



Erhebung und Darstellung des Sperrmüllaufkommens in Wien

Sortier- und Inputanalyse 2001

*Grundlage für die Entwicklung von
Maßnahmen zur Abfallvermeidung und
für eine nachhaltige Sperrmüllentsorgung*

Endbericht

Österreichisches Ökologie-Institut

Christian Pladerer

Volkmar Kloud

Henriette Gupfinger

Barbara Rappl

Gina Roiser-Bezan

Im Auftrag der MA 48

2002

„Aus heutiger Sicht nutzt es nicht, wie es in der Vergangenheit der Fall war, Verfahren zu entwickeln, die in der Industrie durchführbar sind, wenn diese nicht zugleich wirtschaftlich, konkurrenzfähig, schadstoffarm und ethisch vertretbar sind. Mit anderen Worten, umweltschonenden, emissionsarmen Technologien, die zudem sparsam mit dem Rohstoff und mit der Energie umgehen und Abfall vermeiden, gehört die Zukunft.“
Ernst et al. (1998)

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	9
2	EINLEITUNG	15
3	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN.....	17
3.1	Begriffsdefinition Sperrmüll.....	17
3.2	Baurestmassenverordnung	17
3.3	Sperrmüllmengen in Österreich	18
3.4	Sperrmüllsammlung und -mengen in Wien	19
3.5	Einflussgrößen auf das kommunale Sperrmüllaufkommen.....	23
3.6	Sperrmüllsortieranalysen	24
3.6.1	Ausgangslage für die Wiener Sperrmüllsortieranalysen	25
3.6.2	Sperrmüllsortieranalyse in Niederösterreich 1999	26
3.6.3	Tiroler Sperrmüllprojekt, 1996	27
3.6.4	Salzburger Müllanalysen 1990/1995 und Bilanz 1999.....	28
3.6.5	Sperrmüllanalysen in Deutschland	29
3.7	Zusammenfassung der Sperrmüllzusammensetzung	38
4	SPERRMÜLLSORTIERANALYSE 2001 IN WIEN [ÖKOLOGIE-INSTITUT]	40
4.1	Input und Outputmengen der Sperrmüllumladestation auf der Deponie Rautenweg.....	40
4.2	Sperrmüllsortieranalyse 2001 - Wiener Mistplätze	44
4.3	Wiener Sperrmüllsortieranalyse 1999/2000, durchgeführt von der MA 48.....	52
4.4	Wiener Sperrmüllsortieranalyse 2001 im Vergleich zur Analyse 1999/2000	54
4.5	Jährliche Sperrmüllmenge und Sperrmüllzusammensetzung in Wien basierend auf der Sortieranalyse 2001	57
5	VERWERTUNG UND ENTSORGUNG VON HOLZABFÄLLEN.....	61
5.1	Begriffsdefinitionen	61
5.2	Schadstoffe in Holzabfällen	63
5.3	Abgrenzung von Holzabfallarten unterschiedlicher Belastung in Deutschland.....	64
5.4	Ermittlung und Nachweis von Holzschutzmittelwirkstoffen im Altholz.....	66

5.5	Verwertungsmöglichkeiten von Altholz	70
5.5.1	Stoffliche Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie	70
5.5.2	Altholz als Zuschlagstoff bei der Kompostierung.....	71
5.5.3	Weitere stoffliche Verwertungsmöglichkeiten von Altholz	72
5.5.4	Thermische Verwertung.....	72
5.5.5	Zusammenfassung der Altholzverwertung in Deutschland.....	74
5.5.6	Stoffliche Verwertung von Holzabfällen in Europa	75
5.5.7	Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten	76
5.5.8	Span- und Faserplatten aus Altmöbeln und Produktionsresten	80
5.6	Situation des Altholzverwertung in Österreich	80
5.6.1	Stoffliche Verwertung von Holzabfällen in Österreich.....	81
6	ALTMÖBEL – SAMMLUNG UND VERWERTUNG	85
6.1	Entwicklungen in europäischen Ländern	86
6.2	Probleme bei der Sammlung, Wiederverwertung und Entsorgung von Altmöbeln	87
6.3	Ableitung von Maßnahmenvorschlägen	89
7	VERMEIDUNGSMAßNAHMEN VON SPERRMÜLL	91
7.1	Voraussetzungen zur Vermeidung von Sperrmüll	91
7.2	Erfolgreiche Beispiele aus der Bundesrepublik Deutschland	91
7.3	Versteigerungen im Internet	94
8	VERWERTUNG VON KUNSTSTOFFTEPPICHABFÄLLEN	95
8.1	Energetische Verwertung	95
8.2	Rohstoffliche Verwertung	95
8.3	Werkstoffliche Verwertung	96
8.3.1	Teppichverwertung durch die Carpet Recycling Europe GmbH.....	97
8.3.2	Sammelsysteme für Alteppiche	98
8.3.3	Teppichverwertung	98
8.3.4	Recycling von Polyamid-Teppichböden	99
8.3.5	Recycling von Wollteppichböden	101
9	BEHANDLUNG VON POLSTERMÖBELN	103
9.1	Pilotprojekt Polstermöbel	103
9.2	Remanufacturing-Konzept für Polstermöbel	104
10	VERWERTUNG VON MATRATZENABFÄLLEN	107
10.1	Matratzenrecycling - Pilotprojekte	107
10.2	Verwertung von Matratzen aus Schaumpolyurethanen	108

