinden zur Verfügung stehen.

Großschredderanlagen, die nach BImSchG beantragt werden, werden aufgrund der Konzentrationswirkung des BImSchG-Verfahrens immer auch hinsichtlich der Vorgaben aus dem Bauplanungsrecht genehmigt. Für Kleinanlagen, die unter die Mengenschwelle der Spalte 2 der 4. BImSchV fallen, ist ein eigenständiges Baugenehmigungsverfahren durchzuführen.

1.4.2 Supranationale gesetzliche Regelungen

Um grenzüberschreitende Abfallverbringungen in geordnete, d. h. genehmigungspflichtige Bahnen zu lenken oder ganz zu unterbinden, wurde ein komplexes Regelsystem aus internationalen, europäischen und nationalen Vorschriften erstellt. Auch für Input- und Outputströme aus Großschredderanlagen müssen diese Vorschriften beachtet werden, solange sie dem Abfallrecht unterliegen. Alle Regelungen werden regelmäßig überarbeitet und angepasst. Zu nennen sind als wichtigste Beispiele:

- Basler Übereinkommen vom 22.03.1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung,
- Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Verbringung von Abfällen (VVA) in der konsolidierten Fassung vom 16.05.2010,
- Verordnung (EG) Nr. 1418/2007 der Kommission vom 29. November 2007 über die Ausfuhr von bestimmten in Anhang III oder IIIA der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Abfällen, die zur Verwertung bestimmt sind, in bestimmte Staaten, für die der OECD-Beschluss über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen nicht gilt, zuletzt geändert mit Verordnung vom 23.09.2010.

Diese Vorschriften erscheinen in der Gesamtschau sehr komplex, sind aber in ihrem Zusammenwirken auch mit den für den Abfallbegriff und die Abfallklassifizierung bedeutsamen europäischen Regelungswerken zu sehen. Der Liste hinzuzufügen ist demnach vor allem die novellierte EU-Abfallrahmenrichtlinie, die im Dezember 2008 in Kraft trat und zu der im Rahmen des Komitologieverfahrens noch verschiedene detaillierte Ausarbeitungen (z. B. zu Metallen) erlassen werden. Sie bildet den Rahmen für die nationalen Abfallgesetze in den europäischen Mitgliedstaaten.

Da Deutschland sowohl Vertragsstaat des Basler Übereinkommens und der OECD als auch Mitgliedstaat der Europäischen Union ist, müssen die genannten europäischen Regelungen zur grenzüberschreitenden Abfallverbringung national befolgt werden.

In Deutschland muss bei grenzüberschreitenden Verbringungen zudem das Abfallverbringungsgesetz vom 19. Juli 2007 beachtet werden. Es enthält die für die Anwendung der für die Abfallverbringungsverordnung der EU notwendigen ergänzenden Verfahrensbestimmungen für das Notifizierungsverfahren, konkretisiert Informationsverpflichtungen, Rücknahmeverpflichtungen und Kennzeichnungspflichten und ermächtigt zur Durchführung behördlicher Kontrollen und zu Anordnungen im Einzelfall.

a.) Basler Übereinkommen

Das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung aus dem Jahr 1989 enthält erste Grundzüge einer weltweiten „Abfallwirtschaftskonvention“. Dazu gehören der Grundsatz der Entsorgung von Abfällen möglichst an ihrem Entstehungsort, der Vorrang der Abfallreduzierung vor der Abfallentsorgung sowie der Auftrag, allgemeine Grundsätze für eine umweltverträgliche Abfallentsorgung mit weltweiter Geltung zu erarbeiten.

Den Kernbereich des Übereinkommens bilden allerdings konkrete Regelungen zur Kontrolle grenzüberschreitender Verbringung von gefährlichen Abfällen:

- Import, Export und Durchfuhr von gefährlichen Abfällen sind nur zulässig, wenn zuvor alle beteiligten Staaten informiert wurden und der Verbringung zugestimmt haben,
- Verbringungen in „Nichtvertragsstaaten“ sind unzulässig, es sei denn, es bestehen bi- oder multilaterale Regelungen, die inhaltlich den Anforderungen des Basler Übereinkommens entsprechen,
- der Exporteur von Abfällen und hilfsweise der Staat, aus dem die gefährlichen Abfälle stammen, sind für die Einhaltung des Übereinkommens verantwortlich und im Fall einer illegalen Verbringung zur Rücknahme der Abfälle verpflichtet.

b.) Verordnung über die Verbringung von Abfällen (VVA)

Die VVA (Verordnung Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen) setzt die Anforderungen des Basler Übereinkommens sowie die OECD-Ratsentscheidung zur Abfallverbringung um. Sie enthält neben Begriffsbestimmungen ein Exportverbot von Abfällen zur Beseitigung außerhalb der EU mit Ausnahme der Ausfuhr in einige wenige Staaten. Verboten sind außerdem Exporte von gefährlichen Abfällen zur Verwertung in Staaten, für die der OECD-Beschluss nicht gilt. Die vom Exportverbot betroffenen gefährlichen Abfälle sowie die nicht dem Exportverbot unterliegenden Abfälle werden in Anhang V der VVA näher bestimmt.

Die VVA gilt nur für Stoffe oder Gegenstände, auf die die Definition des Abfallbegriffes der EU-Abfallrahmenrichtlinie zutrifft. Deshalb ist die Abgrenzung von Abfällen zu „Nicht-Abfällen“ (Produkten) sehr bedeutsam. Die näheren Bestimmungen zur EU-Abfallrahmenrichtlinie befinden sich gerade in der Überarbeitung. Voraussichtliche Gültigkeit werden diese nach ihrer Fertigstellung ca. Ende 2011 als erstes zu einigen Metallen (Fe, Al und Cu) erlangen. Es werden sich daraus Änderungen bei der Definition von Abfall und seiner Behandlung ergeben. Diese gelten dann automatisch durch den Verweis des Art. 2 VVA für die Verbringung von Abfällen.

c.) Spezielle Regelungen bei der Verbringung grün gelisteter Abfälle zur Verwertung in Drittstaaten

Bei der Verbringung von Abfällen der grünen Liste (in der Regel nicht gefährliche Abfälle zur Verwertung) aus der EU in einen Staat, für den der OECD-Beschluss nicht gilt, ist während des Transports eine Versandinformation mitzuführen. Ein Notifizierungsverfahren ist in der Regel nicht erforderlich. Allerdings sind in diesen Staaten gegebenenfalls Genehmigungen (z. B. für die Durchfuhr) einzuholen und es sind Sonderregelungen zu beachten. Ferner sind für neue EU-Mitgliedstaaten Übergangsregelungen gemäß Art. 63 VVA zu beachten.

d.) EU-Abfallrahmenrichtlinie

Zu den wichtigsten Änderungen der novellierten Abfallrahmenrichtlinie (RL 2008/98/EG) gehört der gezielte Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt. Dieser wurde direkt aufgenommen, indem die schädlichen Auswirkungen, die von Abfällen ausgehen, vermieden oder verringert werden sollen. Der Ressourcenschutz und die verbesserte Ressourcennutzung stehen ebenfalls an oberster Stelle.

Die Frage, wann ein Stoff aufhört, Abfall zu sein, ist für die Praxis sehr bedeutsam. Die EU-Verordnung Nr. 33/2011 von 31. März 2011 legt Kriterien fest, wann bestimmte Arten von Schrott nicht mehr als Abfall anzusehen sind. Für das vorzeitige Abfallende für Eisen-, Stahl- und Aluminiumschrott sind gemäß der EU-Verordnung bestimmte Vorgaben bezüglich Sortierung, Fremdstoffanteil etc. zu erfüllen.

Die EU-Chemikalienverordnung REACH gilt für Materialien aus Großschredderanlagen nicht, solange der Abfallbegriff gilt, d.h. solange sie juristisch weiterhin als „Abfall“ bezeichnet werden.

In ihren anderen Rahmenvorgaben wird die überarbeitete EU-Abfallrahmenrichtlinie in Deutschland in Form eines neuen Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) umgesetzt werden. Dieses wird auf dem derzeit noch geltenden KrW-/AbfG (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz) basieren, jedoch an vielen grundlegenden Stellen an die novellierte Richtlinie angepasst sein.

2 Angewandte Prozesse und Techniken

In Abbildung 2-1 wird der allgemeine Aufbau und die grundlegenden Stoffströme einer Großschredderanlage dargestellt.

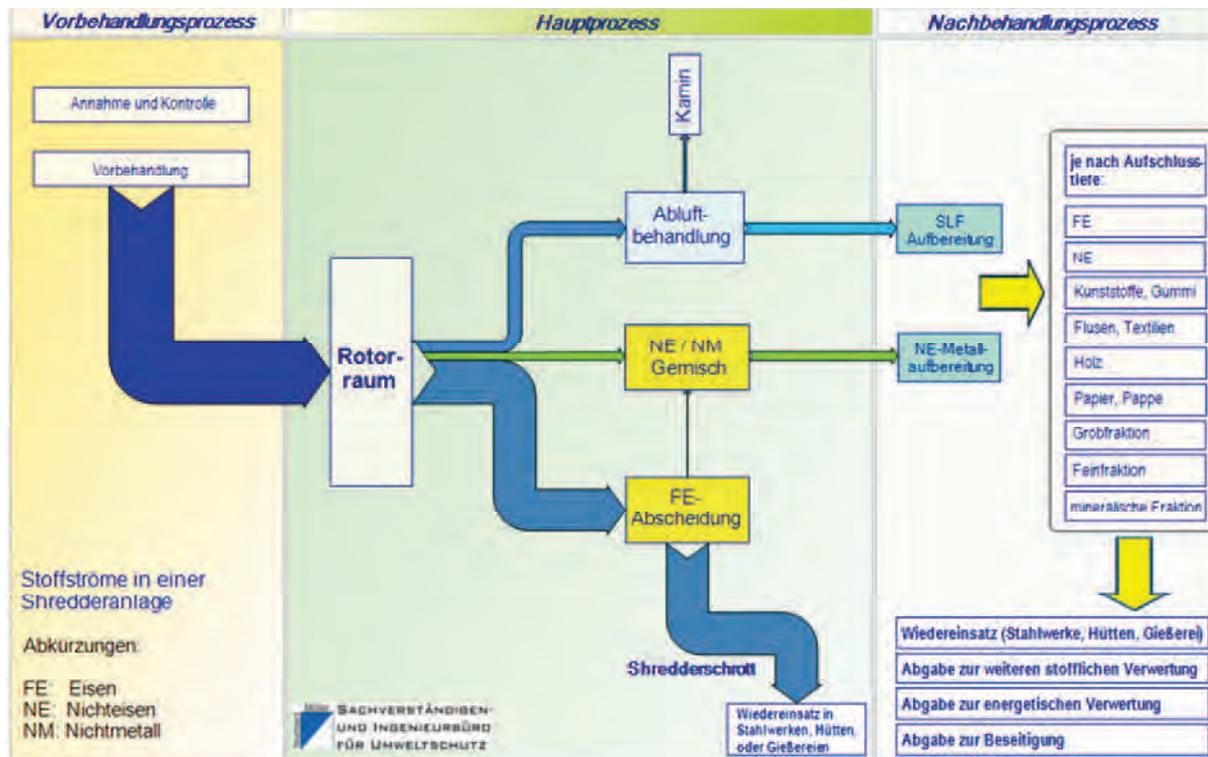


Abbildung 2-1: Grundsätzliches Stoffstromdiagramm von Großschredderanlagen⁵

Insgesamt sind fünf Anlagenbereiche zu unterscheiden, wobei die für dieses Dokument nicht relevanten Anlagenbereiche, wie beispielsweise Verwaltungseinrichtungen ausgespart werden:

1. Anlieferung und Annahme (siehe Kapitel 2.1),
2. Vorbehandlung (siehe Kapitel 2.2),
3. Schreddertechnologie (siehe Kapitel 2.3),
4. Post-Schredder-Verfahren (siehe Kapitel 2.3.3) sowie
5. Emissionsminderungstechniken (siehe Kapitel 2.5).

Die nachfolgende Abbildung 2-2 verdeutlicht mit dem hellgelb unterlegten Bereich beispielhaft den Bilanzraum des eigentlichen Schredders, wie er in diesem Dokument gezogen wird. Zusätzlich werden in der Zeichnung noch der grün unterlegte Bilanzraum von Entsorgungsanlagen und der blau unterlegte Bilanzraum der Post-Schreddertechnologie für SLF und SSF abgegrenzt.

⁵ Dipl.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

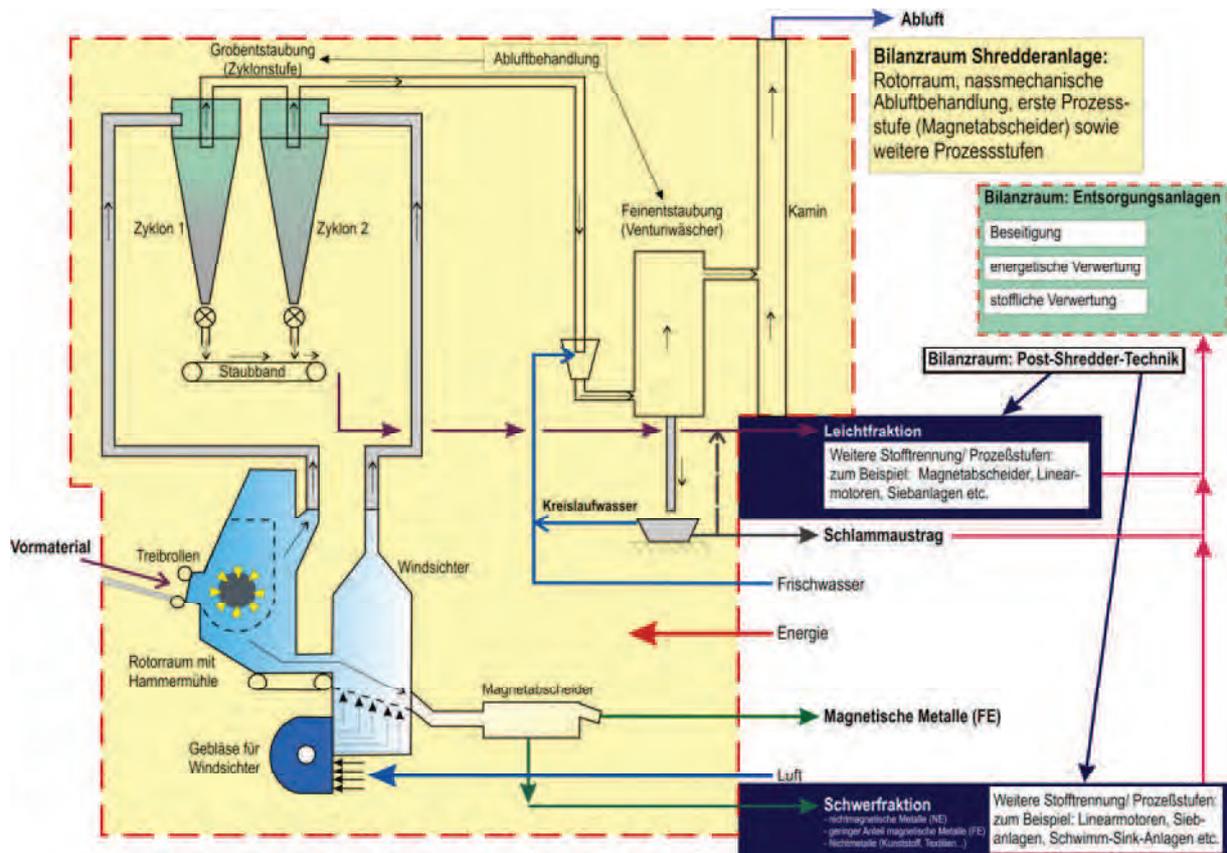


Abbildung 2-2: Bilanzraum einer Großschredderanlage in diesem Dokument⁶

2.1 Anlieferung und Annahme

Das bei Schredderbetrieben angelieferte Eingangsmaterial wird als Vormaterial bezeichnet. Das Schreddervormaterial besteht in der Regel aus

- Trockengelegte Altfahrzeuge (Restkarossen) aus Demontagebetrieben
- Sammelschrott aus kommunalen und gewerblichen Sammlungen
- Industrieschrott aus Produktion oder Abbrüchen
- vorbehandelte Haushaltsgroßgeräte (keine FCKW-haltigen oder unsortierten Kühlgeräte)
- Dosenschrott
- Schrott aus Müllverbrennungsanlagen (Fahrradrahmen, Matratzenroste, Stahlrahmen u. a.) und anderen
- Metallgemischen (Fe und NE) aus Aufbereitungs- und Sortieranlagen und
- anderen Metallverbunden
- international gehandelte Sorte HMS (Schwerschrott/Heavy Metal Scrap) zur Nachbehandlung

Der jeweilige Einzelanteil einer Schrottart am Gesamtaufkommen kann nur schwer angegeben werden, da die Zusammensetzung des Vormaterials von Betrieb zu Betrieb sowie saiso-

⁶ Dip.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

nal und regional bedingt stark schwankt. Die Anlieferung der Schreddervormaterialien erfolgt in Containern, Walkingfloor-Fahrzeugen bzw. gängigen Lastkraftwagen, die für den Transport von Abfällen zugelassen sind. Standorte mit Wasser- bzw. Gleisanschluss nutzen auch Schiff oder Bahn für die In- und Outputlogistik.

Der Anlieferungsbereich einer Großschredderanlage besteht aus einem ausreichend dimensionierten Annahmehbereich, der in der Regel als versiegelte Freifläche mit Waage und zugehörigem Waagehaus ausgeführt ist. Über die Waage werden alle eingehenden und ausgehenden Stoffströme erfasst. Der Anlieferungsbereich bietet die Möglichkeit einer lieferantenspezifischen sowie abfallrechtlich vorgeschriebenen Eingangskontrolle und einer Vorselektion nach optisch erkennbaren Merkmalen. Die optische Kontrolle kann direkt an der Waage oder auch während des Abkippens im Anlieferungsbereich vorgenommen werden. Sie dient der Vorselektion des Schrottes in Hauptgruppen sowie der Detektion von mit Schadstoffen behafteten Bestandteilen oder Fehlwürfen (z. B. Bleibatterien). Daneben kann dieser Bereich für eine Preisfindung herangezogen werden.

Werden bei der Annahmekontrolle im Vormaterial Störstoffe erkannt, so werden diese entweder aussortiert oder die Annahme zurückgewiesen. Für eine Störstoff- oder Wertstoffauslese im Annahmehbereich können hier Container für die entnommenen Fraktionen aufgestellt sein. Teilweise sind auch Lagerboxen oder Lagerbereiche für unterschiedliche Materialien zu finden. Nach der Annahmekontrolle werden die Schreddervormaterialien im Anlieferungsbereich zwischengelagert. Ebenfalls im Anlieferungsbereich befindet sich eine Möglichkeit zur Kontrolle aller angelieferten Materialien auf erhöhte Radioaktivität. Diese Kontrollstation ist meistens als stationäre automatische Messung unmittelbar vor einer Eingangswaage ausgeführt. Die Anlieferfahrzeuge (LKW oder Bahn) müssen diese bei stark reduzierter Geschwindigkeit (Einsatz von Bodenschwellen für LKW) passieren, sodass eine aussagekräftige Messung möglich ist.

Eine weitere Möglichkeit ist eine Radioaktivitätsmessung durch mobile Geräte. Hierbei kann die Detektionseinheit am Greifer, der Magnetplatte oder dem Stiel von Umschlaggeräten angebracht sein. Diese Technik ist zum Beispiel bei der Entladung von Schiffen und Bahnwagons anzutreffen.

2.2 Vorbehandlung

Die Schreddervormaterialien werden vor der Aufgabe in den Schredder einer Vorbehandlung unterzogen. In der Praxis können dabei unterschiedliche Vorbehandlungsarten je nach betrieblichen Anforderungen Anwendung finden. Ziele der Vorbehandlungsverfahren sind die Optimierung der Anlagenverfügbarkeit / Minimierung der Ausfallzeiten des Schredders sowie eine optimierte Zusammenstellung des Inputmaterials unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten im Hinblick auf die Quantität und Qualität der Outputmassenströme.

Mit Ausnahme von Schwerschrott wie schweren Gusseisenteilen und sperrigen Teilen (Eisenbahnschienen, Baustähle und Träger), die im Regelfall einer separaten Vorzerkleinerung bedürfen, lassen sich in Schredderanlagen alle Arten von Schrott zerkleinern. Auch Autowracks, die an vielen Schreddern einen nennenswerten Anteil des Schreddergutes bilden, können ohne Vorzerkleinerung vom Schredder behandelt werden. Im Folgenden wird ein

Überblick über die Technologien gegeben, die in der Schrott- / Metallaufbereitung grundsätzlich Anwendung finden. Ihre Unterschiede und Relevanz werden kurz dargestellt.

a.) Vorsortierung

Die Vorsortierung ist Bestandteil einer integralen Lagerwirtschaft. Ziel ist die Aussortierung von Störstoffen sowie das Homogenisieren bzw. Getrennthalten der Inputmaterialien, um die jeweils geforderten Abnehmerqualitäten produzieren zu können. Die Vorsortierung kann händisch oder maschinell (z. B. mit dem Greifer/ Magnet) durchgeführt werden. Die Vorsortierung ist eine wichtige Möglichkeit zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit, Vergleichmäßigung der Materialaufgabe und Reduzierung der Nebenkosten des Anlagenbetriebs. Es existieren Anlagen, die auf diese Weise organisatorisch die Behandlung von gepressten Karossen oder Fässern im Schredder durch entsprechende Eingangs-Sichtkontrollen ausschließen. Alternativ besteht aber auch die Möglichkeit, gepresste Karossen oder Fässer mit einem Greifkran auseinander zu ziehen und zu kontrollieren, ob Fremdbestandteile enthalten sind, die zu Verpuffungen führen können. Sofern dies der Fall ist, werden diese entfernt.

Die Vorsortierung ist sehr häufig als Vorbehandlungsschritt anzutreffen.

b.) Siebung/ Klassierung

Eine weitere Möglichkeit zur Vorbehandlung des Inputmaterials ist die Vorschaltung einer robust ausgeführten Siebanlage (i. d. R. Stangensieb) zur Abtrennung einer (mineralischen) Feinfraktion. Ziel ist die Standzeitverlängerung verschleißintensiver Aggregate in den nachfolgenden Prozessstufen. Die Vorschaltung einer Siebanlage ist selten als Vorbehandlungsschritt und in Abhängigkeit vom Inputmaterial anzutreffen.

c.) Vorzerkleinerung

Eine Maßnahme der Vorzerkleinerung kann in dem Einsatz eines sogenannten Vorzerreißers oder Preschredders bestehen. Bei dieser Anlage handelt es sich um ein langsam laufendes (unter 50 Umdrehung/Minute) Aggregat, welches dem Schredder vorgeschaltet wird. Ein Vorzerreißer kann auch Schrottpakete mit einer Dichte von ca. 1 t/m³ zerreißen und führt zu einer gleichmäßigeren Auslastung der Hauptmaschine.

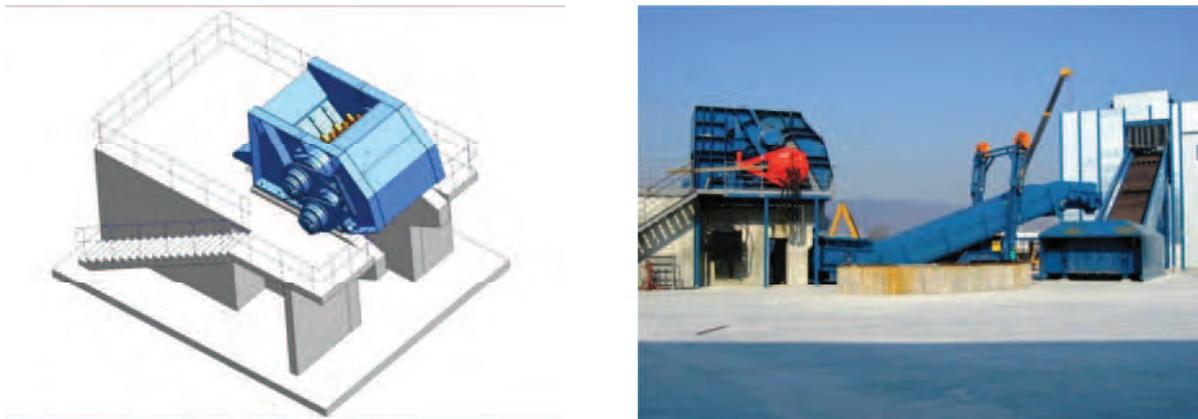


Abbildung 2-3: Preschredder⁷

⁷ Quelle: Metso Lindemann GmbH, Düsseldorf, Stand: Februar 2011

Nebeneffekte sind u. a. eine Verschleißreduzierung sowie ein verbesserter Materialaufschluss. Eine Kombination aus Vorschredder und Siebung verstärkt die erwähnten Effekte. Vergleichbare Effekte können unter Umständen erreicht werden, wenn das Material über eine Grobschere zerkleinert wird, bevor es dem Schredder zugeführt wird.

2.3 Schreddertechnologie

Der Begriff Schredder stammt aus dem Englischen (to shred: zerreißen, zerfetzen) und weist auf das Arbeitsprinzip von Schredderanlagen hin. Schredder sind Schrottzerkleinerungsmaschinen, die nach dem Prinzip der Rotormühle arbeiten und bereits um 1920 in den USA erfunden wurden. Gestiegene Qualitätsanforderungen der Stahlwerke als Hauptschrottverbraucher führten dazu, dass sich Schredderanlagen ab ca. 1960 in den USA großtechnisch durchsetzten, da Schredderschrott im Normalfall nur geringe Anteile an Störstoffen für das Stahlwerk wie NE-Metalle, Gummi oder Kunststoffe enthält. In der Bundesrepublik Deutschland begannen Unternehmen der Schrottwirtschaft Ende der 60 er Jahre mit dem Bau und Betrieb von Schredderanlagen.

Infolge der unterschiedlichen Betriebsweisen der Anlagen in Verbindung mit der jeweiligen marktorientierten Ausrichtung der Schredderunternehmen (z. B. Schwerschrott, Mischschrotte, reine Aluminiumbleche etc.), ist eine Vergleichbarkeit der in Deutschland betriebenen Großschredderanlagen nicht möglich.

Weiterhin haben standortspezifische oder saisonal schwankende Faktoren, die nicht immer im Zugriffsbereich des Anlagenbetreibers liegen, Einfluss auf die vorgehaltene Anlagentechnik. Abhängig von der Art und der Qualität sowie der Inhomogenität des Schreddervormaterials werden die vorhandenen Schreddertechnologien (siehe Kapitel 2.3) angewendet. So ist beispielsweise für die Verarbeitung von überwiegend schwereren Vormaterialien eher ein Kondirator geeignet. Der klassische Schredder ist verfahrenstechnisch besser geeignet für den Aufschluss leichterer Materialien. Durch Variation der Materialzufuhrgeschwindigkeit, Veränderung der Hammerform und des Hammermaterials, des Hammerbildes auf dem Schredderrotor, der Wechselhäufigkeit der Hämmer, den Lochgrößen und -formen der Austragsroste am Schredderrotorraum sowie den nachfolgenden Einstellungen der nachgeschalteten Trennaggregate werden die jeweils optimalen Ergebnisse im Aufschluss des Schreddervormaterials, der Trennung zwischen Metallen und Nichtmetallen sowie der Kornform und -größe des fertigen Schredderschrotts orientiert an den Bedürfnissen der unterschiedlichen Kunden hergestellt.