11	WIENER MISTPLÄTZE INPUTANALYSE 2001	111
11.1	Woher kennen die Wienerinnen und Wiener die Mistplätze?	112
11.2	Besucherstromanalyse	114
11.3	Wiederverwendbarkeit einzelner Sperrmüllfraktionen als Flohmarktware	117
12	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	119
13	ANHANG	123
13.1	Abbildungsverzeichnis	123
13.2	Tabellenverzeichnis	123
13.3	Literaturverzeichnis	125
13.4	Diverse Protokolle und Fragebogen	135

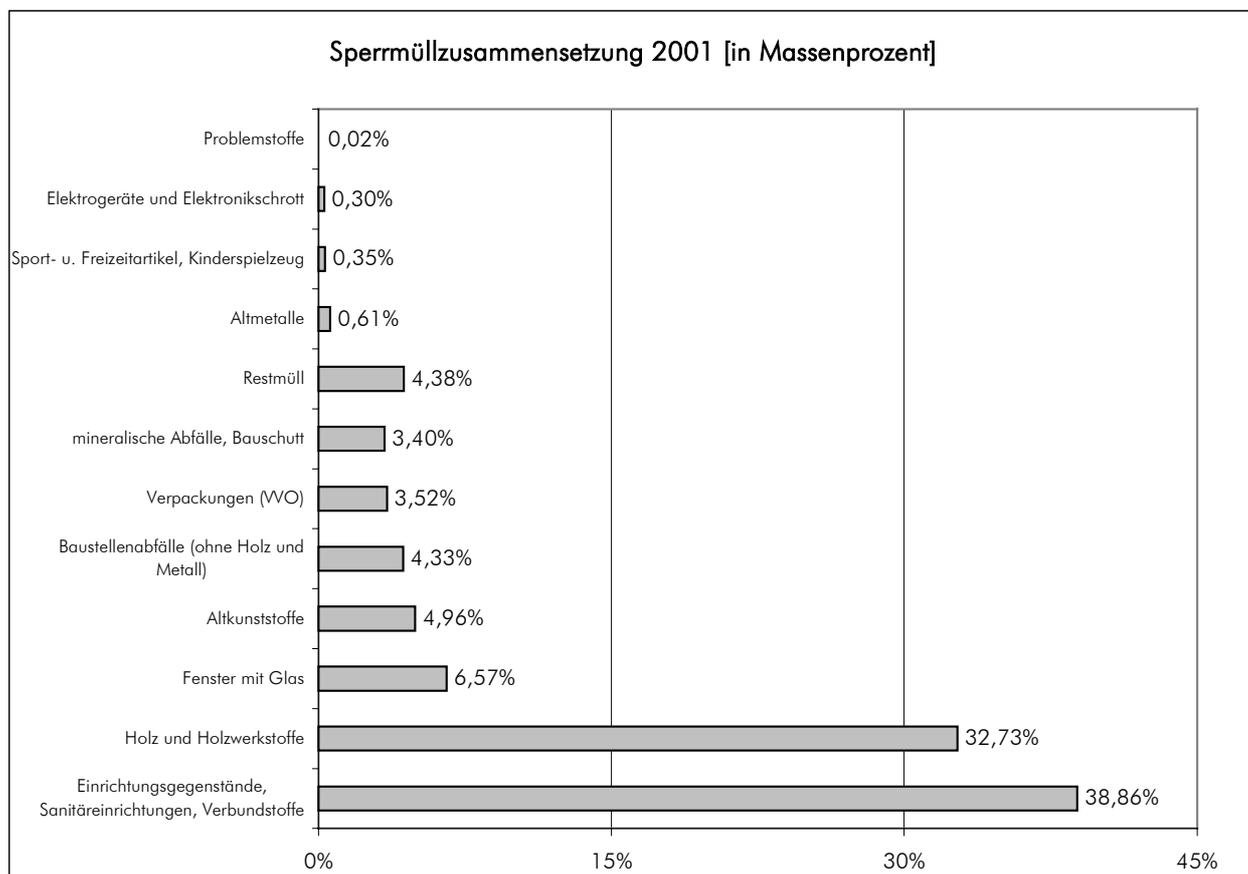
1 Zusammenfassung

Ein wesentliches Ziel des österreichischen Abfallwirtschaftsgesetzes ist, dass nach dem Vorsorgeprinzip heutige Deponien durch so genannte Endlager ersetzt werden müssen. Das primäre Ziel eines Endlagerkonzepts ist die "nachsorgefreie Deponie", die nach Abschluss der Ablagerung nicht mehr betreut werden muss. Langfristig kann eine Deponie nicht von der Atmosphäre und vom Untergrund vollständig abgeschlossen werden, daher ist das Hauptaugenmerk auf die Immobilisierung des Abfalls zu legen. In Zukunft sollen daher nur noch Abfälle mit "Endlagerqualität" abgelagert werden, das sind Abfälle, die auch über lange Zeiträume nur umweltverträgliche, die natürlichen Stoffflüsse nicht wesentlich verändernden Emissionen abgeben. Die Erfüllung des Vorsorgeprinzips bedingt die Optimierung der Zuordnung von Stoffen zu geeigneten Behandlungs- und Entsorgungswegen. Ziel dieser Arbeit ist es basierend auf einer Sortieranalyse und einer Inputanalyse auf den Wiener Mistplätzen die einzelnen Vermeidungsmaßnahmen für Sperrmüll aufzuzeigen und Sammel-, Verwertungs- und Entsorgungsschienen zu diskutieren.

In Wien wird Sperrmüll über ein Bring- und Holsystem gesammelt. Der Wiener Bevölkerung steht die Möglichkeit einer kostenpflichtigen Sperrmüllabfuhr zur Verfügung. Auf den 19 Wiener Mistplätzen werden Sperrmüllmengen bis zu 1m³ kostenlos entgegengenommen.

Diese zwei Sammelsysteme wurden analysiert. Von drei ausgewählten Mistplätzen wurde der Sperrmüll mittels einer Sortieranalyse hinsichtlich der Zusammensetzung untersucht. Das Ergebnis der **Sortieranalyse 2001** ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Sperrmüllzusammensetzung 2001 [in Masseprozent]