Aus den zuvor genannten Gründen existieren bei der eigentlichen Schreddertechnik keine umweltrelevanten Vorteile und damit keine herausgehobenen BVT. Ein entsprechendes Unterkapitel „Schreddertechnik“ im nachfolgenden Kapitel 4 entfällt daher.

2.3.1 Klassische Schreddertechnologie

Im Folgenden wird anhand eines herkömmlichen Schredders die Arbeitsweise einer klassischen Schredderanlage allgemein beschrieben. Die verschiedenen Verfahrensvarianten bzw. Anlagenausführungen werden in Kapitel 2.3.2 erläutert.

Die für die Zerkleinerung von Schrott verwendeten Schredder sind Hammermühlen mit horizontal angeordnetem Rotor, die sich im Aufbau der Rotoren und in der Anordnung der Ambosse sowie der Roste für den Materialaustrag unterscheiden. Das zu zerkleinernde Schrottgemisch wird von einem Greifbagger aufgenommen und auf einer Zuführschurre abgelegt. Von dort rutscht der Schrott durch sein Eigengewicht auf zwei Treibrollen zu, wird gepresst und mit kontrollierter Geschwindigkeit in die Rotormühle des Schredders eingeschoben.

Die Rotormühle besteht aus einem Rotor, in den mehrere 70 - 350 kg schwere Hämmer eingehängt sind. Der Rotor wird von einem Motor mit einer Leistung von bis zu 10.000 PS angetrieben und dreht sich mit 450 - 600 Umdrehungen pro Minute.

Durch die bei der Rotation auftretenden Fliehkräfte treten die Hämmer hervor. Das in den Schlagkreis der Hämmer vorgeschobene Material wird über eine Ambosskante abgerissen.

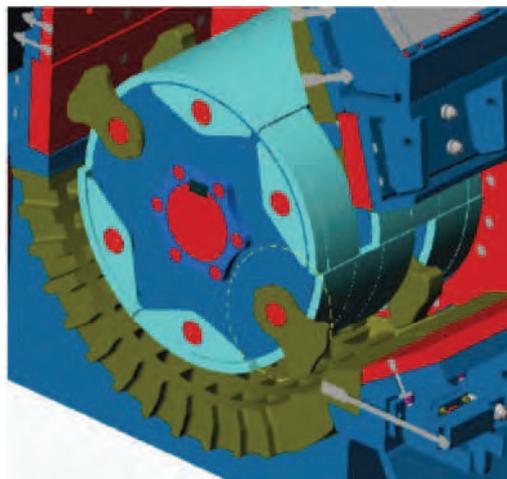


Abbildung 2-4: Schematische Darstellung von Hämmern im Rotorraum⁸

Genügend zerkleinerte Materialstücke werden durch den Oberrost geschleudert. Am Prallwinkel werden die von den Rosten abgewiesenen Materialteile nachzerkleinert. Durch den Aufprall der Materialteile auf die Roste und auf die Prallwand sowie der gegenseitige Aufprall im Zerkleinerungsraum unterhalb des Oberrostes wird das Material verdichtet. Dieser Zerkleinerungs- und Verdichtungsprozess geht solange weiter, bis das zerkleinerbare Material den Rost passiert hat. Nicht zerkleinerbare Materialteile werden durch die hydraulisch betätigte Grobteilaustriftür ausgeworfen.

Eine am Absaugstutzen angeschlossene Entstaubungsanlage verhindert den Staubaustritt aus dem Zerkleinerer und befreit den austretenden zerkleinerten Schrott von flugfähigen nichtmetallischen Verunreinigungen. Das zerkleinerte und vorgereinigte Material wird über einen unterhalb des Schredders befindlichen Vibrationsförderer und einen nachgeschalteten Gurtförderer zur Separierung weitergeleitet.

⁸ Internet; Pressemitteilung Metso Lindemann unter [http://www.metso.com/recycling/mm_recy.nsf/WebWID/WTB-100122-22575-B4400/\\$File/MetsoLN_CarRecycling_EN_06may09.pdf](http://www.metso.com/recycling/mm_recy.nsf/WebWID/WTB-100122-22575-B4400/$File/MetsoLN_CarRecycling_EN_06may09.pdf)

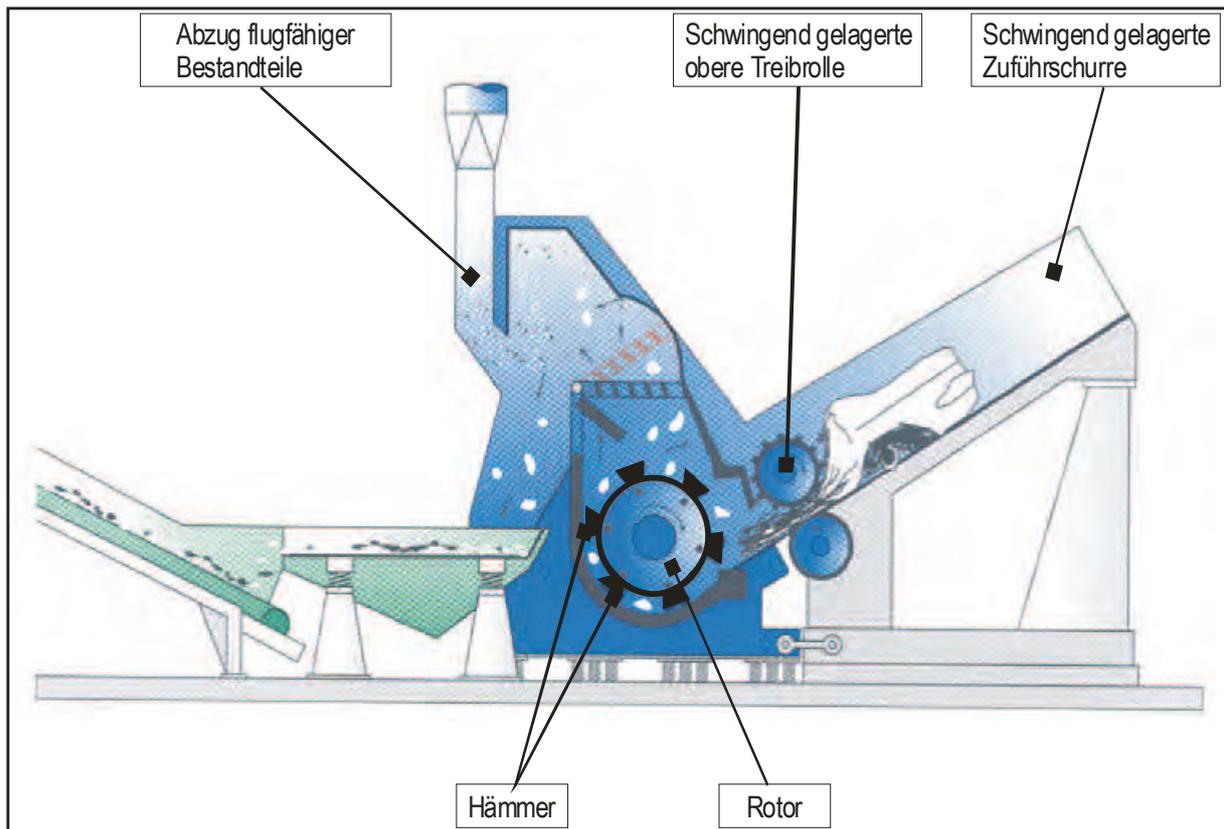


Abbildung 2-5: Schematische Darstellung eines Schredders⁹

Das flugfähige Leichtgut wird einem Zyklonabscheider zugeführt. Da sowohl aus dem Rotorraum als auch aus dem Windsichter das flugfähige Material als solches abgezogen wird, befinden sich in diesem Stoffgemisch auch die flugfähigen Metalle (leichte Teile mit großer Oberfläche wie z. B. Aluminiumstücke, Aluminiumfolie, Metallstäube).

Das flugfähige Leichtgut wird im Zyklonabscheider nochmals getrennt, und zwar in die Schredderleichtfraktion und feinste, im Zyklon nicht abscheidbare Partikel (z. B. Staub). Letztere werden in einer dem Zyklonabscheider nachgeschalteten Abluftbehandlungsanlage aus der Abluft ausgeschieden. Branchenüblich werden im Regelfall Venturi-Wäscher, seltener Gewebefilter eingesetzt.

⁹ Prospekt-Nr. 1212-01-02-RBL/Düsseldorf, Metso Lindemann GmbH, Oktober 2009

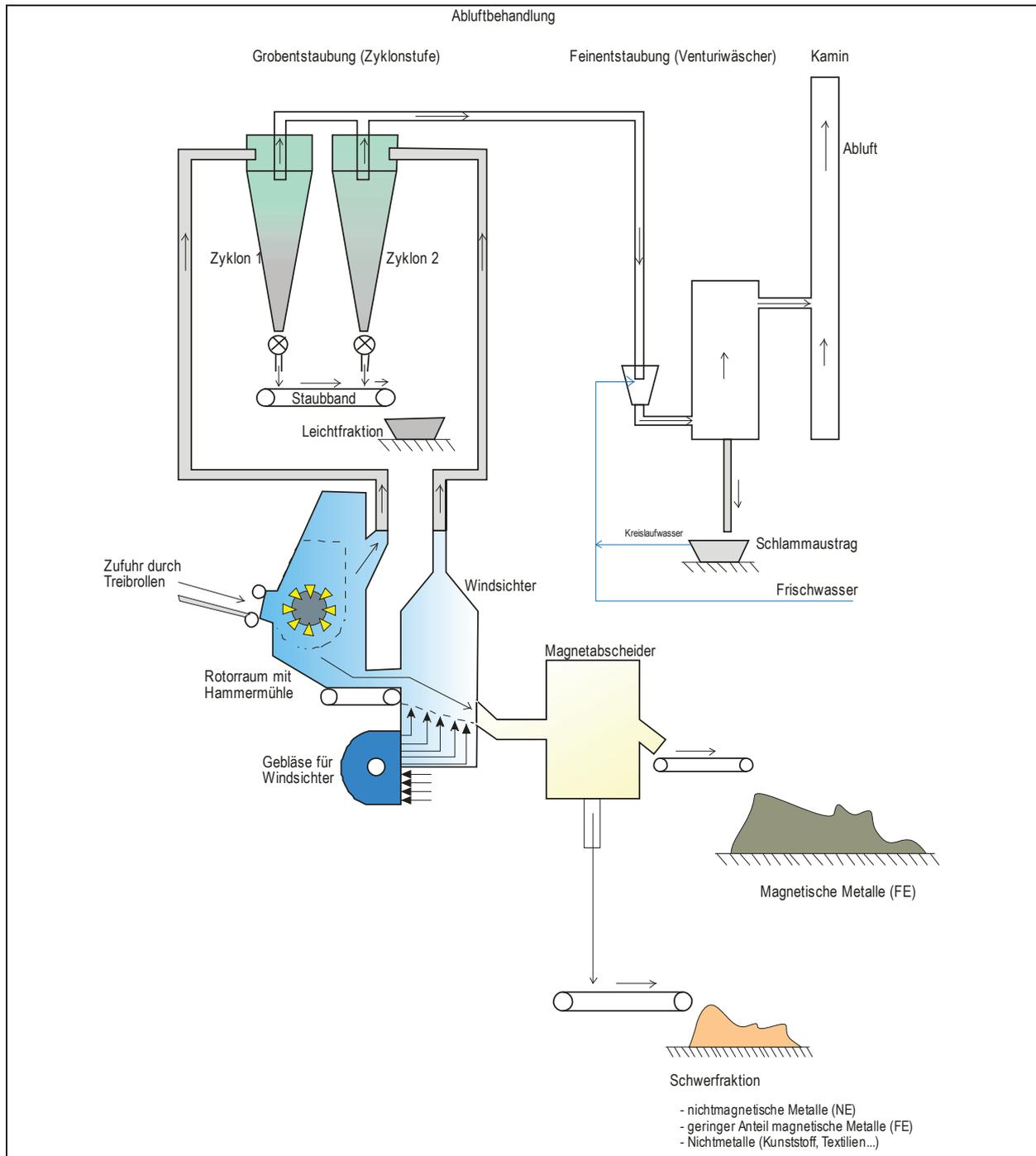


Abbildung 2-6: Stoffströme eines Schredders¹⁰

Das nach dem Durchlaufen des Windsichters verbleibende Schwergut wird durch einen Magnetscheider in eine magnetische FE-Fraktion und eine im Wesentlichen nicht magnetische Fraktion (NE-Metalle, wie z. B. Kupfer, Aluminium, Zink u. ä. m.; Nichtmetalle wie z. B. Holz, Kunststoffe; geringfügige Eisenanteile, die nicht vom Magnetscheider erfasst werden) getrennt.

¹⁰ Dipl.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

2.3.2 Sonstige Schreddertechnologien

Neben der oben beschriebenen klassischen Anlagenkonzeption sind noch folgende Typen von Schredderanlagen Gegenstand der Betrachtung dieses Dokumentes:

- Zerdiratoren

Zerdiratoren werden seit 1983 in Deutschland betrieben und haben eine Antriebsleistung zwischen 500 und 4.000 kW. Zerdiratoren sind Rotormühlen zur Verarbeitung von Leichtschrott. Gegenüber herkömmlichen Schreddern wurde vor allem der Materialauswurf aus dem Rotorraum verändert.

- Kondiratoren

Anlagen dieser Art wurden zur Aufarbeitung von mittelschwerem Mischschrott, der für den Schredder zu schwer ist, entwickelt. Konstruktive Veränderungen gegenüber gewöhnlichen Schreddern wurden vor allem bei der Drehrichtung des Rotors und beim Materialauswurf aus dem Rotorraum vorgenommen. Die Antriebsleistung bewegt sich zwischen 750 und 3.000 kW. Mit dem Kondirator lassen sich sperrige / lange Schrottteile durch eine separate Austrittsöffnung bereits während des Zerkleinerungsvorgangs im Rotorraum vom restlichen zerkleinerten Vormaterial abtrennen. Bei der anschließenden Materialtrennung bestehen gegenüber den bisher beschriebenen Verfahren keine Änderungen.

Darüber hinaus existieren auch Spezialformen der vorgenannten Anlagentypen, die sich in ihren Betriebsweisen von den oben genannten unterscheiden:

- Semi-Wet-Schredder

Der Semi-Wet-Schredder ist als eine spezielle Bauform eines Schredders anzusehen. Eine elektronisch geregelte Wassereindüsung dient dabei zur Staubbindung bei dem Schreddervorgang, aber auch zur Reduzierung des Explosionsrisikos. Das Wasser wird aus einem Vorlagetank über eine Pumpstation an mehreren Stellen in den Rotorraum eingedüst. Die große Oberfläche der Tropfen ermöglicht eine schnelle Kühlung des Rotors und der einzelnen Schrottstücke. Der dadurch entstehende Wasserdampf tritt aus den Öffnungen des Schredders, d.h. im Bereich der Zuführschurre und des Abzugsvibrationsförderers aus. Dieser Wasserdampf wird von der Lärmschutz-Einhausung des Schredders zum größten Teil erfasst. Durch die elektronische Regelung wird die Wassermenge in Abhängigkeit vom Motorstrom optimal geregelt. Es sind nur wenige Schredder dieses Typs in Form von Zerdiratoren in Deutschland realisiert.

- Nassschredder

Nassschredder arbeiten mit zuvor befeuchtetem Schreddervormaterial. Dadurch ergeben sich Unterschiede in der Materialtrennung gegenüber anderen Schreddern. Durch die Befeuchtung des Schreddervormaterials kommt es zu einer Verminderung des Anteils an flugfähigen Stoffen, die später als Schredderrückstand anfallen, gegenüber trockenen Verfahren. Allerdings fallen bei der Reinigung des verunreinigten Abwassers erhebliche Mengen an Absetzschlamm an, die entsorgt werden müssen. Im Nassschredder werden Autowracks sowie leichter und mittelschwerer Sammel- und Industrieschrott zerklei-

ner. Die Schrottqualität entspricht der von gewöhnlichem Schredderschrott. Es ist nur ein Schredder dieses Typs in Deutschland realisiert.

Des Weiteren existieren noch weitere, spezielle Typen von Schredderanlagen, die aber nicht Gegenstand der Betrachtung dieses Dokumentes sind und an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber aufgeführt werden:

- Schrottmühlen

Diese unterscheiden sich von anderen Schreddern durch die senkrechte Achslage des Rotors (sogenannter Vertikalschredder). Die Schrottmühle wird in der Regel als reines Zerkleinerungsaggregat ohne eine nachgeschaltete Post-Schredder-Aufbereitung eingesetzt. Es sind nur wenige Schredder dieses Typs in Deutschland realisiert.

- Tiefkühlschredder (Kryogenzerkleinerung)

Anlagen dieser Art nutzen die Versprödung von Werkstoffen bei tiefen Temperaturen. Das Schreddervormaterial wird in einem Kühltunnel mit flüssigem Stickstoff auf -196 °C gekühlt. Die Kaltversprödung hat zur Folge, dass bei den anschließenden Schreddern nur ca. 25 % der sonst notwendigen Energie verbraucht wird. Der erzeugte Schrott ist kleinteiliger als gewöhnlich und zeichnet sich durch ein sehr hohes Schüttgewicht aus. Nachteilig wirken sich vor allem die hohen Kosten für den flüssigen Stickstoff aus, so dass das Verfahren bisher nur in Spezialfällen, wie der Zerkleinerung von Elektromotoren eingesetzt wurde. Es sind keine Schredder dieses Typs in Deutschland realisiert.

2.3.3 Post-Schredder-Verfahren

Die Betreiber von Großschredderanlagen realisieren in der Praxis optional eine standortbezogene und individuell auf die jeweiligen Marktbedingungen zugeschnittene Verfahrenstechnik zur Erhöhung der Wertschöpfung durch Gewinnung vermarktbarer Stoffströme in der Nachbehandlung. Die dabei erzeugten Fraktionen werden (bei marktgängigen Reinheitsgraden) zum Teil direkt an Stahlwerke, Metallhütten, Gießereien oder anderweitige Sekundärrohstoffverwerter vermarktet. Teilfraktionen gehen an spezialisierte externe Aufbereitungsanlagen, die ihrerseits durch Stofftrennung die Wertschöpfung weiter erhöhen. Einzelne Anlagenbetreiber verfügen auch über eine betriebliche Ersatzbrennstoffaufbereitung an ihren Standorten.

Für die Post-Schredder-Technik gibt es heute kein einheitliches Verfahren. Es wird eine Vielzahl von Verfahrenskombinationen angewendet (siehe Kapitel 4), die in der Regel betriebswirtschaftlichen Überlegungen und der Verfügbarkeit der Absatzmärkte geschuldet sind. Die Größe einer Schredderanlage und damit verbunden die technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten, weitergehende gezielte standortbezogene Aufbereitungsmöglichkeiten anzuwenden, sind entscheidend für den Stand der Technik.

Derzeit befinden sich neue Aufbereitungstechniken in der Erprobung, die auf eine vollständige Metallrückgewinnung aus den Schredderrückständen abzielen, indem sie aus den verbleibenden Restfraktionen stofflich und energetisch verwertbare Stoffströme erzeugen (siehe

hierzu Kapitel 4.4). Individuelle, standortbezogene Post-Schredder-Techniken und externe Post-Schredder-Techniken können sich ergänzen und sind grundsätzlich gleichwertig.

2.4 Outputfraktionen

Zur leichteren Orientierung bei allen Stoffstrombetrachtungen wird das nachfolgende Stoffstromdiagramm verwendet. Dieses bildet keine verfahrenstechnischen Details ab, sondern lediglich den wesentlichen Materialfluss. Bei den drei bezeichneten Outputfraktionen handelt es sich abfallrechtlich regelmäßig um nicht gefährliche Abfälle.

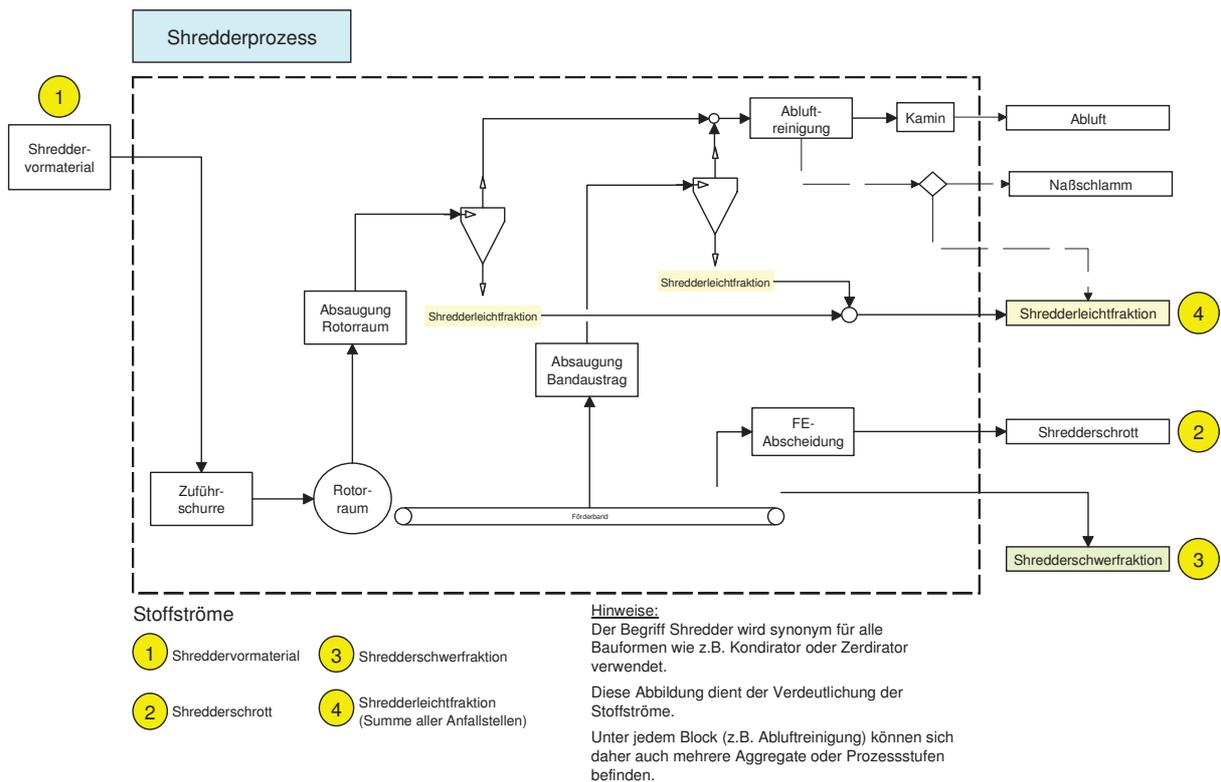


Abbildung 2-7: Stoffströme eines Schredderprozesses¹¹

Unabhängig von dem jeweils eingesetzten Schreddertyp resultieren aus dem Schredderprozess bei durchschnittlichem Input (siehe Kapitel 2.1) die folgenden Fraktionen:

- Schredderschrott (Sorte E40 nach Europäischer Stahlschrottsortenliste)

Die Eisen- / Stahlfraktion hat eine gleichförmige Größe der Schrotteile von 50 bis 200 mm und besteht zu über 92 Gew.-% aus Eisen. Die Gewinnung dieser Fraktion ist Hauptzweck des Betriebes einer Schredderanlage. Diese Fraktion wird an Stahlwerke im In- und Ausland verkauft. Der Anteil der zurückgewonnenen Eisen- / Stahlfraktion ist abhängig vom Vormaterial und entspricht im Normalfall ca. 65 bis 75 Gew.-% des eingesetzten Schreddervormaterials.

¹¹ Dipl.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

- Nichteisen-Metallfraktion (auch Schredderschwerfraktion / SSF genannt)

Die NE-Metallfraktion macht im Durchschnitt etwa 5 bis 15 Gew.-% des Schreddervormaterials aus und besteht i. d. R. zu 30 bis 50 Prozent aus Aluminium, Kupfer und Zink, legierte Stähle, Kabel und isolierte Drähte. Der Rest sind nichtmetallische Reststoffe (z. B. Gummi, Kunststoffe, Glas oder Steine). Diese Nichtmetalle stellen für die weitere Nutzung der wertvollen (weil teuren) NE-Metalle eine Verunreinigung dar. Vor einer weiteren metallurgischen Aufbereitung (z. B. in Gießereien) muss die NE-Metallfraktion also noch von Nichtmetallbestandteilen befreit werden. Sie wird dazu durch interne oder externe Nachbehandlungsschritte soweit aufbereitet, dass die Nichtmetallbestandteile entfernt und die jeweiligen NE-Metalle separiert werden.

- Schredderleichtfraktion

Durch die Zerkleinerung des Aufgabematerials in dem Schredderprozess werden Werkstoffverbunde getrennt und in kleine Stücke zerschlagen. Schwere Materialien werden aus dem Schredder ausgetragen, während verbleibende leichte, flugfähige Bestandteile des Aufgabematerials durch die erzwungene Luftführung über die Zyklon- und Windsichteranlagen ausgetragen werden. In dem Gemisch der flugfähigen Bestandteile der Schredderleichtfraktion finden sich daher auch alle Bestandteile des Aufgabematerials in zerkleinerter Form. Es handelt sich hierbei im Wesentlichen um:

- Textilien (z. B. aus Sitzbezügen)
- Schaumstoffe (z. B. aus Sitzpolstern, Isolierungen)
- Kunststoffe und Kunststofffolien (z. B. aus Verkleidungen)
- Mineralische Bestandteile (z. B. Anhaftungen, Glasbruch)
- Metallfolien (z. B. aus Isolierschichten), aber auch
- NE-Metallstücke wie Kabel, Aluminiumbleche und -folien sowie
- Lackreste / Rost
- Holz und
- Elastomere

Bezogen auf das Schreddervormaterial fallen je nach Zusammensetzung ca. 10 bis 25-Gew.-% als Schredderleichtfraktion an. Ihre stoffliche Zusammensetzung unterliegt starken Schwankungen. Sie wird wesentlich von der Art des Vormaterials beeinflusst. Der jeweilige Einzelanteil einer Schrottart am Gesamtaufkommen kann nur schwer angegeben werden, da die Zusammensetzung des Vormaterials von Betrieb zu Betrieb, aber auch saisonal und regional stark schwankt. Die Schwankungen in der Zusammensetzung des Vormaterials setzen sich in der Zusammensetzung der Schredderleichtfraktion fort. So führt das Schreddern von Autowracks zu einem ungleich höheren Anteil an Kunststoffen auch in der Schredderleichtfraktion, wie umgekehrt das Schreddern von Mischschrotten und Industrieschrotten (z. B. Rohrleitungen und leichte Profilbleche mit Betonhaftungen) einen wesentlich geringeren Kunststoffanteil in der Schredderleichtfraktion verursacht. Darüber hinaus hat die Art der Windsichtung einen erheblichen Einfluss auf die Zusammensetzung sowie dem Mengenverhältnis der SLF und den anderen Outputströmen. Bei einer schwachen Sichtung enthält die SSF mehr Kunststoffe und bei einer starken Sichtung enthält die SLF mehr Kunststoffe.

2.4.1 Grundsätzliche Entsorgungswege für Schredderrückstände

a.) Mechanisch-Biologische Behandlung

- Rotte: Verfahren zur biologischen Behandlung von Siebfractions der Schredderrückstände, um über eine minimale Vorbehandlung gesetzliche Grenzwerte für die Deponierung zu erreichen.

b.) Thermische Behandlung / energetische Verwertung

- Pyrolyse und Vergasung

Je nach Temperaturniveau und Prozessführung gibt es unterschiedliche Varianten an Pyrolyse- und Vergasungsverfahren. Pyrolyseverfahren wandeln üblicherweise heizwertreiche Abfälle in ein niederkalorisches Gas und Asche/Ruß um. Aus der Asche können Restmetalle zurückgewonnen werden.

Eine Sonderform ist die Depolymerisation, bei der definierte Kunststoffgemische in ein synthetisches Rohöl umgewandelt werden.

Vergasungsverfahren werden für definierte heizwertreiche Stoffgemische angewendet. Je nach Prozessführung und Temperaturniveau werden unterschiedliche Gasqualitäten erzielt, die energetisch oder chemisch genutzt werden können.

- MHKW Abfallverbrennungsanlage (MVA): Thermische Behandlungsanlage, die atmosphärisch brennbare Anteile von Abfall zum Zwecke der Volumenreduzierung des Abfalls unter Nutzung der enthaltenen Energie und einhergehend mit der Kompaktierung der Restmenge zur Deponierung behandelt. Üblicherweise ist diesen Anlagen noch eine Schlackenaufbereitung zur Rückgewinnung noch enthaltener Metalle nachgeschaltet.
- Kraftwerk: Ein Kraftwerk ist eine industrietechnische Anlage zur Stromerzeugung und teilweise zusätzlich zur Bereitstellung von thermischer Energie. Die elektrische Energie wird in das Stromnetz eingespeist. Je nach Kraftwerkstyp können definierte und qualitätsgesicherte Brennstoffe aus Abfall, auch SR, eingesetzt werden.
- Zementwerk: Der dort hergestellte Zement ist ein hydraulisches Bindemittel für die Baustoffe Mörtel und Beton. Zement ist also die Verbindung natürlicher oder künstlicher Zuschläge zu einem festen Baustoff. Zementwerke können qualitätsgesicherte Brennstoffe, auch aus SR, einsetzen, sofern diese den Anforderungen des Zementwerks genügen.

c.) (Roh-)Stoffliche Verwertung

- Hochofen: Unter reduzierender Atmosphäre arbeitendes metallurgisches Aggregat, um Eisenerz unter Zusatz von Koks und Kohle oder Schweröl (oder auch Erd-Synthesegas) in Roheisen für die Weiterverwendung im Stahlwerk umzuwandeln. Als Ersatzreduktionsmittel können auch definierte Kunststoffqualitäten eingesetzt werden.
- Vergasungsanlagen: Thermische Behandlungsanlagen zur Umwandlung von Öl, Kohle oder definierten Ersatzbrennstoffen zur Gewinnung eines synthetischen Gases

d.) Sonstige Verwertung

- Untertägiger Versatz: Versatz dient in erster Linie der Stabilisierung untertägiger Hohlräume zur Vermeidung von Absenkungen an der Tagesoberfläche.

Bei der Entsorgung von organischen Stoffströmen kommen gegenwärtig die Abfallverbrennung/energetische Verwertung und bei mineralischen Stoffströmen der Bergversatz zur Anwendung.

2.5 Emissionsminderung

Emissionen sind hier zunächst die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen. Emissionsminderungsmaßnahmen können als Modifizierung oder Substitution der eingesetzten Behandlungstechnik, sowie als Behandlung der Abluft (additiver Umweltschutz) umgesetzt werden.

Ebenso facettenreich wie die Bauformen und Einsatzbereiche der Großschredder sind in der zwingenden Konsequenz auch die Varianten der Emissionsminderungsmöglichkeiten.

Die Vielzahl der im Markt befindlichen Kombinationsvarianten eines Großschredders mit einer spezifisch „passenden“ Abluftbehandlungsanlage resultieren aus den langjährigen Betriebserfahrungen der jeweiligen Schredderbetreiber einerseits und der Einhaltung der in Kapitel 1.4 dargestellten rechtlichen Grundlagen, welche die Rahmenbedingungen für die beste verfügbare Technik bilden andererseits. Zusätzlich können in den jeweiligen Anlagen genehmigungen weitere Vorgaben und Einschränkungen angeordnet sein.

Insgesamt ist es aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Rahmenbedingungen nicht möglich, ein wissenschaftlich fundiertes, einheitlich standardisiertes Verfahren für die Abluftbehandlung in Großschredderanlagen zu identifizieren und zu definieren. Abhängig von den standortspezifischen Rahmenbedingungen und unter Berücksichtigung der individuell vorherrschenden Situation ist jeweils der Einzelfall zu beurteilen.

Die maßgeblichen Einflussgrößen stellen hierbei die vorhandene Schreddertechnik sowie die technische Ausrüstung des Betreibers dar. Diese beiden Elemente bestimmen die folgenden Rahmenbedingungen, die zu der im geführten Abluftstrom des Schredders ermittelten Zusammensetzung führen. Zu den Rahmenbedingungen zählen:

- Art der Beanspruchung und Tiefe des Aufschlusses, abhängig von Schreddertechnik und verarbeitbaren Vormaterialien,
- Verweildauer des Materials im Rotorraum,
- Abluftführung und Menge der Abluft,
- Materialdurchsatz,
- Qualitätsanforderungen an das Produkt

Nachfolgend werden potentielle Emissionsminderungsmaßnahmen dargestellt.

2.5.1 Emissionsminderungsmaßnahmen durch die Anlagenbetreiber

Emissionsminderungsmaßnahmen am Schreddervormaterial, die durch den Betreiber einer Großschredderanlage vorgenommen werden können, können sich aus den oben erläuterten Gründen lediglich auf organisatorische Maßnahmen beschränken.

Zu den organisatorischen Maßnahmen zählen:

- Überwachung auf erhöhte Radioaktivität (wie in Kapitel 2.1 beschrieben),
- optische Kontrolle auf Sprengkörper oder explosionsverdächtige Gegenstände (zum Beispiel militärische Geräte und Gegenstände wie Granaten u.ä.m.),
- optische Kontrolle auf geschlossene Hohlkörper (zum Beispiel Gasflaschen, Kanister, Fässer u.ä.m.) Emballagen mit Restinhalten,
- optische Kontrolle auf Fehlwürfe (zum Beispiel Bahnschwellen, Autobatterien u.ä.m.) und separate Erfassung derselben zwecks ordnungsgemäßer und schadloser Entsorgung.

Bezüglich der Überwachung auf erhöhte Radioaktivität bietet die VMBG Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften in der Information BGI 723 Hilfestellungen bei der Überwachung von Metallschrott auf radioaktive Bestandteile. Über die Unfallverhütungsvorschrift BGV D23 (bisherige UVV 19/VBG 111) „Sprengkörper und Hohlkörper im Schrott“ wurden Durchführungsanweisungen zum Umgang mit solchen Stoffen formuliert.

Die beschriebenen organisatorischen Maßnahmen dienen der Minimierung von Schadstoffeinträgen in die Schredderanlage und sind daher das wesentliche Element im Rahmen der Emissionsminderung am Schreddervormaterial.

Darüber hinaus bilden regelmäßige Schulungen des Personals, ein auf die jeweilige Genehmigung angepasstes internes Beauftragtenwesen, eine Zertifizierung der Betriebsstätte zum Entsorgungsfachbetrieb mit regelmäßiger Reauditierung sowie ein auf den Standort zugeschnittenes Stoffstrom- und Lagermanagement die organisatorische Basis für eine effiziente Umsetzung der Genehmigungsaufgaben zur Emissionsminderung.

2.5.2 Substitution der eingesetzten Technik

Bei Emissionsminderungsmaßnahmen im Schredderprozess werden sowohl die Modifizierung (integrierter Umweltschutz) wie auch die Substitution der eingesetzten Technik selbst betrachtet.

Die Hauptaufgabe der Großschredderanlagen - nämlich die Trennung von Stoffverbunden in metallische und nicht metallische Bestandteile - kann grundsätzlich auch von anderen Anlagen und in anderen Prozessen vorgenommen werden. Wie allerdings bereits einleitend erläutert wurde (siehe Kapitel 1.1), haben sich im Verlaufe des letzten Jahrhunderts die Qualitätsforderungen der Hütten und Gießereien derartig entwickelt, dass diese nur durch den Einsatz von Großschredderanlagen erfüllt werden können.

Großscheren, die zwar grundsätzlich ebenfalls Werkstoffverbunde sehr grob trennen können, verarbeiten vorwiegend sortenreines Material (Tanks, Masten, Träger, Konstruktionsmaterial, Grobbleche) auf die von den Stahlwerken gewünschten Längen und können Groß-

schredderanlagen zur Aufschließung komplexer Werkstoffverbunde, die den Anforderungen der Abnehmer genügen, nicht ersetzen.

Die Bedeutung der Großschredderanlagen zur Herstellung von Schrott als dem in der EU wichtigsten Eisenträger für die Rohstahlerzeugung wurde bereits in Kapitel 1.3 dargestellt. Würde als Emissionsminderungsmaßnahme die Substitution der eingesetzten Großschredderanlagen durch andere Aggregate oder Prozesse (wie beispielweise durch Großscheren) in das Kalkül gezogen, wäre

- einerseits die Verwertungssicherheit für sämtliche metallhaltigen Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr gegeben, sowie
- andererseits die gesicherte Versorgung der Hütten und Gießereien mit dem wichtigsten Eisenträger für die Rohstahlerzeugung obsolet.

Vor diesem Hintergrund ist evident, dass die Substitution einer Großschredderanlage als Emissionsminderungsmaßnahme keine näher in Betracht zu ziehende Option darstellen kann. Emissionsminderungsmaßnahmen im Schredderprozess beschränken sich daher auf prozessintegrierte Maßnahmen des Umweltschutzes.

2.5.3 Maßnahmen zur Minderung der Luftemissionen

Bei der Vielzahl der technischen Abgasreinigungsprinzipien liegt im Regelfall die Effizienz in erster Linie an der Auswahl der geeigneten Technik und deren Anpassung an die spezifischen Gegebenheiten vor Ort (Abluftzusammensetzung, Störgrößen, räumliche Verhältnisse, Brand-, Lärm-, Explosionsschutz etc.).

Vom Markt gefordert werden effiziente, in der Praxis bewährte Verfahren, die einen möglichst geringen Energie- und Hilfsmittelverbrauch sowie apparativen Aufwand aufweisen (z. B. Kombination verschiedener Verfahren in einer Anlage) und verhältnismäßige Investitions- und laufende Kosten erzeugen.

Firmen, die Abluftreinigungstechniken anbieten, weisen meist eine hohe Spezialisierung auf eine Technik auf. Beim Betrieb von Großschredderanlagen können allerdings Stoffe über das Vormaterial in den Emissionspfad Abluft eingetragen werden, die dazu führen, dass eine vorhandene Technik alleine nicht ausreicht, um die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben jederzeit sicher zu gewährleisten. Die Anwendbarkeit einer Abluftreinigungstechnik ist daher für den jeweiligen, konkreten Einzelfall zu prüfen.

Zur Minimierung von Staubemissionen aus diffusen Quellen sind betriebliche (z. B. Arbeitsanweisungen zur Reduktion von Staub beim Güterumschlag, Feuchthalten und Reinigen der Fahrwege) oder technische Maßnahmen (Kapselung von Bandübergaben, Punktabsaugungen, Berieselungsanlagen etc.) Stand der Technik.

2.5.3.1 Spezielle Problemstellungen bei der Abluftbehandlung in Großschredderanlagen

Wie bereits ausführlich erläutert, können in Großschredderanlagen Vormaterialien zum Einsatz gelangen, auf deren Zusammensetzung der Anlagenbetreiber keinen Einfluss hat. Aus den zu trennenden Werkstoffverbunden können klebrige, ölige oder gar zündfähige Abgase entstehen.

Darüber hinaus sind bei der Wahl geeigneter Abgas-/ Abluftbehandlungsverfahren die speziellen Rahmenbedingungen des jeweiligen Anlagenbetriebs zu berücksichtigen. Kennzeichnend für den Betrieb von Großschredderanlagen sind wechselnde Betriebsbedingungen. Ein "stationärer Betriebszustand" ist kaum wirklich erreichbar. Der Betrieb von Schredderanlagen ist geprägt von

- permanenten, kurzfristigen Unterbrechungen (Materialaufgabe, ungleichmäßiges Nachrutschen von Vormaterial in den Zuführschacht und weiterem mehr)
- Vormaterialeigenschaften die marktbedingten und saisonalen Schwankungen unterliegen (z.B. saisonale Feuchtigkeitsgehaltsschwankungen, ungleichmäßige Korngrößen, Entmischung von Feinbestandteilen, etc.),
- kurzfristigen Leistungsschwankungen,
- verzögerten regelungstechnischen Eingriffen,
- einer möglichen Zunahme von Verunreinigungen in Rohrleitungen (z. B. durch Verkrustungen in Leitungen, die den Rohrquerschnitt zunächst verengen und sich später von selbst lösen oder regelmäßig gereinigt werden),
- einem variablen Gebläsebetrieb (zum Beispiel aufgrund von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen in der angesaugten Zuluft; aufgrund sich allmählich verengenden Rohrquerschnitten u.w.m.), und
- außerplanmäßigen Betriebszuständen wie zum Beispiel Verpuffungen.

Diese instationären Betriebszustände und Rahmenbedingungen führen auch zu sehr breiten Streuungen in der Zusammensetzung der Abluft. Staub, textile Fasern, flugfähige Kunststoff- oder Metallteilchen (z. B. Staniolpapier) können Bestandteil der Abluft sein.

Neben den allgemeinen Anforderungen an eine geeignete Abluftbehandlung wie

- geringer Energie- und Hilfsmittelverbrauch,
- geringer apparativer Aufwand aus Platzgründen und
- verhältnismäßige Investitions- und laufende Kosten

müssen von den Anlagenbetreibern spezielle Anforderungen gestellt werden, die sich aus den oben beschriebenen spezifischen Rahmenbedingungen ergeben. Grundsätzlich müssen die in Großschredderanlagen verwendeten Abluftbehandlungsanlagen

- große Schwankungsbreiten in der Abluftzusammensetzung (diskontinuierlicher Anlagenbetrieb mit Spitzenlasten) sicher behandeln können,
- auf unvorhergesehene Druckstöße ausgelegt sein,
- wirksam gegen zündfähige Gemische ausgelegt sein und
- sich in der Praxis bewährt haben.

Insgesamt müssen geeignete Abluftbehandlungstechniken in Großschredderanlagen daher ebenso robust ausgelegt werden, wie die Schredderanlage selbst.

Zur Staubreduktion sind in der Praxis an Großschredderanlagen häufig Zyklone und Venturi Wäscher sowie -an verfahrenstechnisch sinnvollen Stellen- auch Schlauchfilteranlagen (siehe Kapitel 2.5) anzutreffen.

2.5.4 Lärminderungsmaßnahmen

Der Betrieb von Großschredderanlagen ist mit Lärmemissionen verbunden. Grundsätzlich gilt für die Anwendung von Lärminderungsmaßnahmen:

- Abstand zwischen Lärmquelle (Emissionsort) und Lärminderungsmaßnahme (Lärmschutzhindernis): Je näher eine Lärminderungsmaßnahme (z.B. Wand oder Damm) an der Lärmquelle liegt, desto größer ist der Bereich, in dem es zu einer Lärmreduktion kommt.
- Hindernishöhe: Je höher das Lärmschutzhindernis, desto größer der Umweg, zu dem die Schallwellen gezwungen werden. Überragen Wand oder Damm die Sichtverbindung zwischen Lärmquelle (Emissionsort) und Empfänger (Immissionspunkt), beträgt die Lärmreduktion rund 10 dB, was einer Halbierung der empfundenen Lautstärke entspricht.
- Abstand zwischen Lärmschutzhindernis und Empfänger: Neben der Hindernishöhe beeinflusst auch der Abstand zwischen dem Lärmschutzhindernis (Wand bzw. Damm) und dem Empfänger (Immissionspunkt) den Umweg der Schallwellen.
- Länge und Durchgängigkeit des Hindernisses: Die Lärmschutzwirkung des Hindernisses ist auf dessen Länge beschränkt. Darum muss dieses (Wand oder Damm) so lang sein, dass kein erheblicher Lärm seitwärts über die nicht abgeschirmten Bereiche einfällt. Jegliche Lücken, Öffnungen oder undichte Stellen sind zudem wenn immer möglich zu vermeiden oder andernfalls klein zu halten.

Großschredderanlagen werden bereits in den entsprechenden Anlagenzulassungsverfahren nach dem BImSchG lärmtechnisch betrachtet und im Regelfall von zugelassenen Sachverständigen in so genannten Lärmprognosen einzelfallspezifisch bewertet. Aus diesen prognostischen Gutachten werden Maßnahmen zur Lärminderung erarbeitet, die gewährleisten, dass die jeweiligen rechtlichen Vorgaben (TA Lärm) eingehalten werden.

Allgemeingültige, einzelfallunabhängige, verbindliche Maßnahmen zur Lärminderung, die über die hier beschriebenen Maßnahmen hinaus gehen, kann es nicht geben, da die standortspezifischen Rahmenbedingungen (wie Nähe zu Wohngebieten, benachbarte Betriebe u.v.m.) die jeweils erforderlichen Maßnahmen bestimmen.

2.5.5 Wasseremissionen

Da Großschredderanlagen in der Regel bis auf geringe Mengen aus der Nassstaubabscheidung sowie Reinigungsvorgängen keine kontinuierlich anfallenden prozessbedingten Abwässer erzeugen, werden von den Anlagen keine separaten Abwasserbehandlungsanlagen betrieben. Brauchwasser wird in der Regel weitgehend im Kreislauf geführt. Im Normalfall erfolgt die Entsorgung der betrieblichen Abwässer aus Großschredderanlagen über die

Infrastruktur der Kommune, in der sich der Betrieb angesiedelt hat. Dementsprechend hat der Betrieb die Einhaltung der Vorgaben der jeweiligen kommunalen Entwässerungssatzung sicherzustellen.

Abwässer, die in den sanitären Einrichtungen anfallen, werden in ein kommunales Abwassernetz eingeleitet. Dabei sind die nationalen und europäischen Anforderungen bezüglich Wassernutzung und anfallendem Abwasser einzuhalten.

3 Derzeitige Verbrauchs- und Emissionswerte

Die Verbräuche und Emissionen einer Schredderanlage sind in hohem Maße abhängig von der eingesetzten Schreddertechnologie (siehe Kapitel 2.3) sowie der jeweils nachgeschalteten Emissionsminderungstechnik (siehe Kapitel 2.5)

In der nachfolgenden Abbildung sind die wesentlichen Eingangsstoffe und Emissionen einer Großschredderanlage schematisch dargestellt.

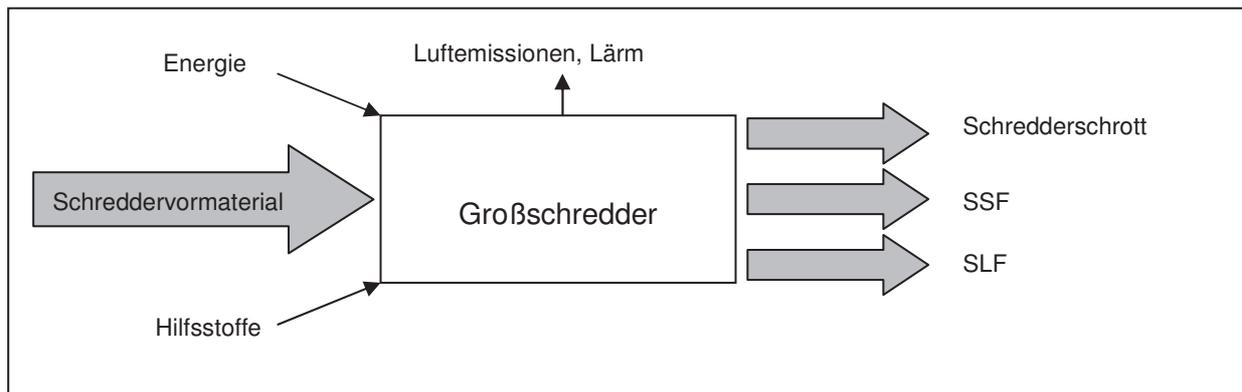


Abbildung 3-1: Eingangsstoffe, Ausgangsstoffe und Emissionen von Großschredderanlagen

Die nachfolgenden Angaben zu Verbräuchen und Emissionen beziehen sich – sofern nicht anders angegeben – auf die in der Abbildung 2-2 wiedergegebene Bilanzgrenze eines Großschredders. Die Angaben zu den Verbräuchen und Emissionen stammen aus einer Mitgliederbefragung des BDSV aus dem Frühjahr 2010.

3.1 Energieeinsatz und Hilfsstoffe

Der Energieeinsatz in Form von elektrischer Energie steht in direkter Abhängigkeit von der Rotorleistung und der Art der eingesetzten Verfahren und Techniken. Er ist daher sehr einzelfallspezifisch und nur begrenzt vergleichbar. Der von den Betreibern angegebene spezifische Energiebedarf für eine Schredderanlage ist der Tabelle 3-1 zu entnehmen. Die installierte Leistung der an der Fragebogenaktion teilnehmenden Großschredderanlagen betrug zwischen 499 und 4.420 kW.

Energiebedarf und Hilfsstoffeinsatz von Schredderanlagen	
Energiebedarf Zerkleinerungsaggregat	22,14 – 46,3 kWh/t Input
Anschlussleistung der Entstaubungsanlage	213 – 500 kW
Wasserverbrauch*	100 – 1.150m ³ /a
Wasserverbrauch Nassabscheider	580 – 600 m ³ /a

*Wasserverbrauch durch Verdunstung, Verschleppung, Reinigung. Es fällt kein prozessbedingtes Abwasser an

Tabelle 3-1: Energiebedarf und Hilfsstoffeinsatz einer Schredderanlage

Ein weiterer wichtiger Hilfsstoff ist Wasser für die Nassabscheidung bei denjenigen Großschredderanlagen, die keine ausschließlich trocken arbeitende Staubabscheidung haben. Zum Einsatz kommt hierbei Leitungswasser, Brunnenwasser, gesammeltes Oberflächenwasser, Flusswasser oder sogar Seewasser. Das Wasser wird an den Anlagen zwar meist im Kreis gefahren, Wasserverluste (Verdunstung, Schlammaustrag) müssen aber regelmäßig ersetzt werden. Weitere Wasserverbraucher sind an einzelnen Anlagen vorhandene Berieselungs- / Sprühnebelanlagen zur Staubbindung z. B. bei der Lagerung des Vormaterials sowie Reinigungswasser.

Die sonstigen eingesetzten Hilfsstoffe sind hauptsächlich Treib- und Schmierstoffe für Greifer, Bagger, Radlader, Flurförderfahrzeuge und betriebsinterne Transportvorgänge. Die Einsatzformen sowie spezifischen Verbräuche sind in diesem Feld so vielfältig, dass eine verallgemeinerte Angabe nicht möglich ist.

3.2 Lärm- und Luftemissionen

Die Emissionen, die in Großschredderanlagen entstehen, sind zum einen Lärm durch die Maschinen- und Fördertechnik sowie die Anlieferung der Schreddervormaterialien und die Abfuhr der Produkte. Zum anderen entstehen im Prozess Luftemissionen vor allem in Form von Staub.

Die Einhaltung der zulässigen Emissionen wird von den zuständigen Behörden überwacht. Stand der Technik in Deutschland ist eine diskontinuierliche Emissionskontrolle der Abluft im dreijährigen Rhythmus im zusammengeführten Abluftstrom durch eine behördlich zugelassene Messstelle.

Im Rahmen dieser durchzuführenden Luftmessungen wurden bei der Mitgliederbefragung der BDSV folgende Werte ermittelt:

- Gesamtstaub: 1,3 – 18,7 mg/Nm³
- Gesamtkohlenstoff: 32 – 170,5 mg/Nm³

3.3 Outputfraktionen

Einzelheiten hierzu können dem Kapitel 2.4 entnommen werden.

4 Techniken, die bei der Bestimmung der BVT für Großschredderanlagen zu betrachten sind

4.1 Betriebsorganisation

Die Bestellung verschiedener betrieblicher Beauftragter (für Abfall, Gewässerschutz, Immissionsschutz, Gefahrgut etc.) oder der verantwortlichen Person nach Entsorgungsfachbetriebsverordnung erfolgt gemäß der jeweils gültigen Gesetze und Verordnungen.

Ebenfalls ist durch den Betrieb zu gewährleisten, dass Auflagen in der Genehmigung (z. B. Erstellung und Pflege von Annahmebedingungen, Betriebstagebuch, Betriebshandbuch und Betriebsordnung) umgesetzt werden. Beispielsweise sind hier Vorgaben zur Umsetzung von Hygiene- und Arbeitsschutzmaßnahmen zu finden.

Voraussetzung für die Erlangung eines Entsorgungsfachbetriebs-Zertifikates ist die Einhaltung gesetzlich geregelter Vorgaben. Vor Erlangung eines EfB-Zertifikates durchläuft der Betrieb eine staatliche Überprüfung (Benehmensregelung) und einer branchenspezifischen Überprüfung durch externe Sachverständige. Das Vorgehen hat sich für Schredderbetriebe in der Praxis bewährt.

Die Einführung eines Umweltmanagementsystems nach DIN ISO 14.000 ff ist damit nicht zu vergleichen, weil dieses auf klassische Produktionsbetriebe abzielt und die Spezifika eines Entsorgungsunternehmens nicht derartig umfassend berücksichtigt.

Die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems nach DIN 9001:2008 ist für einen Entsorgungsfachbetrieb nicht erforderlich, weil viele wichtige Punkte dieses QM-Systems auch Bestandteil der EfB-Zertifizierung sind. Ergänzend erwarten die Kunden/Abnehmer häufig von Großschredderanlagen zusätzlich ein solches QM-System.

4.2 Vorbehandlung

4.2.1 Kontrollen bei der Anlieferung

Grundsätzlich findet eine Verwiegung der Fahrzeuge vor und nach dem Entleerungsvorgang statt. Diese Verwiegung wird ebenfalls bei den Outputfraktionen und Reststoffen durchgeführt und ist gemäß den nationalen gesetzlichen Regelungen verbindlich.

Eine kombinierte visuelle Kontrolle der Anlieferungen, zum Teil über Kameras, und Radioaktivitätsmessung (BGI 723¹²) ist Teil der Qualitätssicherung und Bestandteil des Annahmepro-

¹² Quelle: www.arbeitssicherheit.de - Kooperation des HVBG mit dem Carl Heymanns Verlag; Überwachung von Metallschrott auf radioaktive Bestandteile; Herausgeber: Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften; Ausgabe 2006 Bestell-Nr. BGI 723: 10.2006/6.800

cederes. Ziel der Eingangskontrolle ist die effiziente Ausschleusung von Problemstoffen und -materialien wie z. B. Hohl- und Sprengkörpern (BGV D23), Druckbehältern, nur teilentleerten Behältern, Materialien mit gefährlichen Anhaftungen, Spraydosen, Kühlgeräten, Batterien etc. aus dem weiteren Prozessablauf.

Die Überwachung des angelieferten Schreddervormaterials auf radioaktive Strahler vor dem Schredder ist zwingend erforderlich. Die in Abbildung 4-1 wiedergegebene Cäsium 137-Quelle aus einer Mischschrottanlieferung ist trotz ihrer geringen Größe in der Lage, mehrere 100 t Schrott zu kontaminieren. Ohne eine Radioaktivitätsmessung bei der Eingangskontrolle wäre sie nicht zu entdecken.



Abbildung 4-1: Strahlenfund im Mischschrott

4.2.2 Gestaltung von Lager-, Vorsortier und Aufgabebereichen

Im Eingangsbereich sind zusätzliche Bereiche für eine direkte Ausschleusung von Störstoffen oder Großteilen mit Produktcharakter sinnvoll.

Der Lager-, Vorsortier- und Aufgabebereich ist üblicherweise eine befestigte Freifläche mit einer Lagerordnung (Eingangslager mit nach Inputstoffen abgetrennten Bereichen). In mechanisch stark beanspruchten Bereichen (z.B. der Vorsortierung) wird die Oberfläche aus betrieblichen Gründen zudem gegebenenfalls durch massive Stahlplatten verstärkt. Der Lagerbereich ist an die Entwässerung angeschlossen (siehe Kapitel 2.5.5).

Bei der Neugenehmigung von Lagerflächen verlangen die Behörden meist ein standortbezogenes und mit der örtlichen Feuerwehr abgestimmtes Brandschutzkonzept, erstellt von einem fachkundigen Planungsbüro/ einem Sachverständigen, das durch die zuständigen Behörden selbst oder durch einen öffentlich bestellten Sachverständigen geprüft und freigegeben werden muss.

Der Aufgabebereich sowie die im Aufgabebereich befindlichen technischen Einrichtungen zur Beschickung des Schredders sind so ausgelegt, dass eine bedarfsgerechte Beschickung des Schredders möglich ist und keine Überlastung des Aufgabebereichs bzw. der Anlagentechnik zu erwarten ist.

Die abgetrennten Bereiche des Eingangslagers sind ausreichend dimensioniert für den Ausgleich von Schwankungen der Eingangsmengen und erlauben das Vorsortieren des Schred-

dervormaterials sowie das Aussortieren von Störstoffen. Zudem ist es sinnvoll, dass abgetrennte Lagerbereiche mit ausreichend Platz für die getrennte Lagerung von fast sortenreinen Sekundärrohstoffen mit Produktcharakter vorgehalten werden.

In Einzelfällen können an staubintensiven Prozessschritten wie beispielsweise den Abkippzonen Vernebelungsanlagen zum Einsatz kommen, wenn dieser Prozessschritt sich auf einen sehr großen Bereich konzentriert. Diese Vernebelungsanlagen versprühen einen feinen Wassernebel, durch den der Staub niedergeschlagen wird. Dies hat zur Folge, dass auch das Wasser gebunden wird und somit kein Abwasser entsteht. Trotz aller organisatorischen und technischen Maßnahmen existiert an einem Großschredder keine „staubfreie“ Atmosphäre. Daher ist die regelmäßige Reinigung von Staubablagerungen mittels mobiler Industriesauger obligatorisch und Stand der Technik.

Für die Vorsortierung und Beschickung werden i.d.R. Greifer, Radlader oder Bagger eingesetzt.

4.2.3 Selektive Vorbehandlung des Materials vor dem Schredder

In Abhängigkeit vom Vormaterial und der zur Verfügung stehenden Flächen können aus betrieblichen Gründen (Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit, Reduzierung der Energiekosten etc.) Vorbehandlungsschritte unmittelbar vor dem eigentlichen Schredderprozess sinnvoll sein:

- Menüzusammenstellung aus getrennt gelagerten Vormaterialien,
- Vibrationsförderer / Stangensizer zur Feinkornentfrachtung,
- Vorzerkleinerung zur Verbesserung der Energieeffizienz,
- Dekompaktierung zur Vergleichmäßigung der Aufgabe.

Der Einsatz eines speziellen Vorzerkleinerungsaggregats (z. B. eines Pre-Schredders oder einer Schere) kann eine effiziente Vorsortierung des Schreddervormaterials jedoch nicht ersetzen. Sinnvoll kann eine Vorzerkleinerung aus betrieblichen Gründen sein, um eine Leistungssteigerung des Hauptschredders für ausgewählte Teilströme oder eine Detektion von Schwerteilen sicher zu stellen.

Eine Klassierung sowie eine Vorzerkleinerung sind selten und nur in Abhängigkeit vom Inputmaterial anzutreffen.

4.3 Techniken zur Minderung der Luftemissionen

4.3.1 Primäre Maßnahmen zur Minderung der Luftemissionen

Die in einem Großschredder verwendeten Aggregate sind üblicherweise geschlossene Systeme, die über Rohrleitungen verbunden sind. Emissionen werden gefasst und zielgerichtet einer Abluftbehandlung zugeführt.



Abbildung 4-2: Blick auf einen Großschredder¹³

Maßnahmen zur Minderung von Emissionen an der Schredderanlage selbst beschränken sich daher in Management- und Kontrollsystemen zur Gewährleistung der vorbeugenden Instandhaltung, Reinigung, Reparatur, Wartung und Unterhaltung der Aggregate und des Prozesses.

4.3.2 Techniken zur Minderung gefasster Staubemissionen

Nachfolgend werden entsprechende Aggregate erläutert und hinsichtlich ihrer Einsatztauglichkeit in Großschredderanlagen bewertet. Alle diese Techniken setzen eine Fassung der Abluft aus dem Rotorraum und deren geführte Ableitung voraus.

4.3.2.1 Zyklon

Die Abluft aus einer Schredderanlage wird im Regelfall zunächst einer Zyklonstufe zugeführt, um die Staubfracht zu minimieren. Zyklonabscheider arbeiten nach dem Massenträgheitsprinzip und bestehen aus einem Wirbeleinsatz und einem Auffangbehälter. Der Wirbeleinsatz ist so gestaltet, dass er die Druckluft in eine Drehbewegung versetzt. Feste und flüssige Bestandteile der Luft werden durch ihre Massenträgheit nach außen gegen die Behälterinnenwand geschleudert. Dadurch fließen schwere Schmutzteilchen und Wassertröpfchen in einer Spirale nach unten durch den Zyklon auf einen kegelförmigen Boden zu, der sich in eine Expansionskammer erweitert, während der leichtere Gasstrom einen durch den Gaswiderstand erzeugten separaten, gegenläufigen Wirbel bildet, der im Zentrum des Zyklons aufsteigt. Das gereinigte Gas entweicht durch ein Rohr, das in die Mitte der Hauptkammer reicht. Ein Tangentialauslass gleicht die Wirbelbewegung des Gasstroms aus. Aus dem Expansionsraum können die abgeschiedenen Stoffe automatisch über eine sogenannte Zellenradschleuse, die verhindert, dass der Luftstrom die abgeschiedenen Stoffe wieder mitreißt, abgelassen und entsorgt werden.

¹³ Firma Schrott-Bosch GmbH, Kirchheimer Str. 202 – 206 in 73265 Dettingen/Teck

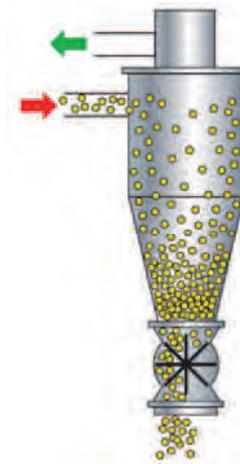


Abbildung 4-3: Schematische Darstellung eines Zyklons¹⁴

Das Abscheidevermögen der Zyklonabscheider hängt von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft ab. Je höher die Strömungsgeschwindigkeit ist, desto höher der Abscheidegrad. Allerdings steigt mit der Strömungsgeschwindigkeit auch der Druckverlust im Abscheider.

Zyklonabscheider sind etablierte und erprobte Techniken bei Großschredderanlagen.

4.3.2.2 Venturi Wäscher

Beschreibung

Venturi Wäscher¹⁵ sind Geräte zur Entstaubung. Die in ein Rohr eintretende Gasströmung wird zunächst in einer Verengung des Rohres beschleunigt und anschließend in einem sich erweiternden Teil verzögert. Wegen des im engsten Querschnitt des Rohres vorherrschenden niedrigen statischen Drucks vermischt sich das Gas innig mit der hier zumeist unter Druck eingepressten Waschflüssigkeit, wodurch die staubförmigen Verunreinigungen schnell benetzt und Fremdgase absorbiert werden. In einem nachgeschalteten Abscheider werden Staubteilchen und Flüssigkeitströpfchen aus dem Gasstrom ausgeschleust.

Die nach der Vorabscheidung durch einen Zyklon in der Abluft verbleibenden feineren Bestandteile werden häufig über ein Rohrleitungssystem einem sogenannten Venturi-Wäscher mit nachgeschaltetem Schlammbugger zugeführt. Diese Wäscher zeichnen sich durch besonders intensive Auswaschung mitgeführter Partikel in einem Venturirohr aus. Durch die hohe Geschwindigkeit der Gasströmung in der Venturikehle wird die eingedüste Waschflüssigkeit feinstdispargiert. Im Diffusor des Venturirohrs kommen Wasserdispersion und Staubpartikel so intensiv miteinander in Kontakt, dass die Partikel ausreichend benetzt und an die Flüssigkeit gebunden werden. Dem Venturirohr ist ein Tropfenabscheider nachgeschaltet, in dem die von der Gasströmung mitgerissenen Wassertröpfchen mit den benetzten Feinststaubpartikeln ausgewaschen werden.

¹⁴ Quelle: Homepage FLEXICON (EUROPE) LIMITED, Agent: IDS TECHNOLOGY, Fritz-Reuter-Straße 08, D-19258 Boizenburg, <http://www.flexiconeurope.de/products/PneumaticConveyingSystems/discharge.asp>

¹⁵ Quelle: www.mikropul.de; Druckschrift Nassentsauber

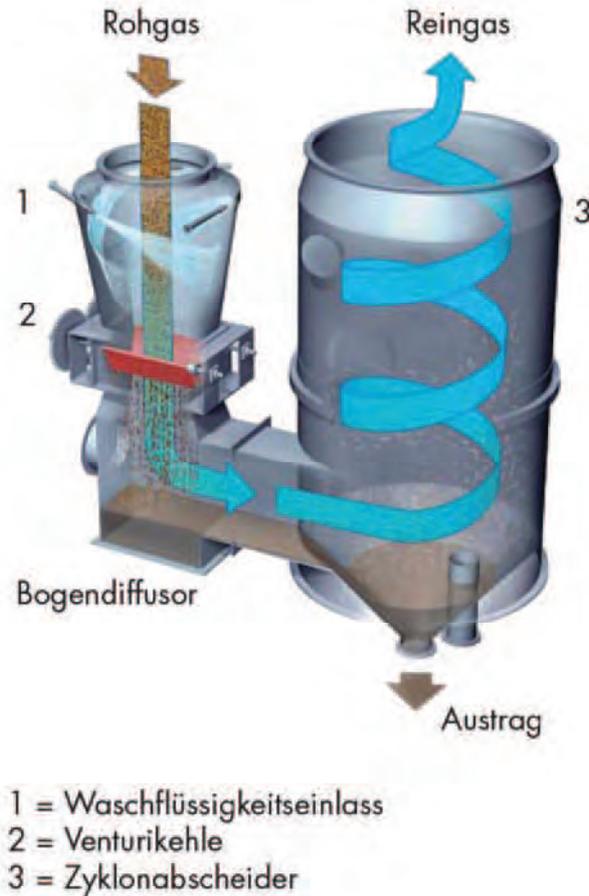


Abbildung 4-4: Schematische Darstellung eines Venturi Wäschers¹⁶

Das eingesetzte Washwasser kann nach einer Aufbereitung mittels Trommelsieb oder Schlammbugger als Kreislaufwasser erneut verwendet werden. Die so gereinigte Abluft (Reingas) wird über einen Kamin abgelassen.

Neben der intensiven Benetzung und der damit verbundenen Reinigungsleistung bietet die Anwendung eines Nasswäschers den wesentlichen Vorteil, Druckstößen bis zu einem Explosionsdruck von 3 bar standzuhalten. Sogenannte Verpuffungen können in Schredderanlagen nie vollständig ausgeschlossen werden.

Venturi Wäscher sind etablierte und erprobte Techniken bei Großschredderanlagen.

4.3.2.3 Sonstige Wäschersysteme

Neben dem Venturi Wäscher finden sich auch andere Aggregate / Verfahrenstechniken zur Nassentstaubung an Großschredderanlagen (z. B. Ringwäscher), die sich zwar hinsichtlich ihres jeweiligen Aufbaus unterscheiden, letztlich aber alle das Ziel haben, durch eine Benet-

¹⁶ Quelle: www.mikropul.de; Druckschrift Nassentsauber

zung der Staubpartikel die gewünschte Abreinigungsleistung sicherzustellen. Gemeinsam ist diesen Aggregaten weiterhin, dass sie robust ausgelegt sind und auf Druckstöße vergleichsweise unempfindlich reagieren.

Bei Großschredderanlagen werden im Regelfall Wäscher/ Nasssysteme als Abscheiderstufe eingesetzt. Grundsätzlich sind diese Nassentstaubungstechniken bei Großschredderanlagen erprobt und einsetzbar.

4.3.2.4 Schlauchfilter / Gewebefilter

In Schlauchfiltern bzw. Gewebefiltern wird die staubbeladene Abluft durch eine poröse Filterschicht geleitet, die das Gas durchlässt und die Staubteilchen auf der Oberfläche zurückhält. Die Filtergewebe sind als Taschen oder Schläuche in einem Gehäuse angeordnet, dass in mehrere Kammern unterteilt ist. Die Filter arbeiten trocken, so dass eine Abreinigung des Filtermaterials durch periodisches Rütteln oder Druckluftstöße möglich ist.

In der Praxis können Großschredderanlagen mit trocken arbeitenden Abscheiderstufen überwiegend nur bei unkritischen Vormaterialien (bspw. Neublechabfälle und Sorte E4 als Input zur Kühlschrottoproduktion) betrieben werden. Deren Einsatz im Hauptabluftstrom setzt voraus, dass die aus dem Rotorraum resultierende Verpuffungsgefahr wesentlich reduziert ist und dass das Vormaterial weitgehend trocken ist. Ansonsten ist ein nachhaltiger Betrieb einer solchen Abscheiderstufe nicht möglich. Bei jeder Verpuffung würden die Schläuche durch den Druckstoß oder -bei Brandentwicklung- durch die dann auftretenden Temperaturen zerstört. Ihr Einsatz ist z. B. bei einer separaten Windsichterentstaubung oder bei reinen Aluminiumschreddern oder Kühlschrottschreddern möglich. Im Filter kondensierende Feuchtigkeit würde den Staub verkleben.

Schlauchfilter sind i. d. R. nur an Großschredderanlagen mit getrennten Abluftströmen (Rotor- und Sichterkreis) und den entsprechend separaten Abluftsträngen (z. B. Windsichterentstaubung) einsetzbar.

4.3.2.5 Elektrofilter

Kennzeichen der elektrischen Staubabscheidung in Elektrofiltern ist die Verschiebung von Staubteilchen zu den Abscheiderflächen durch elektrische Kräfte in einem Hochspannungsfeld. Dabei werden die im Abgas mitgeführten Staubteilchen zunächst durch in Gassen angeordnete Sprühelektroden elektrisch aufgeladen und dadurch zu den Niederschlagselektroden (den Abscheiderflächen) hin beschleunigt. Die Abreinigung erfolgt mittels einer Klopfvorrichtung.

Elektrofilter werden an Großschredderanlagen aus denselben Gründen wie die Gewebefilter nicht eingesetzt.

4.3.3 Techniken zur Minderung diffuser Emissionen

Neben den zielgerichtet geführten Stoff-/ Abluftströmen existieren bei Großschredderanlagen allerdings auch diffuse Quellen. An diese werden -unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit- Anforderungen zur Emissionsminderung gestellt. Emissionsminderungspotenziale an solchen diffusen Quellen werden durch betriebliche und technische Maßnahmen ausgeschöpft. Dazu zählen regelmäßig folgende Maßnahmen:

- geeignete Flächenbefestigung -üblicherweise aus Beton-, um einerseits Staubaufwirbelungen zu vermeiden und andererseits die Aufnahme von Staub zu ermöglichen,
- regelmäßige Reinigung der Flächen, so dass Staubemissionen, auch beim Befahren, vermieden werden,
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf dem Betriebsgelände zur Vermeidung von Staubaufwirbelungen auf 10 km/h,
- Punktabsaugungen und / oder Benebelungs- / Berieselungsanlagen an Aggregaten mit starker Staubentwicklung (z. B. Siebtrommeln) oder in Abkippzonen,
- Kapselung von Bandübergaben,
- regelmäßige Überprüfung von Anlagenteilen oder Maschinen wie beispielsweise Be- feuchtungsanlagen, Reinigungsanlagen, Rolltore, Türen, Fenster, Förderbandeinhausungen usw. auf Funktionsfähigkeit und Dichtheit sowie Wartung entsprechend der jeweiligen Herstellerangaben.

Darüber hinaus bilden auch hier regelmäßige Schulungen des Personals und gezielte Arbeitsanweisungen (z.B. zum Verschließen von Toren und Türen), ein auf die jeweilige Genehmigung angepasstes internes Beauftragtenwesen, eine Zertifizierung der Betriebsstätte zum Entsorgungsfachbetrieb mit regelmäßiger Reauditierung sowie ein auf den Standort zugeschnittenes Stoffstrom- und Lagermanagement die organisatorische Basis für eine effiziente Umsetzung der Genehmigungsaufgaben zur Emissionsminderung.

Vergleichbare Ansatzpunkte für Emissionsminderungsmaßnahmen werden in der VDI-Richtlinie 3790 Blatt 1, Stand Januar 2005, unter Ziffer 5 beschrieben. Staubemissionen aus definierten Quellen, z. B. stationäre (ortsfeste) industrielle Punktquellen, lassen sich durch Abgasreinigung weitgehend vermindern. Bei diffusen Quellen sind solche Minderungsmaßnahmen nicht bzw. nur mit großem Aufwand möglich. Dennoch müssen an Anlagen mit diffusen Quellen -unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit- Anforderungen zur Emissionsminderung gestellt werden. Die Maßnahmen, die zur Minderung dieser Emissionen ergriffen werden, können in präprimäre, primäre und sekundäre Maßnahmen unterschieden werden¹⁷.

In der VDI-Richtlinie 4085, werden unter Ziffer 9.3.3 Minderungsmaßnahmen thematisiert, und die allgemeiner gefassten Anforderungen der oben genannten VDI RL 3790 Blatt 1 wie folgt konkretisiert.

¹⁷ VDI-RL 3790 Bl. 1; Januar 2005; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen Grundlagen; Seite 36; Ziffer 5

9.3.3.1 Definierte Quellen

Bei der Aufbereitung von Schrotten in Schredderanlagen ebenso wie bei anderen Anlagen, in denen prozessbedingt Staub in Filteranlagen abgeschieden wird, entsteht prozessbedingt Staub. Die staubbeladene Luft wird deshalb gefasst und gereinigt. Hierzu werden insbesondere Massekraftabscheider (Zyklone) und Nassabscheider bei Schreddern eingesetzt (siehe VDI RL 3676 und VDI RL 3679), bei sonstigen Anlagen finden Schlauchfilter Anwendung. Der Stand der Technik für die Abluftreinigung bei Schredderanlagen ist nach den Kriterien gemäß § 3 Abs. 6 Satz 2 in Verbindung mit dem Anhang zum BImSchG zu bestimmen. Hieraus können besondere Anforderungen im Sinne der TA Luft für Schredderanlagen entwickelt werden. Dies sollte hinsichtlich der zulässigen Konzentration von Gesamtkohlenstoff für Schredderanlagen angestrebt werden.

9.3.3.2 Diffuse Quellen

Bei diffusen Quellen hängen die zu ergreifenden Minderungsmaßnahmen unter anderem von der Größe des Schrottplatzes, der Umgebungsnutzung, den meteorologischen Verhältnissen und der Vorbelastung ab. Folgende Minderungsmaßnahmen können in der Praxis Anwendung finden:

- Befestigen, Unterhalten und Reinigen von Fahrwegen
- Befeuchten der frequentierten Fahrwege bei trockener Witterung und Staubanfall
- Nach Bedarf Benetzen des Materials mit Wasser vor und während der Umschlags- und Aufbereitungsvorgänge
- Minimieren der Fallhöhen des Materials
- Kapseln von Bandübergabestellen und Abwurfbereichen
- regelmäßiges Reinigen von Maschinen und Geräten
- Aufnehmen von Staubablagerungen innerhalb von Anlagen, wie Schredderanlagen, mit saugenden Einrichtungen

Wenn im Einzelfall wegen übergeordneter Pläne weitergehende Minderungsmaßnahmen erforderlich werden, können zum Immissionsschutz zusätzliche, angemessene Vorkehrungen getroffen werden¹⁸.

4.3.4 Techniken zur Minderung der Emissionen an gasförmigen organischen Verbindungen

Gasförmige organische Inhaltsstoffe in der Abluft sind mit der regelmäßig anzutreffenden Kombination aus Zyklonen und Nasswäscher nur bedingt zu reduzieren. Klassische Oxidations- und Abscheideverfahren, die zur Begrenzung der gasförmig organischen Emissionen dienen und gleichzeitig den Prozessbedingungen einer Schredderanlage standhalten, sind nicht anwendbar. Hohe Volumenströme, starker Verschleiß, plötzliche Druckveränderungen

¹⁸ VDI Richtlinie VDI 4085, Planung, Errichtung und Betrieb von Schrottplätzen Anlagen und Einrichtungen zum Umschlagen, Lagern und Behandeln von Schrotten und anderen Materialien; Weißdruck; Stand Oktober 2010; Seite 32 ff.

durch mögliche Verpuffungen und stark schwankende Kohlenwasserstoffkonzentrationen mit niedrigem Grundniveau, bezogen auf die Anwendbarkeit vorhandener Verfahren, schließen den Einsatz von diesen, in der Regel als End-of-Pipe-Systemen realisierten Emissionsminderungstechniken aus.

4.3.4.1 Aktivkohlefilter

Aktivkohlefilter gehören zu den Adsorptionsfiltertechniken, bei denen Gase und Dämpfe auf der Oberfläche fester Stoffe selbstständig aufgrund physikalischer oder chemischer Reaktionen adsorbiert werden. Die adsorbierte Stoffmenge hängt von der Oberfläche und der Oberflächenstruktur ab. Aktivkohle besitzt eine sehr große innere Oberfläche und ist -zum Teil auch auf Basis unterschiedlicher Beschichtungen- in der Lage, alle Schadgase außer Kohlenmonoxid und Kohlendioxid zu binden. Aktivkohle neigt unter entsprechenden Rahmenbedingungen zur Selbstentzündung. Des Weiteren können Staubfrachten im Abgasstrom das Filterbett vorzeitig, also vor der Erschöpfung der Aufnahmekapazität, zusetzen, sodass ein Austausch notwendig wird.

Aktivkohlefilter sind aufgrund der systemimmanenten Druckstöße sowie der damit einhergehenden Brandgefahr aus Verpuffungen an Großschredderanlagen technisch allenfalls in ausgewählten Bereichen einsetzbar. Der praktisch erprobte Einsatz sowie das Kosten/Nutzen-Verhältnis der Anwendung unter wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen an Großschredderanlagen ist nicht bekannt.

4.3.4.2 Biofilter

Biofilter werden bei der Abluftreinigung oft zur Geruchsminderung eingesetzt. Ihre Wirkungsweise basiert darauf, dass die abzubauenen organischen Stoffe aus der Abluft in einer flüssigen Phase (in der Regel Wasser) löslich sind, sodass ein biologisch oxidativer Abbau durch Mikroorganismen stattfinden kann. Zur Erbringung der erforderlichen Abbauleistung müssen die Voraussetzungen für ein konstantes Wachstum der Mikroorganismen sicher erfüllt sein.

Biologische Systeme zur Abluftreinigung konnten sich aufgrund der beschriebenen Betriebspezifika von Großschredderanlagen nicht etablieren.

4.3.4.3 Thermische Oxidation

Die thermische Oxidation hat die Vernichtung oxidationsfähiger Schadstoffe in der Abluft zum Ziel. Im Idealfall werden durch sie organische Schadgase zu CO₂ und Wasser verbrannt. Verfahrenstechnisch als regenerative thermische Oxidation (RTO) ausgeführt, ist sie fester Bestandteil von Mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland zur Einhaltung der organischen Grenzwerte im Abluftvolumenstrom. Meist in Dreikammersystemen ausgeführt, verbrennen organische Schadstoffe in einer RTO bei 800 bis 850 °C und einer Verweilzeit von >1 Sekunde in der Verbrennungszone. In anderen Einsatzbereichen können durch die Verwendung von Katalysatoren die Tempera-

turen reduziert werden auf minimal 250 bis 400 °C. In diesem Fall spricht man von der regenerativen katalytischen Regeneration (RKO).

In Europa werden RTO- oder RKO-Anlagen an Großschredderanlagen bislang nicht eingesetzt. Darüber hinaus arbeiten solche Anlagen derartig energieintensiv, dass der Kostenaufwand für eine potenziell erreichbare Emissionsminderung unverhältnismäßig wird.

4.4 Techniken zur Verbesserung der Wertstoffausbringung und zur Minderung des Abfallaufkommens

Das Ziel des Aufbereitungsprozesses einer Großschredderanlage ist die Maximierung der Anteile zur Verwertung aus dem Schreddervormaterial, insbesondere die Rückführung von Metallen in den Stoffkreislauf. Bereits aus wirtschaftlichen Gründen wird daher das Aufkommen an nicht vermarktbareren Stoffströmen, die einer weiteren Behandlung oder einer ordnungsgemäßen und schadlosen Entsorgung zuzuführen sind, minimiert. Die beiden weiter zu behandelnden Stoffströme aus einer Großschredderanlage sind die SSF und die SLF (siehe Kapitel 2.4), die mit den sogenannten Post-Schredder-Verfahren anlagenintern oder extern weiter aufbereitet werden können.

Unter der Post-Schredder-Technologie (PST) versteht man eine Sonderform der Separationsanlagen einer Schredderanlage für die vertiefte Aufbereitung von Schredderrückständen (SLF und / oder SSF), die über die in den Kapiteln 2.3.1 bis 2.4 beschriebenen Technologien hinausgehen. Diese kann sowohl betriebsintern – also an ein und demselben Standort – als auch betriebsextern sowie inline oder offline erfolgen. Dabei meint „inline“ die kontinuierliche Stoffstromführung von der jeweiligen Anfallstelle der SLF bzw. SSF in eine Aufbereitungsanlage in der Regel über eine Bandanlage. Offline erfasst einen diskontinuierlichen Anlagenbetrieb, der z.B. durch eine chargenweise Aufgabe mittels Radlader umgesetzt wird.

Die meisten Großschredderanlagen in Deutschland verfügen über eine mehr oder weniger intensive PST. Üblich sind heute weitere Aufbereitungsschritte für die SLF zur Rückgewinnung von enthaltenen Fe- und NE-Metallen (insbesondere Aluminium, Kupfer, Messing), sowie der Trennung in eine Siebfein- und -grobfraktion, die je nach regionalen Besonderheiten und gesetzlichen Anforderungen in unterschiedliche Verwertungs- und Entsorgungsanlagen geliefert werden. Ähnliches gilt für die SSF bei der sich die interne oder externe Aufbereitung auf die Rückgewinnung der enthaltenen Metalle konzentriert

Regional sind dabei zwei Verfahren zu unterscheiden:

- Klassisches Separations-Verfahren

Beim klassischen Verfahren, das überwiegend in Europa anzutreffen ist, wird eine SLF und SSF erzeugt. Die Bilanzgrenze für die SLF liegt am Austrag der Zellenradschleuse vor dem Staubband. Die Bilanzgrenze der SSF liegt am Austragsband der Nichteisen-Metallfraktion. Die PST ist spezifisch auf die unterschiedlichen Eigenschaften der beiden Fraktionen abgestimmt. Die Tiefe der weiteren Aufbereitungsschritte wird von rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bestimmt.

- Alternative Separations-Verfahren

Bei der alternativen überwiegend im amerikanischen Raum anzutreffenden Separationsanlage wird ein gemeinsamer Massenstrom aus SLF und SSF erzeugt, der dann in nachfolgenden Schritten einer intensiven, in der Regel trockenmechanischen, Fe- und NE-Metallseparation unterzogen wird. Die Bilanzgrenze ist hier das Austragband für die SR nach der FE-Abtrennung.

Im Folgenden wird ausschließlich auf das in der Bundesrepublik Deutschland verbreitete klassische Verfahren eingegangen. Bei diesem werden die Schredderrückstände in der Regel mehreren nachgeschalteten Aufbereitungsaggregaten zugeführt, die sich die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften des aufzubereitenden Materials zu Nutze machen.

Die nachfolgende Zusammenstellung ist nicht abschließend und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die genannten Prozesse/ Prozessstufen sind unterschiedlich kombinierbar und grundsätzlich in weiten Teilen verfahrenstechnisch beliebig darstellbar. Grundsätzlich sind alle diese Prozesse/ Prozessstufen aus der Aufbereitung von Sekundärrohstoffen hinreichend bekannt, erprobt und auch in anderen BREF-Dokumenten beschrieben, weswegen sie nicht Gegenstand dieses Dokumentes sind.

Aufbereitungsaggregate (trockenmechanisch)

- Handklaubung: Für die Grobfraktionen aus den Schredderrückständen aus der SSF wird gelegentlich eine Handsortierungen nachgeschaltet, um größere Restmetallanteile zu separieren.
- Siebung/Klassierung: Mögliche Nachbehandlung zur Abtrennung bestimmter Korngrößen.
- Windsichtung/Dichtentrennung: Für Fraktionen, i.d.R. nach vorgelagerten Zerkleinerungs- und Siebschritten, die nach ihrer spezifischen Dichte mit exakt einstellbaren Separationsaggregaten getrennt werden.
- Zerkleinerung: Zur besseren Fraktionierung werden Schredderrückstände häufig zerkleinert, d.h. die Korngröße wird auf eine homogene, dem nachfolgenden Aufbereitungsschritt angepasste Größe reduziert.
- Induktions-Sortier-Systeme: Metallseparierung durch Ausnutzung elektromagnetischer Eigenschaften.
- Wirbelstromabscheidung: NE-Metalle, mit Ausnahme von Blei und Edelstahl, können über die elektromagnetische Leitfähigkeit getrennt werden. Üblicherweise erfolgt auch hier eine Klassierung, um mit definierten Korngrößenklassen diese Aggregate zu beschicken.
- Magnetabscheider: Magnetisierbare Fe-Metalle werden selektiv abgeschieden.
- Optische Sortiersysteme: Optische Sortiersysteme können insbesondere Metalle nach Farben trennen. Dies wird für die Trennung von Kupfer/Messing von anderen Schwermetallen praktiziert.

- Röntgensysteme: Mit Hilfe von Röntgenstrahlen werden Materialverbunde nach unterschiedlichen Materialdichten, Halogenbestandteilen oder organischen Bestandteilen sortiert. Es kann eine Sortierung nach Leicht- und Schwermetallen aber auch nach PVC aus Kunststoffen erfolgen.

Diese Verfahrensschritte können sowohl auf die Aufbereitung der SLF als auch der SSF angewandt werden. Dabei kann die Aufbereitung intern und/oder extern erfolgen.

Aufbereitungsaggregate (nassmechanisch)

- Schwimm-Sink-Anlage: Klassierungsverfahren zur Trennung zweier fester Stoffe unter Ausnutzung der unterschiedlichen Stoffdichten. Anlagen dieser Art werden üblicherweise für die Trennung von NE-Metallen der SSF eingesetzt und insbesondere heute um zunehmend trockenmechanische Vorschaltanlagen für erste Vorseparationen zu ergänzen.

In der Regel verfügen Schredderanlagen heute bereits über diverse Verfahrensschritte zur Aufbereitung der Restfraktionen. Die Aufbereitungstiefe bestimmt sich durch die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die sich in einem kontinuierlichen Entwicklungsprozess befinden und im Hinblick auf die Quotenerfüllung im Jahre 2015 ständiger Anpassungen bedürfen.

Am Markt existieren Dienstleister, die sich mit ihren Anlagen darauf spezialisiert haben, Teilfraktionen aus Schredderanlagen mit o.g. Verfahrensschritten aufzubereiten. Die Aufbereitungstiefe reicht je nach Betreiber und Standort von einem einzigen Verfahrensschritt bis zu einer komplexen Verfahrenstechnik.

Es werden in der Bundesrepublik Deutschland auch komplexe Prozesse (wie beispielsweise das Verfahren der Scholz AG oder der LSH Lübecker Schrotthandel GmbH) als eigenständige Anlagen zur Aufbereitung von Schredderabfällen betrieben. Darüber hinaus gibt es komplexe Verfahrenskonzepte (wie zum Beispiel das VW-SiCon-Verfahren). Diese zielen insgesamt auf die weitere Metallrückgewinnung sowie die Gewinnung definierter Brenn- oder Rohstoffe für das energetische oder werkstoffliche Recycling¹⁹.

Komplexe zentrale Aufbereitungsanlagen verfügen über sehr spezielle Rahmenbedingungen. Einerseits werden Anforderungen an die Anlieferer (Großschredderanlagen) gestellt (zum Beispiel Mengengarantie, Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung) und andererseits müssen die jeweiligen Abnehmer (End-Verwertungsanlagen) nicht nur verfügbar sein, sondern ebenfalls bestimmte Anforderungen (zum Beispiel hinsichtlich der Annahmbedingungen wie Schwefelgehalte u.v.m.) erfüllen.

Die Darstellung der in der Bundesrepublik Deutschland vorhandenen, vielfältigen externen Aufbereitungs-/ Verwertungsverfahren und der damit verbundenen jeweiligen Rahmenbedingungen, sowie die Diskussion des Kosten/Nutzen-Verhältnisses der jeweiligen Anwendung unter wirtschaftlich und technisch vertretbaren Verhältnissen (BVT) ist nicht Bestandteil des hier vorgelegten BDSV Beitrages zur Besten verfügbaren Technik in Großschredderanlagen,

¹⁹ Angaben des Systemanbieters SiCon und der Scholz AG

weil es sich hierbei um eigenständige Anlagen handelt, die mit der Technologie einer Großschredderanlage nicht vergleichbar ist.

Die BVT-Darstellung externer Aufbereitungsanlagen für Schredderabfälle würde daher den Rahmen des hier vorgelegten BDSV Beitrages zur Besten verfügbaren Technik in Großschredderanlagen sprengen oder sich auf eine bloße Verfahrensdarstellung beschränken müssen, was den externen Anlagen zur Aufbereitung von Schredderabfällen nicht gerecht würde.

4.5 Techniken zur Minderung der Abwasseremissionen

Die Entwässerung der Vormateriallagerfläche einer Großschredderanlage ist grundsätzlich an Abscheideranlagen angeschlossen, da die Verunreinigung des auf der Fläche niedergehenden Niederschlagswassers mit Feststoffen oder Anhaftungen des Vormaterials nicht ausgeschlossen werden kann. Die Abscheideranlagen werden entsprechend der Vorgaben der DIN EN 858 in Verbindung mit DIN 1999-100 errichtet und bestehen in der Regel aus Schlammfang / Schwerkraftabscheider, Koaleszenzabscheider und Probenahmeschacht.

Der Schredderprozess selbst ist abwasserfrei. Erfolgt die Abluftreinigung einer Schredderanlage über eine Nassentstaubungsstufe (Venturi Wäscher), wird in geringem Umfang Betriebswasser eingesetzt. Dieses wird üblicherweise in einem Absetzbecken von Feststoffen entfrachtet und dann wieder im Kreislauf geführt. Zu Reinigungs- und Wartungszwecken wird das Restwasser aus dem Sammelbecken gegebenenfalls über die oben beschriebene Abscheideranlage gegeben oder - je nach Bedingungen vor Ort - gegebenenfalls separat abgefahren.

Die in dem Absetzbecken aus dem Kreislaufwasser entfernten Feststoffe werden bedarfsorientiert (diskontinuierlich) als Schlamm ausgetragen. Eine weitergehende Aufbereitung des Schlammes findet aufgrund der sehr geringen Mengen im Normalfall nicht statt. Nennenswerte Potentiale zur Minderung des Abwasseranfalls existieren in Großschredderanlagen insgesamt nicht.

4.6 Stand der Lärminderungstechnik

Primäre Lärminderungsmaßnahmen, die in Großschredderanlagen praktiziert werden, sind Maßnahmen zur Verringerung der Lärmentstehung schon an der Quelle selbst; hierzu zählt beispielsweise die schalltechnische Umbauung einzelner oder mehrerer Aggregate.

Als sekundäre Lärminderungsmaßnahmen kommen in Einzelfällen Schallschutzwände zum Einsatz, um die Lärmeinwirkungen in nachbarschaftlichen Bereichen mit entsprechend sensibler Nutzung zu minimieren, sofern entsprechende Lärmprognosen oder Messergebnisse dies nahe legen. Sekundäre Lärminderungsmaßnahmen (Wände oder Dämme) kommen in Großschredderanlagen gegebenenfalls an Kipp- oder Abwurfbereichen zum Einsatz.

4.7 Techniken zur Minderung von Erschütterungen

Beschreibung

Bereits in der Planung von Großschredderanlagen werden die auf die jeweiligen Einsatz- und Rahmenbedingungen angepassten Isolationselemente (siehe Abbildung 4-5) berücksichtigt.



Abbildung 4-5: Isolationselemente zur Erschütterungsminderung²⁰

Aus dem Betrieb von Großschredderanlagen sind daher keine nennenswerten Erschütterungen zu erwarten.

Lediglich bei den Be- und Entladevorgängen von Vormaterial und Fertigwaren können kurzzeitig, lokal begrenzte, Erschütterungen am Auftreffpunkt des Schüttguts auf die Bodenplatte verzeichnet werden.

4.8 Techniken zur Minderung des Energieverbrauchs

Techniken zur Minderung des Energieverbrauchs sind Maßnahmen zur Minimierung von Spitzenverbräuchen und Leistungsverlusten sowie Vermeidung ungewollter Abschaltungen. Bei Druckluftanlagen sind Undichtigkeiten in den Versorgungsleitungen durch regelmäßige Wartung und Instandhaltung zu überwachen und zu minimieren.

²⁰ Quelle: Homepage Metso.com; http://www.metso.com/recycling/mm_recy.nsf/WebWID/WTB-080228-2256F-23043?OpenDocument&mid=E6835D253EDB2C63C22575AE004F0D4C

4.9 Lagerung, Verladung und Transport

Die Outputfraktionen von Großschredderanlagen werden überwiegend auf befestigten Freiflächen gelagert. Meist besteht das Ausgangslager aus räumlich abgetrennten Lagerbereichen, in denen die unterschiedlichen Qualitäten in Abhängigkeit vom Anfall und der Marktentwicklung zwischengelagert werden. Sehr hochwertige Metallsorten werden zum Schutz vor Diebstahl auch in verschließbaren Hallen zwischengelagert, wobei dies im Ermessen des Betreibers liegt. Die abgetrennten Bereiche des Ausgangslagers sind ausreichend dimensioniert für den Ausgleich von Produktions- und Marktschwankungen der verschiedenen Outputfraktionen.

Hinsichtlich der Punkte Lagerordnung, Befestigung der Oberfläche, Entwässerung und Brandschutz gelten die Aussagen im Kapitel 4.2 zum Eingangslagerbereich analog.

Aus den Lagereinrichtungen wird das Material mit Radladern, Baggern, Kränen oder mittels Transportbändern auf LKW (Walkingfloor-Fahrzeugen oder Container), Züge (sofern Gleisanschluss vorhanden) oder Schiffe (sofern das Grundstück über einen Wasseranschluss verfügt) verladen.

Anschließend erfolgt der Transport zu den Endabnehmern der Sekundärrohstoffe (Stahlwerke, Metallhütten, Gießereien oder anderweitige Sekundärrohstoffverwerter), zu spezialisierten Aufbereitungsanlagen für eine weitergehende Abtrennung von Wertstofffraktionen, falls dies am Standort selbst nicht möglich ist, oder -für die nicht-wertstoffhaltigen Fraktionen- zu stofflichen (Untertageversatz oder deponiebautechnische Verwertung) oder energetischen Verwertungsanlagen (Ersatzbrennstoffkraftwerke, Zementwerke, Co-Verbrennung in HKW, entsprechende Konditionierungsanlagen etc.) sowie gegebenenfalls Beseitigungsanlagen.

4.10 Techniken zur Emissionsüberwachung

In Analogie zu den oben erläuterten Emissionsminderungsmaßnahmen werden nachfolgend die Methoden zur Überwachung von

- Luftemissionen,
- Lärmemissionen, sowie der
- Outputströme (Abfälle und Schredderschrott)

thematisiert.

4.10.1 Methoden zur Überwachung von Abgasemissionen

In Deutschland regelt § 5 BImSchG, dass die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen grundsätzlich verpflichtet sind, diese so zu errichten und zu betreiben, dass ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt gewährleistet ist und schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können. Die TA Luft legt Emissionswerte zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen fest - für Gesamtstaub, organische und anorganische staubförmige Stoffe sowie für organische und anorganische gasförmige Stoffe. Die Zeitabstände für erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anla-

gen werden in § 28 BImSchG geregelt. Die zuständige Behörde kann demnach bei genehmigungsbedürftigen Anlagen nach der Inbetriebnahme oder einer Änderung im Sinne der §§ 15 und 16 BImSchG und sodann nach Ablauf eines Zeitraums von jeweils drei Jahren Anordnungen zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen treffen.

Schredderanlagenbetreiber in Deutschland sind gehalten, alle drei Jahre messtechnisch nachzuweisen, dass die geforderten Emissionsbegrenzungen -im Regelfall Gesamtstaub und gasförmige organische Stoffe (Gesamtkohlenstoff)- eingehalten werden, sofern im Rahmen der jeweiligen Anlagengenehmigung nichts anderes festgelegt wurde. Kann beispielsweise mit einer Inbetriebnahmemessung belegt werden, dass die Emissionswerte im Regelfall sehr gering bzw. unterhalb der Nachweisgrenze sind, kann von der Anordnung wiederkehrender Messungen abgesehen werden.

Die Grundlagen des Messens von Partikeln und der Staubbmessung in strömenden Gasen sowie die gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung wird in der VDI-Richtlinie 2066 dargestellt. Grundlegende Voraussetzung der Staubbmessung ist die sogenannte isokinetische Probenahme im Rahmen einer Netzmessung. Isokinetisch bedeutet geschwindigkeitsgleich.

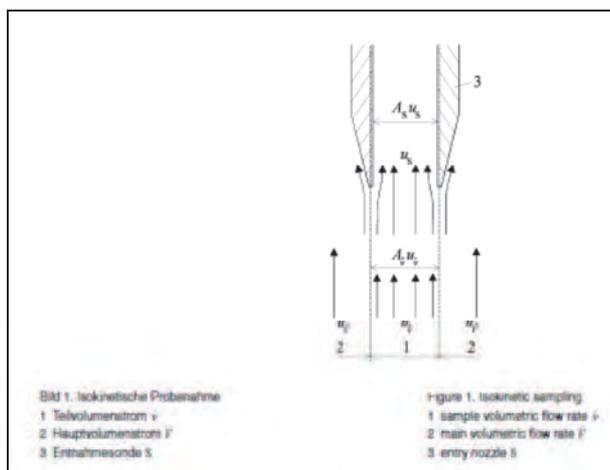


Abbildung 4-6: Isokinetische Probenahme; Auszug aus VDI RL 2066/ Blatt 1

Aus einem Abgasstrom (zum Beispiel im Kamin einer größeren Anlage) wird mit einer Probenahmesonde isokinetisch ein Teilstrom des Hauptstromes entnommen und dem entsprechenden Staubbmessgerät zugeführt.

Durch die isokinetische Probenahme wird verhindert, dass eine Fraktionierung (Trennung beziehungsweise Aufteilung des Staubpartikelkollektivs nach unterschiedlichen Partikelgrößen) erfolgt und so das Messergebnis verfälscht wird.

Würde bei der Probenahme mit einer Geschwindigkeit größer als der Strömungsgeschwindigkeit im Hauptstrom abgesaugt (hyperkinetische Probenahme), so würde Abgas angesaugt, welches die Probenahmesonde hätte umströmen müssen. Die im Abgas enthaltenen Partikel könnten aufgrund ihrer Trägheit nicht der ihnen aufgezwungenen Änderung der Strömungsrichtung folgen. Der gemessene Staubgehalt wäre zu niedrig. Beim Absaugen mit einer Geschwindigkeit kleiner als der Strömungsgeschwindigkeit im Hauptstrom (hypokineti-

sche Probenahme) strömt Abgas, das hätte eingesaugt werden müssen, um die Probenahmesonde herum. Aufgrund ihrer Trägheit könnten Partikel der Umlenkung nicht folgen und gelangen in die Sonde. Der gemessene Staubgehalt wäre dann zu hoch. Aus dem staubhaltigen Abgasstrom (Hauptstrom) wird an repräsentativen Punkten ein Teilstrom abgesaugt. Der so gewonnene Staub wird auf einem in der Absaugsonde integrierten Filter abgeschieden. Die Bestimmung der gesammelten Staubmasse erfolgt gravimetrisch durch Auswiegen der Filter vor und nach der Probenahme im Labor. Die Filter werden vor der Wägung konditioniert, z. B. durch Trocknung bei 110 °C oder durch Äquilibrieren im klimatisierten Wäge- raum. Der grundlegende Aufbau der Staubmesseinrichtung nach VDI 2066 ist nachfolgend dargestellt.

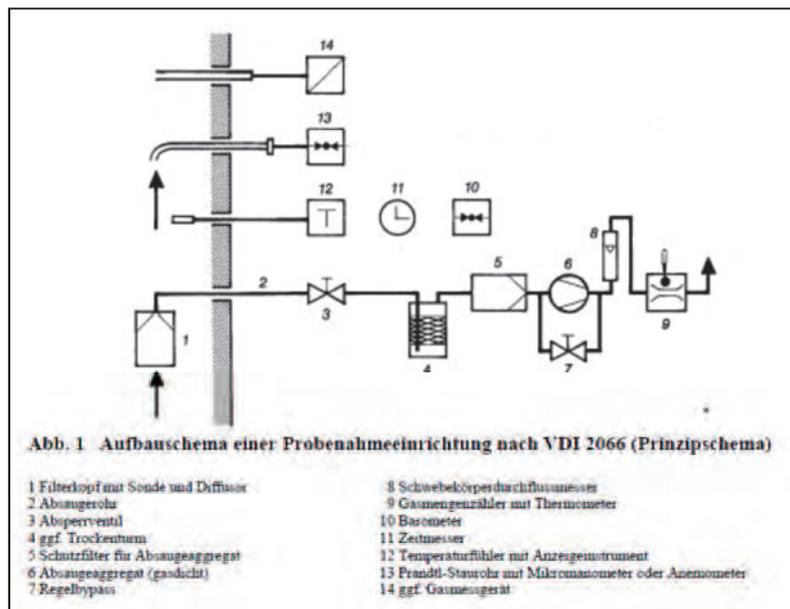


Abbildung 4-7: Aufbauschema einer Probenahmeeinrichtung - Auszug aus VDI RL 2066/ Blatt 1

Um also eine von der Partikelgröße unabhängige, repräsentative Probenahme sicherzustellen, ist es notwendig, den Teilstrom isokinetisch, also mit gleicher Geschwindigkeit wie der Hauptstrom, zu entnehmen.

Um die Ergebnisse von Emissionsmessungen bei ähnlichen Anlagen miteinander vergleichen zu können, werden diese unter Normbedingungen, das bedeutet bei einer Temperatur von 273,15 K und einem Druck von 1.013,25 hPa angegeben. Dafür sind folgende Abluft- randbedingungen zu ermitteln:

- Statischer Druck im Abluftkamin,
- Luftdruck in Höhe der Messstelle,
- Ablufttemperatur und
- Abluftfeuchte.

Emissionen werden in Form von Massenströmen oder Konzentrationen, bezogen auf den Abluftvolumenstrom der Anlage, angegeben. Die Berechnung des Abluftvolumenstroms erfolgt über die Abluftgeschwindigkeit, die nach VDI-Richtlinie 2066 Blatt 1 mit einer standardisierten Staudrucksonde Typ L (Prandtl Staurohr) gemessen wird (siehe oben). Die jeweiligen

Methoden, nach denen bestimmte Stoffe / Parameter zu analysieren sind, werden in Anhang 6 der TA Luft als Tabelle 21 VDI-Richtlinien und Normen zur Emissionsmesstechnik gelistet.

Für die staubförmigen Stoffe gilt:

Gesamtstaub

- Messverfahren: Gravimetrie der auf Filtern abgeschiedenen Staubmasse
- Richtlinie: DIN EN 13284-1 / VDI 2066 Blatt 1

Organische und anorganische Stoffe

- Messverfahren: Gravimetrie der auf Filtern abgeschiedenen Staubmasse
- Richtlinie: DIN EN 13284-1 / VDI RL 2066 Blatt 1

Für die gasförmigen Stoffe gilt:

Gesamtkohlenstoff

- Messverfahren: Mittels eines Flammenionisationsdetektors (FID) wird der gesamte organisch gebundene Kohlenstoff in einer Wasserstoffflamme verbrannt und als Summensignal registriert.
- Richtlinie: VDI RL 3481 Blatt 1 bzw. DIN EN 12619 / 13526

4.10.2 Methoden zur Überwachung von Lärmemissionen

§ 5 BImSchG regelt die grundsätzliche Verpflichtung für den Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen, dass diese so zu errichten und zu betreiben sind, dass ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt gewährleistet ist und schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können. Die TA Lärm legt unter Nummer 3.2.1 folgendes fest:

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) ist vorbehaltlich der Regelungen in den Absätzen 2 bis 5 sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 nicht überschreitet.

Unter Nummer 6 werden in der TA Lärm die Immissionsrichtwerte aufgeführt, die nicht überschritten werden dürfen, um die Betreiberpflichten nach § 5 BImSchG zu erfüllen. Wie die Geräuschimmissionen exakt zu bestimmen sind, regelt die TA Lärm umfänglich über die drei Anhänge

- A.1 Allgemeine Vorschriften für die Ermittlung der Geräuschimmissionen,
- A.2 Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Prognose und
- A.3 Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Messung

Die Zeitabstände für erstmalige und wiederkehrende Messungen bei genehmigungsbedürftigen Anlagen werden wiederum über den § 28 BImSchG geregelt. Die zuständige Behörde kann demnach bei genehmigungsbedürftigen Anlagen entweder nach der Inbetriebnahme oder einer Änderung im Sinne der §§ 15 und 16 BImSchG und sodann nach Ablauf eines Zeitraums von jeweils drei Jahren Anordnungen zur Ermittlung von Emissionen und Immissionen treffen.

Schredderanlagenbetreiber sind also gehalten, ihre Anlagen grundsätzlich so zu betreiben dass schädliche Umwelteinwirkungen nicht hervorgerufen werden können und nach § 28 BImSchG aufgefordert, alle drei Jahre messtechnisch nachzuweisen, dass die geforderten Begrenzungen - im Regelfall an ausgewählten Immissionspunkten - eingehalten werden, sofern im Rahmen der jeweiligen Anlagengenehmigungen nichts anderes festgelegt wurde.

4.10.3 Methoden zur Überprüfung von Wasseremissionen

Der Bundesgesetzgeber hat den Vorrang der öffentlichen Abwasserbeseitigung in § 56 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt. Darüber hinaus sind die Bundesländer ermächtigt, abweichende Regelungen zu treffen. Für gewerbliche Betriebe kann die zuständige Wasserbehörde gegebenenfalls auch Einzelfallregelungen auf der Grundlage des jeweiligen Landeswassergesetzes treffen.

Im Normalfall erfolgt die Entsorgung der betrieblichen Abwässer aus Großschredderanlagen über die Infrastruktur der Kommune, in der sich der Betrieb angesiedelt hat. Dementsprechend hat der Betrieb die Einhaltung der Vorgaben der jeweiligen kommunalen Entwässerungssatzung sicher zu stellen. Alleine die Vielzahl der kommunalen Satzungen verhindert vertiefende Betrachtungen derselben an dieser Stelle.

Einige Elemente, die sich bezüglich der Einleitbedingungen in den meisten kommunalen Satzungen in vergleichbarer Form finden lassen, sind nachfolgend beispielhaft dargestellt:

§ 10 Einleitbedingungen

(1) *In die öffentlichen Abwasserbeseitigungsanlagen dürfen **nur Abwässer eingeleitet werden, die den Bauzustand und die Funktion der Wartung und Unterhaltung der Anlagen nicht gefährden, die die Abwasserbehandlung und die Klärschlammverwertung nicht beeinträchtigen und die den Gewässerzustand nicht nachhaltig beeinflussen.***

(2) *In das Abwassernetz **dürfen nicht eingeleitet** werden:*

Feststoffe; wie ...

*Flüssigkeiten, wie ... **wassergefährdende Stoffe**, wie z.B. Mineralöle, Benzin, Karbid,*

(4) *Auf Grundstücken, in deren Abwässern unzulässige Bestandteile (Benzin, Öle, Fette, Stärke usw.) enthalten sind, sind vor Einleitung in die öffentlichen Abwasserbeseitigungsanlagen vom Grundstückseigentümer und den Abwassereinleitern **Vorrichtungen zur Abscheidung dieser Stoffe (Abscheider- und/oder Spaltanlage)** einzubauen, zu betreiben und zu erneuern.*

(5) *Wer gewerbliches, industrielles oder ähnliches nicht häusliches Abwasser einleitet, ist verpflichtet, es durch ein anerkanntes Labor **untersuchen zu lassen. Die Stadt bestimmt** aufgrund der Beschaffenheit des Abwassers die Entnahmestellen, **die Mindestanzahl der Abwasserproben und den grundsätzlichen Turnus der Entnahme.** ...*

Abgesehen von den übrigen Begrenzungen des Benutzungsrechtes dürfen derartige Abwässer in der Stichprobe folgende Grenzwerte nicht überschreiten:

1. Physikalische Parameter

1.1 Temperatur max. 35 ° C 1.2 pH-Wert 6,5 - 9,0 1.3 pH-Wert (cyan. Abwässer) 8,0 - 9,0

2. Absetzbare Stoffe 1 ml/l

Schlammartige und feste Stoffe aus industriellen Abwasservorbehandlungsanlagen (z.B. Neutralisations-Entgiftungsanlagen) nach 2-stündiger Absetzzeit im Spitzglas

3. Organische Stoffe und Lösungsmittel

3.1 Organische Lösungsmittel 10 mg/l 3.2 Halogenierte Kohlenwasserstoffe, berechnet als organisch gebundenes Chlor 5 mg/l 3.3 Phenole (gesamt) 20 mg/l 3.4 Mineralische Öle/Fette unverseifbare, mit Petroläther extrahierbare Stoffe 20 mg/l 3.5 Organische Öle/Fette verseifbare, mit Petroläther extrahierbare Stoffe 50 mg/l

4. Anorganische Stoffe (gelöst)

4.1 Cyanide (gesamt) 1 mg/l 4.2 Cyanide, durch Chlor zerstörbar 0,2 mg/l 4.3 Sulfate 400 mg/l

5. Anorganische Stoffe (gesamt) 5.1 Arsen 0,1 mg/l 5.2 Blei 2,0 mg/l 5.3 Cadmium (im Bedarfsfalle ist eine gesonderte Behandlung von cadmiumhaltigen Abwässern erforderlich). 0,5 mg/l 5.4 Chrom 2,0 mg/l 5.5 Chrom - VI 0,2 mg/l 5.6 Eisen 20,0 mg/l 5.7 Kupfer 2,0 mg/l 5.8 Nickel 3,0 mg/l 5.9 Quecksilber (im Bedarfsfalle ist eine gesonderte Behandlung von quecksilberhaltigen Abwässern erforderlich). 0,05 mg/l 5.10 Silber 0,5 mg/l 5.11 Zink 5,0 mg/l 5.12 Zinn 3,0 mg/l

Die zur Ermittlung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Abwässer notwendigen Untersuchungen sind nach dem **Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung** in der jeweils gültigen letzten Fassung oder den **entsprechenden DIN-Normen des Fachnormenausschusses Wasserwesen im Deutschen Institut für Normung e.V., Berlin**, auszuführen.

Bezüglich der Überprüfung der Wasseremissionen aus Großschredderanlagen kann es aufgrund der Vielzahl der kommunalen Satzungen in der föderalistischen Struktur der Bundesrepublik Deutschland und der daraus resultierenden individuellen Anforderungen an jede Großschredderanlage keinen einheitlich anzuwendenden Standard geben. Jede Großschredderanlage ist diesbezüglich daher individuell zu beurteilen.

4.10.4 Methoden zur Überwachung der Outputströme - Abfälle

An dieser Stelle sei zunächst auf die unter Kapitel 2.4 dargestellten und erläuterten Stoffströme verwiesen.

Gegenstand der Betrachtungen in diesem Kapitel sind die Hauptstoffströme Schredderschrott (Nummer 2 in Abbildung 2-7), Schredderschwerfraktion (Nummer 3) und Schredderleichtfraktion (Nummer 4). Die Bezeichnung von Abfällen, die Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit sowie die Methodik zur Bestimmung der Gefährlichkeit ergibt sich aus der AVV - Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung). Die Systematik zur Auffindung der zutreffenden Abfallschlüssel wird in der Anlage zu § 2 Abs. 1 AVV erläutert.

Verantwortlich für die Einstufung von Abfällen ist grundsätzlich der Abfallerzeuger; hier also der jeweilige Betreiber der Schredderanlage. Es obliegt ihm, entsprechend der in Anlage zu § 2 Abs. 1 AVV und in § 3 AVV beschriebenen Methode die Gefährlichkeit seiner Abfälle zu bestimmen und damit festzulegen, welcher der in Betracht zu ziehenden Abfallschlüssel seinen Stoffstrom beschreibt.

In dem Abfallverzeichnis sind die verschiedenen Abfallarten durch eine Bezeichnung und einen sechsstelligen Abfallschlüssel beschrieben (§ 2 Abs. 2 Satz 1 AVV). Das Gesamtverzeichnis der Abfallarten umfasst sowohl nichtgefährliche als auch gefährliche Abfallarten. Insgesamt sind 839 Abfallarten aufgelistet, von denen 405 als gefährlich eingestuft sind. Diese sind aus Gründen der besseren Lesbarkeit mit einem Sternchen gekennzeichnet worden. Etwa 200 Abfallarten sind als sogenannte Spiegeleinträge ausgewiesen worden. Diese Abfallarten können sowohl als gefährlich wie auch als nichtgefährlich eingestuft werden. Für diese Abfälle ist die Bestimmung der gefahrenrelevanten Eigenschaften unter Anwendung der in § 3 AVV und der Anlage zu § 2 Abs. 1 AVV beschriebenen Vorgehensweise durch den Abfallerzeuger erforderlich.

Die Anwendung der in Absatz 2 der Anlage zu § 2 Abs. 1 AVV beschriebenen Vorgehensweise führt für die hier thematisierten Stoffströme zunächst zur Anwendung des Kapitels 19 (Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen,...) des Abfallverzeichnisses und dort zur Gruppe 10 (Abfälle aus dem Schreddern von metallhaltigen Abfällen). In dieser Gruppe finden sich die Abfallschlüssel, welche die Stoffströme wie folgt erfassen.

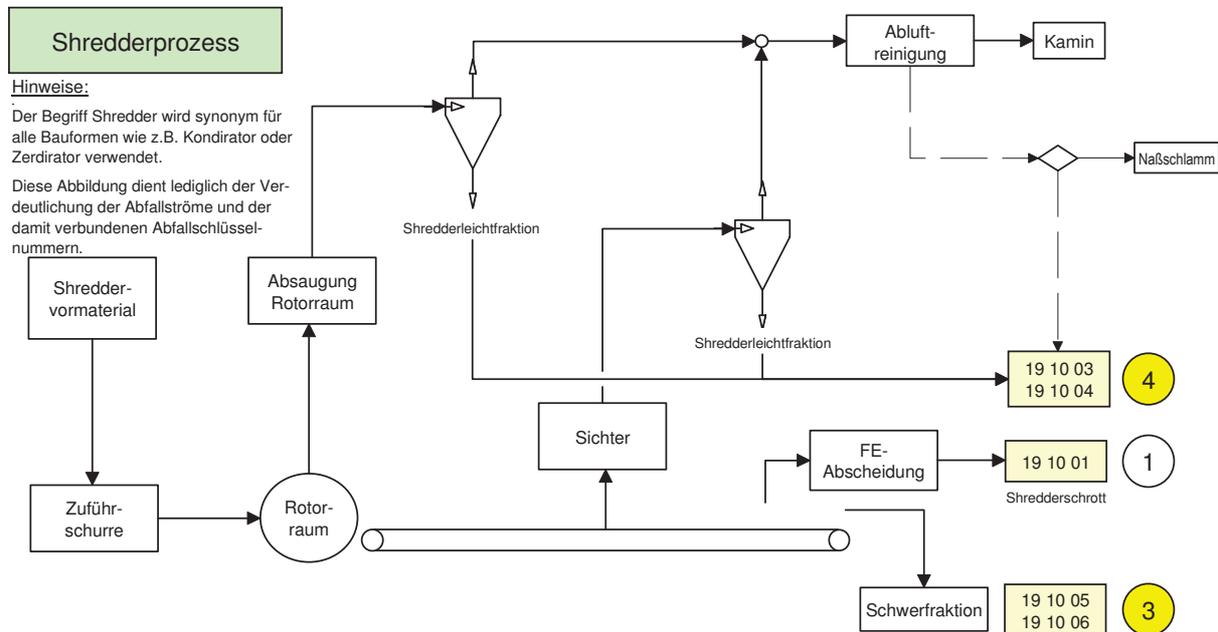


Abbildung 4-8: Abfallschlüssel für Stoffströme eines Schredderprozesses²¹

Der unter der Abfallschlüsselnummer 19 10 01 (Eisen- und Stahlabfälle) erfasste Schredderschrott ist ein nicht gefährlicher Abfall. In dem Falle, dass beispielsweise ein Aluminiumschredder (NE-Metallschredder) betrieben wird, wird diese Fertigware mit der Abfallschlüsselnummer 19 10 02 (NE-Metall-Abfälle) erfasst; auch hierbei handelt es sich um einen nicht gefährlichen Abfall.

Der Stoffstrom Nummer 4 (Schredderleichtfraktion) kann in der Nomenklatur der AVV unter zwei Abfallschlüsselnummern fallen. Zum ersten unter den in der AVV als gefährlich eingestuft Abfallschlüssel 19 10 03 (Schredderleichtfraktionen und Staub, die gefährliche Stoffe enthalten) oder unter den nicht gefährlichen Schlüssel 19 10 04 (Schredderleichtfraktionen und Staub mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 03 fallen). Bei diesen beiden Abfallschlüsselnummern handelt es sich um Spiegeleinträge.

Stoffstrom Nummer 3 (Schredderschwerfraktion) kann in der Nomenklatur der AVV ebenfalls unter zwei Abfallschlüsselnummern fallen. Zum ersten unter den in der AVV als gefährlich eingestuft Abfallschlüssel 19 10 05 (andere Fraktionen, die gefährliche Stoffe enthalten) oder unter den nicht gefährlichen Schlüssel 19 10 06 (andere Fraktionen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 10 05 fallen). Auch bei diesen beiden Abfallschlüsselnummern handelt es sich um Spiegeleinträge. Auch für die weiteren Aufbereitungsschritte der Schredderleichtfraktion und der Schredderschwerfraktion wird die Nomenklatur der AVV angewendet. Dabei

²¹ Dipl.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

können sich folgende Zuordnungen der jeweiligen Stoffströme zu den Abfallschlüsseln ergeben.

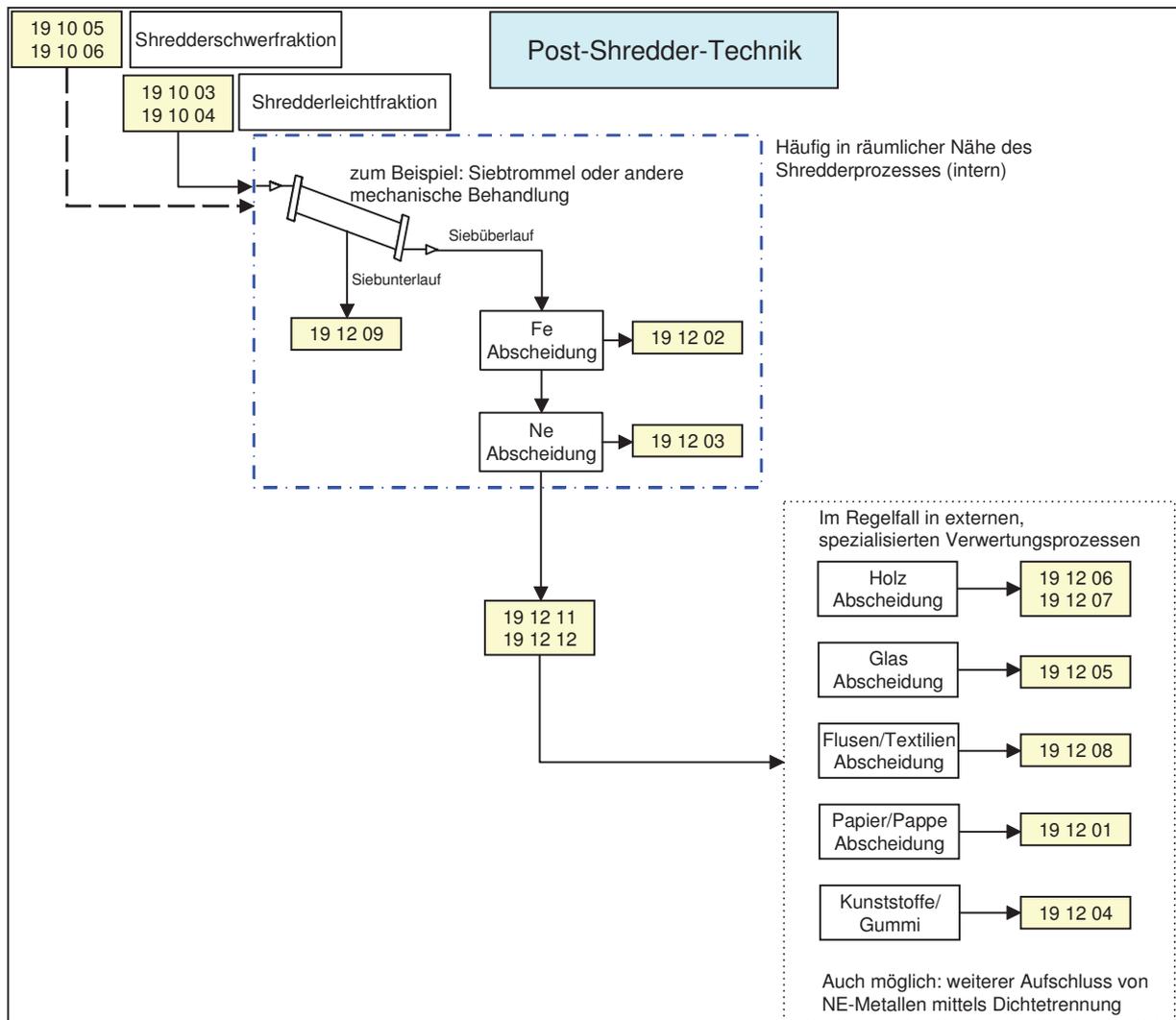


Abbildung 4-9: Abfallschlüssel für Stoffströme bei der Aufbereitung von Schredderschwer- und -leichtfraktion²²

Neben der in der AVV vorgeschriebenen Methodik der Zuordnung der Stoffströme aus Großschredderanlagen zu Abfallschlüsseln ist jeweils eine weitere Überprüfung dieser Outputströme erforderlich, wenn diese an Dritte abgegeben werden. Dabei sind die Anlagenzulassungskriterien des abnehmenden Drittens entscheidungserheblich für eine weitergehende Überprüfung der jeweiligen Outputströme. Wird beispielsweise eine abgeseibte Teilfraktion (ASN 19 12 11 oder 19 12 12) zur weiteren Verwertung an Dritte abgegeben, ist es nicht unüblich, dass dieser vor der Annahme eine analytische Untersuchung der Fraktion auf bestimmte Inhaltsstoffe von dem Schredderbetreiber benötigt, da er selbst im Rahmen seiner Anlagenzulassung entsprechende Nebenbestimmungen hat.

²² Dipl.-Ing. Norbert Müller, Leverkusen

Festzuhalten bleibt an dieser Stelle, dass der Betreiber einer Großschredderanlage für die Überprüfung seiner Outputströme sowohl die Methodik der AVV Abfallverzeichnisverordnung anzuwenden hat wie auch die von der jeweiligen Abnehmeranlage vorgegebenen Analyseumfänge und -methoden. Bezüglich der Überprüfung der Outputströme aus Großschredderanlagen kann es aufgrund der Vielzahl der Entsorgungsanlagen und der daraus resultierenden individuellen Anforderungen einerseits sowie aufgrund der Vielzahl der Anwendungs- und Kombinationsmöglichkeiten von Aufbereitungsschritten keinen einheitlich anzuwendenden Überprüfungsstandard für die unterschiedlichen Outputströme geben. Jede Großschredderanlage ist diesbezüglich daher individuell zu beurteilen

4.10.5 Methoden zur Überprüfung der Outputströme - Schredderschrott

In der Regel wird der Schredderschrott vor Abwurf auf den Fertigmateriallagerplatz einer Handklaubung unterzogen, um etwaige Störstoffe auszusortieren, zum Beispiel nichtmetallische Bestandteile, fehlausgetragene Verbundstoffe wie Kupferanker sowie sichtbare Nichteisenmetalle und ähnliches mehr. Die chemischen und physikalischen Qualitätsanforderungen, die an das Fertigmateriale gestellt werden, sind in Sortenlisten festgelegt.

Unterschieden werden bei den unlegierten Stahlschrotten die:

- Deutsche Stahlschrottsortenliste,
- Europäische Stahlschrottsortenliste, sowie die
- ISRI Scrap Specification Circular (i.d.R. für den Export genutzte Stahlschrottsortenliste aus den USA).

Im europäischen Handelsraum ist die europäische Stahlschrottsortenliste (siehe Anlage II) die gebräuchlichste Form.

In der Metallrecyclingbranche finden darüber hinaus übergreifend definierte „Handelsübliche Bedingungen“ Anwendung. Sie ergänzen die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Einzelunternehmen. Gebräuchlich sind folgende festgelegte Vereinbarungen:

- Handelsübliche Bedingungen für die Lieferung von unlegiertem Stahlschrott,
- Handelsübliche Bedingungen für die Lieferung von legiertem Eisen- und Stahlschrott,
- Handelsübliche Bedingungen für die Lieferung von Gussbruch und Gießereistahlschrott,
- Usancen des Metallhandels (NE-Metalle)

Zur Einhaltung der Qualitätsanforderungen wurden in den Betrieben der Metallrecyclingbranche Qualitätssicherungssysteme eingeführt. Für die Qualitätssicherung ist von internationalen Fachleuten die Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. als Maßstab für den Aufbau eines solchen Qualitätsmanagementsystems erarbeitet worden.

4.11 Beispielanlagen

Großschredderanlagen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Betriebsführung, der eingesetzten Verfahrenstechnik und ihrem Schreddervormaterial sehr stark voneinander. Daher ist ein allgemeiner Vergleich von z.B. Energieverbrauchswerten pro t Input nicht unproblematisch.

Weiterhin unterscheiden sich die Anlagen in den Kapazitäten und Durchsätzen, so dass auch wirtschaftliche Vergleichswerte nur sehr eingeschränkt aussagekräftig sind.

In der nachfolgenden Tabelle 4-1 werden dennoch Großschredderanlagen als Anlagenbeispiele für BVT vorgestellt.

Vor dem Hintergrund, dass es eine einheitliche Beste Verfügbare Technologie aufgrund der Vielzahl von Rahmenbedingungen einerseits sowie aufgrund der Vielzahl von Verfahrenskombinationen der in Kapitel 2 dargestellten Techniken andererseits nicht geben kann, sind auch die im nachfolgenden Teil des Berichtes dargestellten Großschredderanlagen nicht identisch.

Die Anlagen sind den jeweiligen unternehmens-, standort- und genehmigungsspezifischen Rahmenbedingungen einerseits sowie den jeweils spezifischen Abnehmerbedingungen andererseits angepasst und für die ordnungsgemäße Behandlung der Schreddervormaterialien ausgestattet.

Die Großschredderanlagen, die nachfolgend aufgeführt sind, arbeiten insgesamt auf einem hohen technischen und organisatorischen Niveau. Sie gewährleisten optimale, sichere Prozessabläufe, Kontrollen und Dokumentationen.

Bei diesen Anlagen wurden die ursprünglichen Aggregate bereits mehrfach modifiziert und den jeweils speziellen Rahmenbedingungen des Anlagenbetriebes sowie den rechtlichen Rahmenvorgaben angepasst.

Die Großschredderanlagen sind alle nach BImSchG zugelassen und werden rechtskonform nach dem Stand der Technik in Deutschland betrieben.

Im Rahmen der Abluftuntersuchungen nach § 26 Bundesimmissionsschutzgesetz an diesen Anlagen wurden bei den nachfolgend genannten Anlagen folgende Werte ermittelt:

Gesamtstaub:	5,6 mg/Nm ³	bis	10,0 mg/Nm ³
Gesamtkohlenstoff:	38,8 mg/Nm ³	bis	50,5 mg/Nm ³

An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es auch in den nachfolgend beschriebenen Anlagen durchaus außergewöhnliche Betriebszustände und Betriebsstörungen geben kann, die zu höheren Emissionswerten führen. Solche Betriebszustände können beispielsweise in Folge von Verpuffungen oder nicht erkannten Fehlwürfen eintreten.

Daten		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	Anlage A	Anlage B	Anlage C
Allgemeine Informationen	Betreiber	Betreiber 1	Betreiber 2	Betreiber 3	Betreiber A	Betreiber B	Betreiber C
	Gesamtlagerfläche	m ² 10.000	10.000	8.000	13.000	6.838	3.000
	Art der Anlage	Aufbereitung für Schrott	Aufbereitung für Schrott	Aufbereitung für Schrott	Aufbereitung für Fe- und NE-Schrott	Aufbereitung für Schrott	Aufbereitung für Fe- und NE-Schrott
	Zerkleinerungsaggregat	Kondirator	Schredder	Zerdirator	Schredder	Schredder	Schredder
	Jahr der Genehmigung	a 2002	1983	2005	1996	1972	1971
	Inbetriebnahme	a 2003	1985	2005	1996	1972	1971
	Installierte Leistung	kw 2.200	960	920	368	935	920
	Zerkleinerungsaggregat						
	Softanlauf Hauptmotor / Stern-Dreieckanlauf	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	energieeffiziente Betriebsweise (außerplanm. Abschalten des Hauptmotors)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Betriebsorganisation	Blindstromkompensation	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	<u>Beauftragte für</u>						
	Abfall	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Gewässerschutz	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Immissionsschutz	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Gefahrgut	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein
	Sicherheit (Sicherheitsfachkraft)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Entsorgungsfachbetrieb	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	<u>Zertifiziert nach</u>						
	QM DIN ISO 9.000ff	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
UM DIN ISO 14.000ff	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	
Annahme	Entsorgungsfachbetrieb	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Ein- Ausgangsverweigung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Radioaktivitätskontrolle	stationär und mobil	stationär und mobil	stationär und mobil	stationär und mobil	stationär und mobil	stationär und mobil
	effiziente Handhabung des Vormaterials	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	<u>Selektion von Störstoffen</u>						
	Sprengkörper	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Hohlkörper und Druckbehälter (Gasflaschen, Spraydosen, Gaskartuschen, etc.)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	nicht restentleerte Behälter (Tanks, Fässer, Eimer)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	nicht vordemontierter Elektro- und Elektronikschrott	Ja	Ja	Ja	Ja	ja	Ja
	nicht vordemontierte Karossen und Fahrzeuge	Ja	Ja	Ja	Ja	ja	Ja
Schwerteile	Ja	Ja	Ja	Ja	ja	Ja	

Stoffe mit gefährlichen Anhaftungen	Ja	Ja	Ja	Ja	ja	Ja
gefährliche Abfälle (soweit nicht genehmigt)	Ja	Ja	Ja	Ja	ja	Ja
begleitende Dokumentation (Laufzettel, Fotos, etc.)	Ja	Ja	Ja	Ja	nein	Ja

Tabelle 4-1: Kenndaten der Beispielanlagen, Teil 1

	Daten	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	Anlage A	Anlage B	Anlage C	
Vorbehandlung	Menüzusammenstellung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Feinkornentfrachtung	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	
	Vorzerkleinerung	Nein	Nein	Ja, Großschere	Nein	Nein	Nein	
	Dekompaktierung	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	
Abluft / Emissionen	<u>Entstaubungssystem</u>							
	Mühlentstaubung	2-stufig, Zyklon	2-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	2-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	
	Sichterentstaubung	2-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	Nicht vorhanden	1-stufig, Zyklon	1-stufig, Zyklon	
	trocken / nass	beides	Beides	nass/Venturiwäscher	trocken	Beides	trocken	
	Umluftentstaubung	Ja, Sichter	Ja, Sichter	Ja, Sichter	Nein	ja, Sichter	Ja, Sichter	
	Einsatz von Anlagen zur Staubbindung (Beregner, Nebelmaschinen, etc.)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Kapselung von Bandübergaben	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Einsatz von Kehrmaschinen/-gerät	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Feuchthalten der Fahrwege	Ja	Ja	Ja	Nein, tägliches Kehren	Ja	Nein, tägliches Kehren	
	Punktabsaugung in der Anlage	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	letzte Emissionsmessung gem. Genehmigung/TA Luft eingehalten (Staub/Gesamt-C)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
	Erhebungsjahr	a	2009	2011	2010	2010	2009	2009
	Abfall	hohe Ausbeute an verwertbaren Stoffströmen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
		ordnungsgemäße Entsorgung der Restabfälle	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Abwasser	befestigte Lagerfläche	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kanalnetz als Bestandteil der Flächenbefestigung		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Dimensionierung von Kanalnetz		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Schlammfang		Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	
Leichtflüssigkeitsabscheider		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
getrenntes Abwassersystem (Niederschlagswasser/Sanitärwasser)		Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	
Kreislaufführung Prozesswasser		Ja	Ja	Ja	Kein Prozesswasser	Ja	Kein Prozesswasser	
Lärm	planungsrechtliches Gebiet der Anlage	Sondergebiet	GI	GI	MI und WA	eingeschränkt	GE, MI und WA	

PST		Hafen			tes GI		
	Lärmprognose im Rahmen der Genehmigung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Schallmessung nach Inbetriebnahme	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	weitere Verwertung der Stoffströme intern / extern	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
		intern und extern					

Tabelle 4-2: Kenndaten der Beispielanlagen, Teil 2

Großschredderanlage 1

Der Betreiber dieser Anlage verfügt über insgesamt fünf Schredderanlagen, davon zwei Kondiratoren, in verschiedenen Bundesländern. Aufgrund der Neugenehmigungen mussten die Anlagen die aktuellen Emissionsgrenzwerte bereits vor Inkrafttreten der entsprechenden Anordnungen zur Altanlagenanierung einhalten, wobei insbesondere der Hauptsitz einen Sonderstatus innehält. Hier erfolgt bereits seit einiger Zeit eine besonders intensive Überwachung bezüglich der Emissionen und Immissionen.

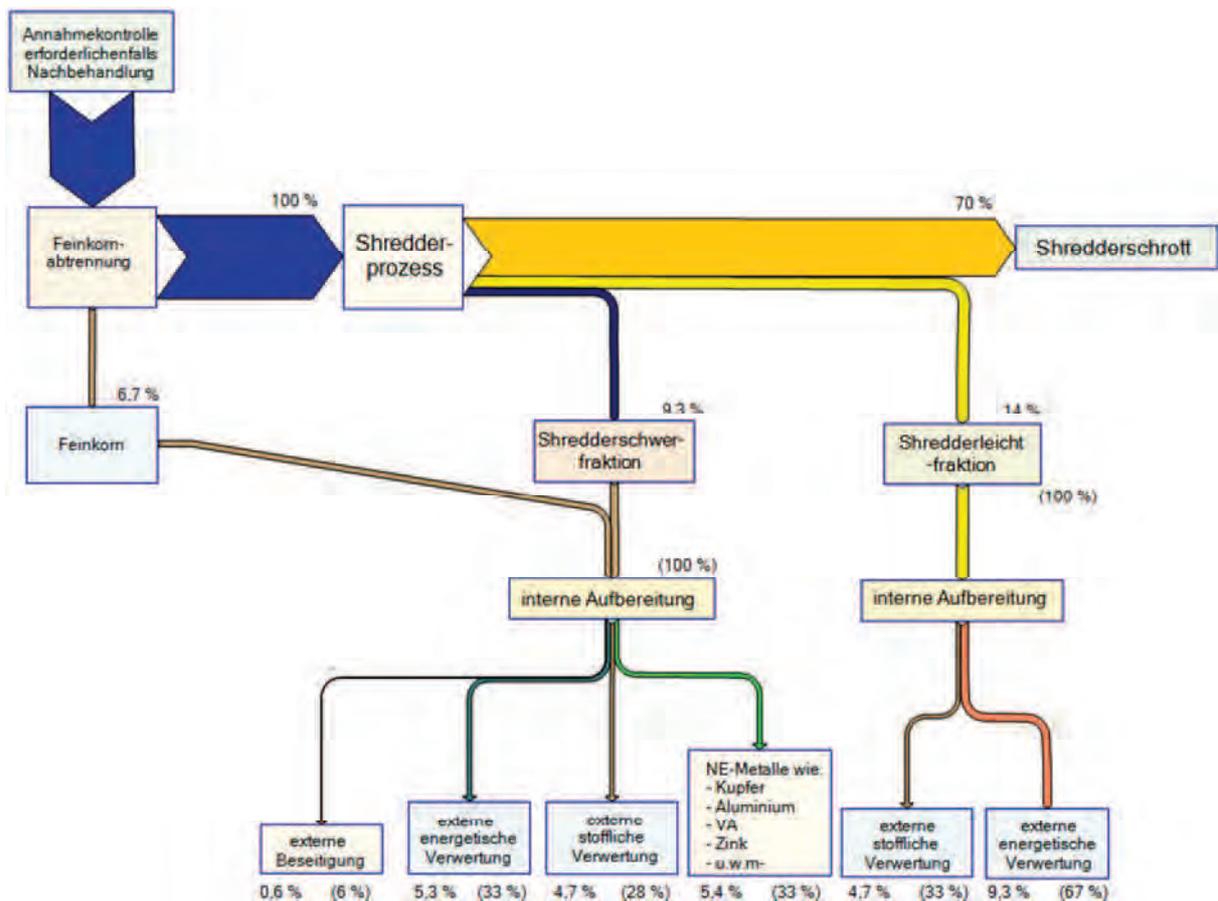


Abbildung 4-10: Wesentliche Materialflüsse in der BVT Anlage 1²³

²³ Angaben des Betreibers der Großschredderanlage 1

Großschredderanlage 2

Die Anlage wurde 1983 auf Grundlage des damals gültigen Abfallgesetzes planfestgestellt. Im Rahmen der Planfeststellung wurde der Anlagenbetreiber verpflichtet, die nicht verwertbaren Abfälle (Schredderleichtfraktion) an das kommunale MHKW zu liefern.

Aus diesem Grunde entwickelte das Unternehmen recht frühzeitig speziell auf seine Anlage zugeschnittene Post-Schredder-Technik, um die Masse der Schredderleichtfraktion -und damit die Verbrennungskosten, die im Vergleich zur Deponierung erheblich waren- zu reduzieren.

Im Rahmen der veränderten Vorgaben der TA Luft modifizierte der Anlagenbetreiber die Emissionsminderungstechnik mit eigenen Mitteln und passte sie auf die betriebsspezifischen Rahmenbedingungen an. In diesem Zusammenhang wurde der Nasswäscher modifiziert und weitere Modifikationen / Anpassungen der Abluftbehandlung und Stoffstromführung vorgenommen.

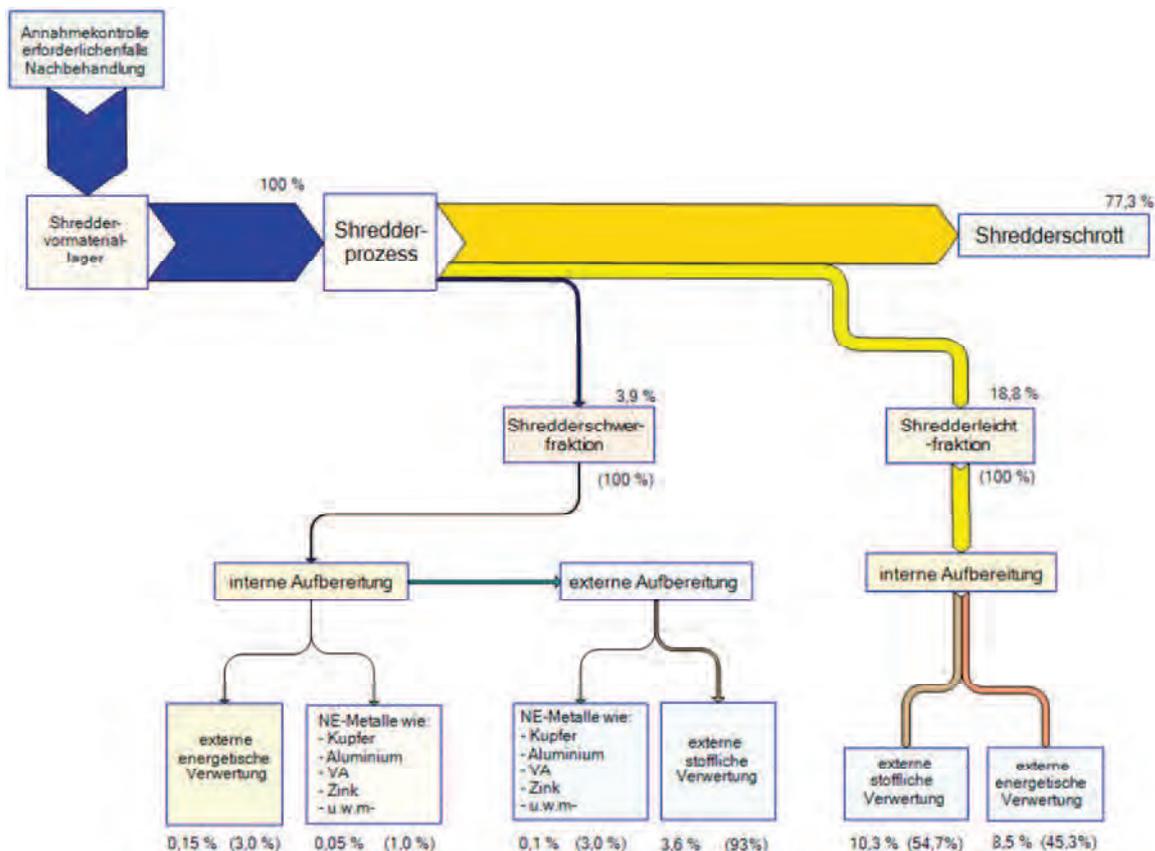


Abbildung 4-11: Wesentliche Materialflüsse in der BVT Anlage 2²⁴

²⁴ Angaben des Betreibers der Großschredderanlage 2

Großschredderanlage 3

Der Betreiber der 1989 errichteten Großschredderanlage modernisierte die Anlage im Jahr 2005. Im Rahmen der veränderten Vorgaben der TA Luft modifizierte der Anlagenbetreiber die Emissionsminderungstechnik mit eigenen Mitteln und passte sie auf die betriebsspezifischen Rahmenbedingungen an. Der Nasswäscher wurde modifiziert und weitere Modifikationen / Anpassungen der Stoffstromführung vorgenommen. In diesem Zusammenhang wurde der Großschredderanlage eine Großschere als Vorbehandlungsanlage vorgeschaltet, um eine gleichmäßigere Auslastung der Großschredderanlage zu erzielen.

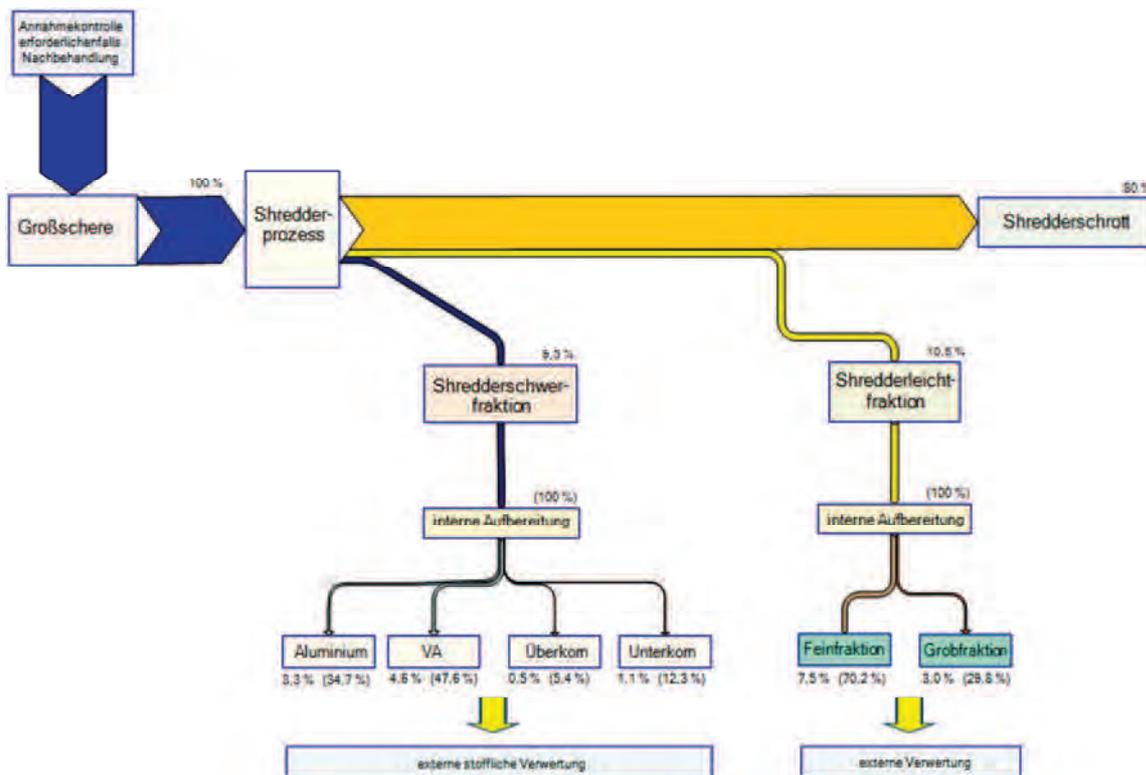


Abbildung 4-12: Wesentliche Materialflüsse in der BVT Anlage 3²⁵

²⁵ Angaben des Betreibers der Großschredderanlage 3

5 Beste verfügbare Techniken für Großschredderanlagen

Das Festlegen von BVT-Schlussfolgerungen erfolgt im Sevillaprozess nach Auswertung aller vorgelegten Informationen und Daten. Dieser Beitrag beschränkt sich daher auf exemplarische Vorschläge, die sich aus den in Deutschland eingesetzten Techniken und Verfahren ergeben und die mit besonderer Relevanz zur Minderung negativer Umweltwirkungen beitragen.

Neben den technischen Aspekten sind bei der Betrachtung der besten verfügbaren Technik in Großschredderanlagen auch betriebsorganisatorische Abläufe von erheblicher Bedeutung. Diese werden nachfolgend ebenfalls thematisiert.

5.1 BVT Betriebsorganisation

- 1) Die Betriebsstätte ist als Entsorgungsfachbetrieb zertifiziert oder hat ein vergleichbares anerkanntes Umweltmanagementsystem etabliert (z. B. DIN ISO 14.000 ff), das insbesondere auch ein angepasstes internes Beauftragtenwesen umfasst.
- 2) Der Betreiber hat ein Qualitätsmanagement- und Kontrollsystem etabliert, das klare Strukturen und Verantwortlichkeiten regelt und regelmäßige Schulungen des Personals beinhaltet. Dies kann z. B. durch QM ISO 9001:2008, EMAS II oder im Rahmen einer nationalen Zertifizierung (z. B. Entsorgungsfachbetriebszertifizierung in D) erfolgen.

5.2 Vorbehandlungsprozess

- 1) Es erfolgt eine lückenlose Eingangs- und Ausgangsverwiegung. Über ein Register ist eine Rückverfolgung der Eingangs- und Ausgangsmengenströme nachvollziehbar.
- 2) Die Anlage verfügt über eine Annahmekontrolle bestehend aus einer optischen Materialkontrolle und einer mobilen (Greifermessung) oder stationären Radioaktivitätsmessung (Waagebereich, Waggonzustellbereich). Durch betriebliche Maßnahmen ist sichergestellt, dass die Annahmekontrolle lückenlos von allen Anlieferern durchlaufen wird.
- 3) Störstoffe sind durch geeignete Kontrollmaßnahmen vor der Materialaufgabe weitestgehend auszusortieren und einer gesonderten Entsorgung / Behandlung zuzuführen bzw. (sofern rechtlich zulässig) zurückzuweisen. Störstoffe sind insbesondere alle Bestandteile im Schreddervormaterial, die zu Verpuffungen im Schredder führen können (z. B. Hohlkörper) oder radioaktiv belastete Materialien. Darüber hinaus hat der Betreiber Annahmbedingungen auszulegen, in denen Störstoffe aufgeführt sind, die zu Störungen im Betriebsablauf führen können.
- 4) Die Übergabe des Schreddervormaterials in den Lagerbereich vor der Aufgabe erfolgt in einer Art und Weise, die eine mehrfache Handhabung der Stoffe in der Anlage auf ein Minimum reduziert oder vermeidet.

- 5) Im gesamten Vormateriallagerbereich ist die Oberfläche zu befestigen und mit einem Entwässerungssystem zu versehen. Die Fläche ist wiederkehrend und in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad sowie der Witterung zu reinigen.

5.3 Luftemissionen

- 1) Die Schredderanlage ist durch geeignete Emissionsminderungstechnik so auszugestalten, dass eine Minimierung von Staub speziell aus dem Rotorraum und der Windsichtung sichergestellt wird.
- 2) Die Vorgaben der jeweils einschlägigen Normen zur Minimierung von Inhaltsstoffen in der Abluft sind durch eine Kombination adäquater Emissionsminderungstechniken und -maßnahmen durch den Betreiber sicher zu stellen. In Deutschland werden in Schredderanlagen hierzu überwiegend Zyklone und Nassabscheider (z.B. Venturiwäscher) eingesetzt. Diese Aggregate mindern Staubemissionen sehr effektiv, sind jedoch nur im begrenzten Umfang in der Lage die Emissionen organischer Stoffe zu mindern. Für die Begrenzung dieser Emissionen sind daher weitgehend die unter 5.2 aufgeführten Maßnahmen der Vorbehandlung ausschlaggebend.
- 3) Die Vorgaben zur Minimierung von Inhaltsstoffen in der Abluft sind anhand wiederholter diskontinuierlicher Messungen nach Inbetriebnahme und nachfolgend in regelmäßigen Abständen (üblicherweise alle drei Jahre) vom Betreiber nachzuweisen. Die Messungen müssen durch eine unabhängige und behördlich zugelassene Messstelle erfolgen.

Zur Minimierung von Staubemissionen aus diffusen Quellen sind betriebliche oder technische Maßnahmen z.B. umzusetzen (siehe Kapitel 4.3.2 sowie 2.5).

5.4 Abfall

- 1) Die an der Anlage vorhandene Verfahrenstechnik ist grundsätzlich so zu betreiben, dass eine möglichst hohe Ausbeute an verwertbaren und vermarktaren Stoffströmen (Fe- und NE-Metalle) erzeugt wird.
- 2) Unvermeidlich in der Anlage anfallende und nicht weiter verwertbare Restabfälle sind einer ordnungsgemäßen und schadlosen Beseitigung zuzuführen (siehe 2.4.1 Grundsätzliche Entsorgungswege für Schredderrückstände)

5.5 Abwasser

- 1) Es ist eine Entwässerungsinfrastruktur, bestehend aus einem nutzungsbezogenen Regen- und Schmutzwasserkanalsystem für die gesamte befestigte Flächen zu errichten.
- 2) Es ist sicher zu stellen, dass die Entwässerungsinfrastruktur auf dem Betriebsgelände ausreichend dimensioniert und in der Lage ist, alle Abläufe bei Starkregen entsprechend den geltenden Normen vollständig aufzunehmen und abzuleiten.

- 3) Niederschlagswasser aus belasteten Bereichen ist über Abscheider (z.B. Schlammfang, Leichtflüssigkeitsabscheider) entsprechend der voraussichtlichen Verschmutzung vorzuräumen. Die Abscheider sind mit Kontrollschächten für Messungen auszuführen und nachweislich regelmäßig zu warten.
- 4) Der Schredderprozess ist so weit möglich, abwasserlos zu betreiben.

5.6 Lärm

- 1) Neuanlagen oder Erweiterungen bestehender Anlagen sollten in Sonder-, Industrie- oder Gewerbegebieten mit einem möglichst weiten Abstand zur Wohnbebauung oder Bereichen mit sensibler Nutzung angesiedelt sein.
- 2) Neuanlagen legen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens (z. B. UVP-Vorprüfung) entweder eine unabhängige Lärmprognose vor oder führen in den ersten drei Monaten nach der Inbetriebnahme eine Schallschutzmessung durch. Sollte sich im Ergebnis zeigen, dass Lärmgrenzwerte überschritten werden, muss der Betreiber organisatorische Maßnahmen ergreifen, durch welche die Schallentstehung wirksam minimiert wird oder angepasste Schalldämmmaßnahmen / Lärmschutzverkleidungen realisieren.

5.7 Energieverbrauch

- 1) Betrieblicherseits ist sicherzustellen, dass Stromspitzen im Anlagenbetrieb minimiert werden (z.B. durch eine Stern-Dreieck-Schaltung des Rotors).
- 2) Die Anlagentechnik ist mit einer effizienten Blindstromkompensation auszustatten.

5.8 Nachbehandlung

- 1) SSF und SLF sind standortunabhängig (intern oder extern) einer Verwertung zuzuführen. Ziel hierbei ist eine weitgehende Rückgewinnung der in diesen Fraktionen enthaltenen Wertstoffe (Eisen, NE-Metalle, Glas, Kunststoffe, Mineralien u.ä.).
- 2) Die Lagerung erfolgt auf befestigten Flächen und getrennt nach Produktgruppen.

6 Techniken in der Entwicklung

Die technische Ausstattung von Schredderanlagen, insbesondere im Aufbereitungsbereich unterliegt einer dynamischen Entwicklung. Schredderanlagen, die üblicherweise mehr als 15 Jahre genutzt werden, können durch kontinuierliche Wartung, Reparaturen und Modernisierungen dem aktuellen Standard angepasst werden.

6.1 Weiterentwicklung von Techniken zur Emissionsminderung

Besonderes Augenmerk liegt bei den heutigen Entwicklungen auf der Verbesserung der Verfahrenstechnik im Hinblick auf eine Verminderung der Emissionen und die Vergleichmäßigung des Schreddervormaterials zwecks Optimierung des Energiebedarfs durch Einsatz von Vorzerkleinerungsaggregaten (siehe Kapitel 2.2). Neben der Optimierung der Verfahrenskette von der Vorbehandlung bis zum Schredder sind neue Prozessschritte wie die gezielte Wassereindüsung in den Rotorraum und mehrstufige, gegebenenfalls auch trockene, Abluftbehandlungsverfahren als Entwicklungstendenzen zu erkennen.

Firmen, die Abluftreinigungstechniken anbieten, weisen meist eine hohe Spezialisierung auf eine Technik auf und passen die von Ihnen angebotenen Systemlösungen jeweils den individuellen Gegebenheiten des Anlagenbetriebes vor Ort und den rechtlichen Rahmenanforderungen an. Die Systemlieferanten garantieren die Funktion ihrer Abluftbehandlungsverfahren zur Erreichung von Zielwerten nur unter bestimmten Rahmenbedingungen – üblicherweise auch hinsichtlich der Zusammensetzung des Schreddervormaterials. Mit einer für Großschredderanlagen neuen Technik beschäftigt sich eine Projektstudie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt²⁶. Sie verweist darauf, dass nach den Erfahrungen des LfU zur Erreichung des Grenzwertes für C-Gesamt eine spezifische Abgasreinigung erforderlich sei und dies zum Beispiel mit Filtern auf Basis von Herdofenkoks erreicht werden könne.

Erfahrungen mit dem Einsatz solcher Aktivkohlen liegen im Bereich von Großschredderanlage allerdings nicht vor. Bei Müllverbrennungsanlagen hingegen wird aktivierter Herdofenkoks als Flugstromadsorption zur Abscheidung von Schadstoffen eingesetzt.

Ein innovatives Verfahren zur parallelen Abscheidung von Staub und Gesamtkohlenstoff stellt das Flugstromverfahren dar. Dabei wird das kohlenstoffhaltige Sorbens staubförmig in den Rohgasstrom vor einer vorhandenen Entstaubungseinrichtung eingeblasen. Die Abscheidung des beladenen Sorbens erfolgt bei den integrierten Flugstromverfahren, d. h. bei Nutzung der vorhandenen Entstaubungsaggregate, gemeinsam mit dem prozessseitig ohnehin anfallenden Staub. Angesichts der in den vorhergehenden Kapiteln dargestellten betrieblichen Rahmenbedingungen (diskontinuierlicher Anlagenbetrieb; Druckstöße; Verblockung von Filteroberflächen, Verpuffungsrisiken; Regenerierbarkeit und -kosten des Filtermaterials; Entsorgbarkeit und -kosten der daraus resultierenden (Mehr-)abfälle und weiteres mehr) bleibt allerdings abzuwarten, ob sich derartige Filtersysteme (Adsorptionsverfahren mit Ad-

²⁶ Schredderanlagen und Abfalldeponien; Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Stand: 1. Auflage: 50, 2009 - Seite 108 ff.

sorptionsmittel wie Aktivkohle oder Chemikalien -trockene oder quasitrockenen Chemisorption) großtechnisch darstellen lassen.

In einer Großschredderanlage wurde versucht, die Absorptionsfähigkeit des Waschwassers durch chemischer Zusätze (Chemisorption) soweit anzuheben, dass eine deutliche Absenkung des behördlich vorgegebenen Emissionsgrenzwertes für C-gesamt verzeichnet werden konnte. In den Versuchen wurde festgestellt, dass zwar Effekte erzielt werden konnten, diese im Ergebnis jedoch keine wesentliche Minderung im Vergleich zu dem Betrieb ohne Chemisorption erbrachten; in einem Fall sogar einen Anstieg. Eine weitere Erkenntnis aus diesen Versuchen war, dass die großtechnische Anwendung ohne aufwendige Mess- und Regeltechnik vermutlich nicht zu realisieren sein wird. Ob sich diese Verfahrenstechnik zukünftig großtechnisch darstellen lässt, hängt ganz wesentlich davon ab, ob ein kostengünstig verfügbarer, betriebssicher funktionierender chemischer Zusatz gefunden wird, mit dem die Absorptionseffekte verbessert werden können und welche mess- und regelungstechnischen Aufwendungen erforderlich sein werden, um diesen Prozess in jeder betrieblichen Situation sicher steuern zu können. Derzeitig ist die sicher steuerbare Anwendung dieses Verfahrens weder technisch noch betriebswirtschaftlich darstellbar.

6.2 Weiterentwicklung der Post-Schredder-Verfahren

Im Bereich der Post-Schredder-Verfahren wird die internationale Entwicklung mittelfristig - auch unter Berücksichtigung der Anforderungen der EU-Altautoverordnung - zu einer gesamthafteren Betrachtung der Stoffströme einer Schredderanlage führen. Die Anbieter von Post-Schredder-Verfahren optimieren die jeweiligen Techniken im Bereich der Schredderückstandsaufbereitung nach eigenen Angaben hinsichtlich der vollständigen Rückgewinnung wertvoller Metalle bis hin in den Feinstkornbereich sowie der Bereitstellung qualitätsgesicherter Rohstoffe für die werk-, rohstoffliche und energetische Verwertung mit dem Ziel der international definierten Recyclingquoten einzuhalten.

Die neuen Möglichkeiten der Metallerkennung und -separation ermöglichen Schredderanlagen die Erschließung neuer wirtschaftlicher Absatzwege. Es wird erwartet, dass X-Ray-, Induktions- oder Lasersysteme zunehmend auch Einzug in kleinere und mittelgroße Schredderanlagen finden werden und trockenmechanisch die sortenreine Separation von Metallen ermöglichen. Unterstützend für den effizienten Einsatz dieser Systeme kann es erforderlich werden, im Vorfeld dieser Technik grobe Anteile wie zum Beispiel Kunststoff und Glas auszusortieren.

7 Schlussfolgerungen

Die Vielzahl der in diesem Dokument aufgelisteten Spezifika für den Betrieb von Großschredderanlagen erklärt sich aus den auf dem Markt anzutreffenden unterschiedlichen Bauweisen von Großschredderanlagen (Kondirator, Zerdirator), den unterschiedlichen zur Verfügung stehenden Abluftbehandlungssystemen (Nasswäscher, Trockenfilter, ...) sowie die Vielzahl der möglichen Verfahrenskombinationen bei der Aufbereitung der Rückstände. Diese Techniken sind in Kapitel 2 des hier vorgelegten BREF beschrieben.

Durch eine Vielzahl von unterschiedlich miteinander kombinierbaren Verfahrens- und Prozessstufen können Großschredderanlagen eine große Bandbreite von Inputmaterialien behandeln und die im Markt nachgefragten Materialqualitäten erzeugen.

Aufgrund der Unterschiedlichkeit der in diesen Anlagen behandelten inhomogenen, regional stark unterschiedlich zusammengesetzten, saisonal stark schwankenden Schreddervormaterialien ist es nicht möglich, ein einheitliches standardisiertes Verfahren für die Abfallbehandlung in Großschredderanlagen zu identifizieren.

Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, einen einheitlichen Stand der Technik für Großschredderanlagen festzuschreiben. Der kleinste gemeinsame Nenner zur Identifizierung eines solchen Standes der Technik ist die Einhaltung der allgemeinen und anlagenspezifischen rechtlichen Vorgaben durch die Großschredderanlagen.

Unabhängig vom regional und auch saisonal schwankenden Input in Großschredderanlagen zeigt sich ein Mindeststandard in der Anlagentechnik, der heute bei der SLF in einer Siebung und Abtrennung der groben Rest-NE-Metalle liegt und bei der SSF je nach Unternehmensphilosophie in einer zunehmend weitest gehenden Abtrennung der NE-Metallen vom Reststoffstrom am Standort der Betreiberanlage liegt. Die zunehmende wirtschaftliche Bedeutung der NE-Metallrückgewinnung führt zu intensiveren Bemühungen der Restmetallrückgewinnung aus SLF und SSF. Dies bedingt dann weitere Aufbereitungsschritte, die über die Siebung und reine Metalltrennung hinausgehen. Diese Schritte können auch notwendig werden (sei es intern oder extern), um gesetzliche Vorgaben (im Wesentlichen die EU-Altautoverordnung) erfüllen zu können.

Gleichwohl zeigt sich, dass die Beschreibung und Fortentwicklung der Behandlungstechnik in Großschredderanlagen von großer Bedeutung für eine ökologische Abfallwirtschaft ist, da diese Anlagen Abfälle behandeln, die in ganz überwiegendem Umfang (im Durchschnitt über 75 % des Inputs) der stofflichen Wiederverwertung in Stahlwerken und Gießereien zugeführt werden können, so dass diese Anlagen einen ganz erheblichen Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen leisten.

Letztendlich ist die Verfügbarkeit von in der Praxis erprobten und bewährten Emissionsminderungstechniken alleine jedoch nicht ausschlaggebend, um diese als BVT anzuwenden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen ist ebenfalls zu berücksichtigen, um zu geeigneten BVT Minderungstechniken zu gelangen, die auch dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit genügen.

8 Anhang

8.1 Schrott-Sortenlisten

Deutsche Fassung

Englische Fassung

Europäische Stahlschrottsortenliste

Allgemeine Bedingungen

Die definierten Sorten werden durch die heute gebräuchlichen Aufbereitungs- und Sortierverfahren hergestellt.

Die Definitionen dieser Sortenliste verstehen sich nur für unlegierte Kohlenstoff-Stahlschrottsorten als Rohstoff für die Stahlindustrie.

A) Sicherheit

Alle Sorten müssen frei sein von

1. unter Druck stehenden, geschlossenen oder unzureichend geöffneten Behälter jeglichen Ursprungs, die Explosionen verursachen können. Die Öffnung von Behältern wird als unzureichend angesehen, wenn sie nicht sichtbar ist oder wenn die Öffnung weniger als 10 cm groß in jeglicher Richtung ist;
2. gefährlichem Material, brennbar oder explosionsgefährdend, Feuerwaffen (ganz oder in Teilen) Munition, Schmutz, verschmutzendem Material, das Substanzen enthält oder abgibt, die die Gesundheit, die Umwelt oder das Stahlherstellungsverfahren gefährden können;
3. gefährlichem radioaktivem Material
 - Material, dessen Radioaktivität (ionisierende Strahlung) über dem in der Umgebung bestehenden Niveau liegt;
 - radioaktives Material in versiegelten Behältern, selbst wenn keine bedeutsame äußere Radioaktivität feststellbar ist aufgrund einer Schutzhülle oder aufgrund der Lage der versiegelten radioaktiven Quelle in der Schrottlieferung.

B) Schutt (Reinheit)

Alle Sorten müssen frei sein – ausgenommen unbedeutende Mengen – von anderen, nicht eisenhaltigen Metallen und nicht metallischen Stoffen. Erde, Isolierungen, übermäßigem Eisenoxyd in jeglicher Form, mit Ausnahme nominaler Mengen von Oberflächenrost, der durch Außenlagerung von aufbereitetem Schrott unter normalen atmosphärischen Bedingungen entsteht.

Alle Sorten müssen frei sein – ausgenommen unbedeutende Mengen – von brennbarem, nicht metallischem Material, einschließlich, aber nicht begrenzt, auf Gummi, Plastik, Gewebe, Holz, Öl, Schmiermittel und andere chemische oder organische Substanzen.

Jeglicher Schrott muss frei sein von größeren Teilen (Ziegelsteingröße), die nicht elektrizitätsleitend sind, wie Reifen, mit Zement gefüllte Rohre, Holz oder Beton.

Alle Sorten müssen frei sein von Abfall oder von Nebenprodukten aus der Stahlschmelze, aus dem Erhitzen, dem Zurichten (einschl. Flammstrahlen), dem Schleifen, Sägen, Schweißen und Brennschneiden, wie Schlacke, Walzzunder, Filterstaub, Schleifstaub und Schlamm.

C) Begleitelemente (Reststoffe)

Kupfer

Alle Sorten müssen frei sein von sichtbarem metallischem Kupfer, d. h. frei von Kupfer, von gewickelten Elektromotoren, Blechen und mit Kupfer beschichtetem Metall, Lagerbuchsen, Wicklungen und Kühlerblöcken.

Alle Sorten müssen frei sein – ausgenommen unbedeutende Mengen – von Draht, isoliertem Draht und Kabelhülsen, sowie anderem Kupfer, von Messingteilen, die mit eisenhaltigem Schrott vermischt und verbunden sind oder ihn beschichten.

Alle Sorten müssen frei sein von Material mit höherem Kupfergehalt, wie Betonstahl und leichtem Stabstahl, die unter den Sorten mit hohem Reststoffgehalt zusammengefasst werden.

Zinn

Alle Sorten müssen frei sein von Zinn in jeglicher Form, wie Zinndosen, zinnbeschichtetem Material usw., ebenso wie von Bronze-Elementen, Ringen, Lagerbuchsen usw.

Blei

Alle Sorten müssen frei sein von Blei in jeglicher Form, wie Batterien, Lötmetall, Radgewichte zum Auswuchten, Feinblech, Kabel-Enden, Wälzlager, Lagergehäuse usw.

Chrom, Nickel, Molybdän

Alle Sorten müssen frei sein von legierten Stählen, rostfreien Stählen, wie auch von Maschinenteilen (die vor allem diese Elemente enthalten), wie Motoren, Getriebe für Lastwagen,

Achsen, Getriebegehäuse, Getrieberäder, Werkzeuge und Matrizen, ebenso wie nicht magnetische Teile.

Angestrebte Analysenwerte

(vgl. Absatz „Angestrebte Analysenwerte“ dieser Sortenliste)

Die Analysen für die einzelnen NE-Metalle in den verschiedenen Sorten entsprechen erfahrungstypischen Höchstwerten.

Die Lieferung von Schrott, der nicht innerhalb der in dieser Liste aufgeführten Analysengrenzen liegt, bedarf der ausdrücklichen vorherigen Vereinbarung zwischen Lieferant und Verbraucher, und setzt die Kenntnis des jeweiligen Materials voraus.

Spezifische oder vertragliche Höchstgehalte sind zwischen Lieferant und Käufer zu vereinbaren und sollten bei Auftragserteilung spezifiziert werden.

D) Sorten-Mischung

Eine Mischung von Sorten ist nur nach vorheriger gegenseitiger Vereinbarung zulässig.

Europäische Stahlschrottsortenliste

Kategorie	Sorten-Nr.	Sortenbeschreibung	Abmessungen	Schüttgewicht [t/m ³]	Schuttanteil ⁽¹⁾
Altschrott	E 3	Schwerer Stahlaltschrott, überwiegend stärker als 6 mm, in Abmessungen nicht über 1,5 x 0,5 x 0,5 m, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Rohre und Hohlprofile können enthalten sein. Karoserieschrott und Räder von Pkw sind ausgeschlossen. Muss frei sein von Betonstahl und leichtem Stabstahl soweit von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen	Stärke \geq 6 mm Abmessung \leq 1,5x0,5x0,5 m	\geq 0,6	\leq 1 %
	E 1	Leichter Stahlaltschrott, überwiegend unter 6 mm Stärke, in Abmessungen nicht über 1,5 x 0,5 x 0,5 m, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Wenn ein größeres Schüttgewicht gewünscht wird, empfiehlt sich, eine Höchstabmessung von 1 m zu vereinbaren. Kann Räder von Pkw enthalten, aber unter Ausschluss von Karoserieschrott von Pkw und Haushaltsgeräteschrott. Muss frei sein von Betonstahl und leichtem Stabstahl, frei von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei und (Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen	Stärke $<$ 6 mm Abmessung \leq 1,5x0,5x0,5 m	\geq 0,5	$<$ 1,5 %
Neuschrott Niedriger Gehalt an Begleitelementen (Reststoffen) frei von Beschichtungen ⁽²⁾	E 2	Schwerer Stahlneuschrott, überwiegend stärker als 3 mm, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Der Stahlschrott muss frei sein von Beschichtungen, wenn nicht anders vereinbart, und er muss frei sein von Betonstahl und leichtem Stabstahl, auch aus Neuproduktion. Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen	Stärke \geq 3 mm Abmessung \leq 1,5x 0,5x0,5m	\geq 0,6	$<$ 0,3 %
	E 8	Leichter Stahlneuschrott, überwiegend unter 3 mm Stärke, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Der Stahlschrott muss frei sein von Beschichtungen, wenn nicht anders vereinbart, und muss frei sein von losen Bändern zur Vermeidung von Problemen beim Chargieren. Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen.	Stärke $<$ 3 mm Abmessung \leq 1,5x0,5x0,5 m (ausgenommen aufgerollte/gebundene Bänder)	\geq 0,4	$<$ 0,3 %

Kategorie	Sorten-Nr.	Sortenbeschreibung	Abmessungen	Schüttgewicht [t/m ³]	Schuttanteil ⁽¹⁾
		chen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen			
	E 6	Leichter Stahlneuschrott (unter 3 mm Stärke), verdichtet oder in Form von festen Paketen, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Der Stahlschrott muss frei von Beschichtungen sein, wenn nicht anderes vereinbart. Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen		≥ 1	< 0,3 %
Schredderschrott	E 40	Schredderstahlschrott, Stahlschrott in Stücke zerkleinert, die in keinem Fall größer als 200 mm für 95 % der Ladung sein dürfen. In den verbleibenden 5 % darf kein Stück größer als 1000 mm sein, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Der Schrott soll frei sein von überhöhter Nässe, von losen Gusseisenstücken und von Müllverbrennungsschrott (insbesondere Weißblechdosen). Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen) sowie Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen		> 0,9	< 0,4 %
Stahlspäne ⁽³⁾	E 5 H	Homogene Lose von Kohlenstoffstahlspänen bekannten Ursprungs, frei von zu hohem Anteil wolliger Späne, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff, Späne von Automatenstahl müssen klar benannt werden. Die Späne müssen frei sein von jeglichen Verunreinigungen, wie NE-Metalle, Zunder, Schleifstaub und stark oxydierten Spänen oder Stoffen der chemischen Industrie. Eine vorherige chemische Analyse kann gefordert werden.			(*)
	E 5 M	Gemischte Lose von Kohlenstoffstahlspänen, frei von zu hohem Anteil wolliger Späne, losem Material und frei von Automatenstahlspänen, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Die Späne müssen frei sein von jeglicher Verunreinigung, wie NE-Metalle, Zunder, Schleifstaub und stark oxydierten Spänen oder Stoffen der chemischen Industrie.			(*)
Leicht legierter Schrott mit hohem Gehalt an Begleitelementen	EHRB ⁽⁴⁾	Alter und neuer Stahlschrott, der vor allem aus Betonstahl und leichtem Stabstahl besteht, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Kann geschnitten, geschert oder paketiert werden und muss frei sein von zu hohen Mengen an Beton oder anderen Baustoffen. Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen), Maschinenteilen und Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen.	max. 1,5x0,5x0,5 m	≥ 0,5	< 1,5 %

Kategorie	Sorten-Nr.	Sortenbeschreibung	Abmessungen	Schüttgewicht [t/m ³]	Schuttanteil ⁽¹⁾
		chen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen			
Schrott mit hohem Reststoffanteil	EHRM ⁽⁵⁾	Alte und neue Maschinenteile und Komponenten, die in den anderen Sorten nicht angenommen werden, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Kann Gußeisenstücke enthalten (vor allem Gehäuse von mechanischen Komponenten). Muss frei sein von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen) und Teilen wie Kugellagergehäuse, Bronzeringe und anderen Sorten, auch von Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen	max. 1,5x0,5x0,5 m	≥ 0,6	< 0,7 %
GeSchredderter Schrott aus der Müllverbrennung	E 46	GeSchredderter Schrott aus der Müllverbrennung. Loser Stahlschrott aus der Müllverbrennungsanlage für Haushaltsabfälle, der anschließend durch die magnetische Trennungsanlage ging, geSchreddert, in Stücke, die keinesfalls größer als 200 mm sein dürfen und die einen Teil zinnbeschichteter Stahldosen enthalten, aufbereitet für einen direkten Einsatz als Rohstoff. Der Schrott soll frei sein von zu starker Nässe und Rost. Er muss frei sein von zu hohen Mengen an sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei (und Legierungen) sowie von Schutt, um die angestrebten Analysenwerte zu erreichen. vgl. B) und C) der allgemeinen Bedingungen		≥ 0,8	Fe-Gehalt ≥ 92 %

- (1) Entspricht dem Gewicht des Schuttes, der nicht am Schrott haftet, und der nach dem Entladen mit Magnet auf dem Boden des Fahrzeugs verbleibt.
- (2) Beschichtetes Material muss angegeben werden.
- (3) Frei von jeglichen Verunreinigungen (NE-Metalle, Zunder, Schleifstaub, chem. Material, zu hohe Ölgehalte).
- (4) Betonstahl und leichter Stabstahl müssen getrennt klassifiziert werden, vor allem wegen des Kupfergehaltes, um sie von den Stahlschrott- und den Stahlneuschrottsorten mit niedrigem Gehalt an Begleitelementen (Reststoffen) unterscheiden zu können.
- (5) Maschinenteile und Motorteile müssen, vor allem wegen ihres Gehaltes an Ni, Cr, Mo getrennt klassifiziert werden, um sie von schwerem Stahlschrott und schwerem Stahlneuschrott mit niedrigem Gehalt an Begleitelementen (Reststoffen) unterscheiden zu können.
- (*) Bis heute gibt es keine klare Methode zur Festlegung dieser Werte.

Angestrebte Analysenwerte

Die für die Analysen festgelegten Werte entsprechen den praktischen Erfahrungswerten der verschiedenen Länder der Europäischen Union. Sie lassen sich durch heute gebräuchliche Sortier- und Aufbereitungsverfahren erreichen.

Kategorie	Spezifikation	Angestrebte Analysenwerte (Reststoffe) in %				
		Cu	Sn	Cr,Ni,Mo	S	P
Altschrott	E 3	≤ 0,250	≤ 0,010	Σ ≤ 0,250		
	E 1	≤ 0,400	≤ 0,020	Σ ≤ 0,300		
Neuschrott mit niedrigem Gehalt an Begleitelementen (Reststoffe), frei von Beschichtungen ⁽²⁾	E 2	Σ ≤ 0,300				
	E 8	Σ ≤ 0,300				
	E 6	Σ ≤ 0,300				
Schredderschrott	E 40	≤ 0,250	≤ 0,020			
Stahlspäne ⁽³⁾	E 5H	Eine vorherige chemische Analyse kann gefordert werden.				
	E 5 M	≤ 0,400	≤ 0,030	Σ ≤ 1,0	≤ 0,100	
Schrott mit hohem Gehalt an Begleitelementen (Reststoffen)	EHRB	< 0,450	≤ 0,030	Σ ≤ 0,350		
	EHRM	≤ 0,400	≤ 0,030	Σ ≤ 1,0		
GeSchredderter Schrott aus der Müllverbrennung	E 46	≤ 0,500	≤ 0,070			

(2) Beschichtetes Material muss angegeben werden.

(3) Frei von jeglichen Verunreinigungen (NE-Metalle, Zunder, Schleifstaub, chem. Material, zu hohe Ölgehalte).

EUROPEAN STEEL SCRAP SPECIFICATION

General Conditions applicable to all grades

As is practically achievable in customary preparation and handling of the grade involved.

The definitions of this list of specifications apply only to non-alloy carbon steel scrap as raw material for the steel industry

A) SAFTY

All grades shall exclude:

1. pressurised, closed or insufficiently open containers of all origins which could cause explosions. Containers shall be considered as insufficiently open where the opening is not visible or is less than 10 cm in any one direction;
2. dangerous material, inflammable or explosive, fire arms (whole or in part), munitions, dirt or pollutants which may contain or emit substances dangerous to health or to the environment or to the steel production process;
3. hazardous radioactive material:
 - material presenting radioactivity in excess of the ambient level of radioactivity.
 - radioactive material in sealed containers even if no significant exterior radioactivity is detectable due to shielding or due to the position of the sealed source in the scrap delivery.

B) STERILES (cleanness)

All grades shall be free of all but negligible amounts of other non ferrous metals and non metallic materials, earth, insulation, excessive iron oxide in any form, except for nominal amounts of surface rust arising from outside storage of prepared scrap under normal atmospheric conditions.

All grades shall be free of all but negligible amounts of combustible non metallic materials, including, but not limited to rubber, plastic, fabric, wood, oil, lubricants and other chemical or organic substances.

All scrap shall be free of larger pieces (brick-size) which don't conduct electricity such as tires, pipes filled with cement, wood or concrete.

All grades shall be free of waste or of by-products arising from steel melting, heating, surface conditioning (including scarfing) grinding, sawing, welding and torch cutting operations, such as slag, mill Scale, baghouse dust, grinder dust, and sludge.

C) RESIDUAL AND OTHER METALLIC ELEMENTS

Copper

All grades shall be free of visible metallic copper which means free of copper – wound electric motors, sheets and copper coated materials, bearing shells, winding, and radiator cores.

All grades shall be free of all but negligible amounts of wire, insulated wire and cable tubing and other copper, brass items mixed with, attached to, or coating ferrous scrap.

All grades shall be free of material with high dissolved copper content such as rebars and merchant bars which will be grouped in the high residual grades.

Tin

All grades shall be free of tin in any forms such as tin cans, tin coated materials etc. as well as bronze elements such as rings, bearing shells etc.

Lead

All grades shall be free of lead in any forms such as batteries, solder, wheel weights, terne plate, cable ends, bearings, bearing shell etc

Chromium, Nickel, Molybdenum

All grades shall be free of alloyed steels and stainless steels as well as of mechanical parts (which mainly contain these elements) such as motors, drive gears for trucks, axles, gear boxes, gear wheels, tools and dies as well as non magnetic pieces.

Aimed Analytical Contents

(see under „Aimed Analytical Contents“ of this specification)

The levels indicated for certain of these metallic elements in the different grades listed here, are typical maximum contents.

Supply of scrap not falling within the analytical limits of this list of grades is, nevertheless, permitted with specific prior agreement between supplier and consumer based on the knowledge of the real nature/content of the material in question.

Specific or contractual maximum contents are subject to agreement between supplier and purchaser and should be specified when ordering.

D) MIXTURE OF GRADES

No delivery shall contain a mixture of grades, unless by joint agreement.

EUROPEAN STEEL SCRAP SPECIFICATION

CATEGORY	Specification	Description	Dimension	Density	Steriles ⁽¹⁾
OLD SCRAP	E 3	<p>Old thick steel scrap, predominantly more than 6 mm thick in sizes not exceeding 1,5x0,5x0,5 m prepared in a manner to ensure direct charging.</p> <p>May include tubes and hollow sections. Excludes vehicle body scrap and wheels from light vehicles.</p> <p>Must be free of rebars and merchant bars, free of metallic copper, tin, lead (and alloys), mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents.</p> <p>Refer to points B) and C) of the general conditions.</p>	<p>Thickness ≥ 6 mm</p> <p>$< 1,5 \times 0,5 \times 0,5$ m</p>	$\geq 0,6$	≤ 1 %
	E 1	<p>Old thin steel scrap predominantly less than 6 mm thick in sizes not exceeding 1,5x0,5x0,5 m prepared in a manner to ensure direct charging. If greater density is required it is recommended that maximum 1 metre is specified.</p> <p>May include light vehicle wheels, but must exclude vehicle body scrap and domestic appliances.</p> <p>Must be free of rebars and merchant bars, free of metallic copper, tin, lead (and alloys), mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents.</p> <p>Refer to points B) and C) of the general conditions.</p>	<p>Thickness < 6 mm</p> <p>$< 1,5 \times 0,5 \times 0,5$ m</p>	$\geq 0,5$	$< 1,5$ %
NEW SCRAP Low Residuals Uncoated ⁽²⁾	E 2	<p>Thick new production steel scrap predominantly more than 3 mm thick prepared in a manner to ensure direct charging. The steel scrap must be uncoated unless permitted by joint agreement and be free of rebars and merchant bars even from new production.</p> <p>Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys), mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents.</p> <p>Refer to points B) and C) of the general conditions.</p>	<p>Thickness ≥ 3 mm</p> <p>$< 1,5 \times 0,5 \times 0,5$ m</p>	$\geq 0,6$	$< 0,3$ %
	E 8	<p>Thin new production steel scrap predominantly less than 3 mm thick prepared in a manner to ensure direct charging. The steel scrap must be uncoated unless permitted by joint agreement and <u>be free of unbound ribbons</u> to avoid trouble when charging.</p> <p>Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys) mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents.</p>	<p>Thickness < 3 mm</p> <p>$< 1,5 \times 0,5 \times 0,5$ m</p> <p>(except bond ribbons)</p>	$\geq 0,4$	$< 0,3$ %

CATEGORY	Specifi- cation	Discription	Dimension	Density	Steriles ⁽¹⁾
		Refer to points B) and C) of the general conditions.			
	E 6	New production thin steel crap (less than 3 mm thick) compressed or firmly baled in a manner to ensure direct charging. The steel scrap must be uncoated unless permitted by joint agreement. Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys), mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents. Refer to points B) and C) of the general conditions.		≥ 1	< 0,3 %
SHREDDED	E 40	Shredded steel scrap. Old steel scrap fragmented into pieces not exceeding 200 mm in any direction for 95 % of the load. No piece, in the remaining 5 %, shall exceed 1000 mm. Should be prepared in a manner to ensure direct charging. The scrap shall be free of excessive moisture, loose cast iron and incinerator material (especially tin cans). Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys) and steriles to meet the aimed analytical contents. Refer to points B) and C) of the general conditions.		> 0,9	< 0,4 %
STEEL TURNINGS ⁽³⁾	E 5 H	Homogeneous lots of carbon steel turnings of known origin, free from excessive bushy. Should be prepared in a manner to ensure direct charging. Turnings from Free Turning Steel must be clearly identified. The turnings must be free from all contaminants such as non ferrous metals, scale, grinding dust and heavily oxidized turnings or other materials from chemical industries. Prior chemical analysis could be required.			(*)
	E 5 M	Mixed lots of carbon steel turnings, free from excessive bushy and free from turnings from Free Cutting Steel. Should be prepared in a manner to ensure direct charging. The turnings must be free from all contaminants such as non ferrous metals, scale, grinding dust and heavily oxidized turnings or other materials from chemical industries.			(*)
HIGH RE- SIDUAL SCRAP	EHRB ⁽⁴⁾	Old an new steel scrap consisting mainly of rebars and merchant bars prepared in a manner to ensure direct charging. May be cut, sheared or baled and must be free of excessive concrete or other construction material. Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys), mechanical pieces and steriles to meet the aimed analytical contents.	Max. 1,5x0,5x0,5 m	$\geq 0,5$	< 1,5 %

CATEGORY	Specification	Description	Dimension	Density	Steriles ⁽¹⁾
		Refer to points B) and C) of the general conditions.			
	EHRM ⁽⁵⁾	Old and new mechanical pieces and components not accepted in the other grades prepared in a manner to ensure direct charging. May include cast iron pieces (mainly the housing of the mechanical components). Must be free of metallic copper, tin, lead (and alloys) and pieces such as bearing shell, bronze rings and other as well as steriles to meet the aimed analytical contents. Refer to points B) and C) of the general conditions.	Max. 1,5x0,5x0,5 m	≥ 0,6	< 0,7 %
FRAGMENTISED SCRAP FROM INCINERATION	E 46	Fragmentised incinerator scrap. Loose steel scrap processed through an incinerating plant for household waste followed by magnetic separation, fragmentised into pieces not exceeding 200 mm in any direction and consisting partly of tin coated steel cans. Should be prepared in a manner to ensure direct charging. The scrap shall be free of excessive moisture and rust. Must be free of <u>excessive metallic copper, tin, lead (and alloys)</u> and steriles to meet the aimed analytical contents. Refer to points B) and C) of the general conditions.		≥ 0,8	Fe-content ≥ 92 %

- (1) Corresponds to the weight of steriles, not adhering to the scrap, remaining at the bottom of the vehicle after unloading by magnet
- (2) Coated Material must be notified
- (3) Free from all contaminants (non ferrous metals, scale, grinding dust, chemical materials, excess oil)
- (4) Rebar and Merchant Bar must be classified apart due essentially to the copper content which could place them out with old scrap and new scrap low residual grades.
- (5) Mechanical and engine components must be classified apart principally due to their Ni, Cr and Mo content which could place them out with the thick old scrap and heavy new scrap low residual grades.
- (*) Todate, no clear method to determine these values.

Aimed Analytical Contents

The values retained for the analytical contents are those which have been experienced in real terms in the various countries of the European Union and are achieved by scrap yards working normally with standard methods and standard equipment.

CATEGORY	Specification	Aimed Analytical Contents (residuals) in %				
		Cu	Sn	Cr,Ni,Mo	S	P
OLD SCRAP	E 3	≤ 0,250	≤ 0,010	Σ ≤ 0,250		
	E 1	≤ 0,400	≤ 0,020	Σ ≤ 0,300		
NEW SCRAP Low Residuals Uncoated ⁽²⁾	E 2	Σ ≤ 0,300				
	E 8	Σ ≤ 0,300				
	E 6	Σ ≤ 0,300				
SHREDDED	E 40	≤ 0,250	≤ 0,020			
STEEL TURNINGS ⁽³⁾	E 5 H	Prior Chemical Analysis could be required				
	E 5 M	≤ 0,400	≤ 0,030	Σ ≤ 1,0	≤ 0,100	
HIGH RESIDUAL SCRAP	EHRB	< 0,450	≤ 0,030	Σ ≤ 0,350		
	EHRM	≤ 0,400	≤ 0,030	Σ ≤ 1,0		
FRAGMENTISED SCRAP FROM INCINERATION	E 46	≤ 0,500	≤ 0,070			

(2) Coated Material must be notified

(3) Free from all contaminants (non ferrous metals, scale, grinding dust, chemical materials, excess oil)