4,5 Tonnen Problemstoffe wurden nach der durchgeführten Berechnung 2001 mit dem Sperrmüll ohne Vorbehandlung deponiert. Um diese Menge zu reduzieren, ist es einerseits notwendig die Aufklärung direkt am Mistplatz zu verstärken, bzw. die Bewusstseinsbildung durch die Abfallberatung hinsichtlich der getrennten Sammlung von Problemstoffen zu forcieren.

Der Anteil an **Verpackungsmaterial** ist mit fast **840 Tonnen** sehr hoch. Fraglich ist jedoch, ob dieses Material einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, da der Verschmutzungsgrad dieser Verpackungen extrem hoch ist. Der Anteil an **Getränkeverpackungen**, die in typischen Baustellenmischabfällen aus Privathaushalten in Säcken mitgesammelt werden, beträgt ca. **1,2 Tonnen**.

Abbildung 2: Getränkeverpackungen im Sperrmüll 2001



Behandeltes Holz im Sperrmüll macht in Wien pro Jahr eine Abfallmenge von rd. **7.240 Tonnen** aus. Der Anteil an **unbehandeltem Holz** im Sperrmüll, der primär für die stoffliche Wiederverwertung von Holz in Frage kommen würde, beträgt rd. **210 Tonnen**.

Abbildung 3: Behandeltes und unbehandeltes Altholz im Sperrmüll 2001



Der Anfall an **Teppichabfällen** aus Kunststoffen und Textilien kann mit über **1.600 Tonnen** angegeben werden. **Polstermöbel** mit ca. **5.415 Tonnen** bilden neben behandeltem Holz die zweitgrößte Fraktion im Sperrmüll. Der Anfall an **Matratzenabfälle** beträgt jährlich ca. **1.750 Tonnen**.

Abbildung 4: Teppichabfälle im Sperrmüll 2001



Baustellenabfälle stellen einen Anteil von ca. **1.030 Tonnen** und **Altfenster** von ca. **1.565 Tonnen** der jährlich anfallenden Sperrmüllmenge in Wien dar.

Abbildung 5: Baustellenmischabfälle im Sperrmüll 2001



Tabelle 1: Prozentuelle Aufteilung 2001 auf die Sperrmüllmenge von Wien (2000)

		Sperrmüll Wien 2000 Hochrechnung	
		Tonnen	Prozent
1	Problemstoffe	4,5	0,02 %
2	Verpackungen (WVO)	837,7	3,52 %
3	Holz und Holzwerkstoffe	7.796,5	32,73 %
4	Altmetalle	144,7	0,61 %
5	Altkunststoffe	1.180,6	4,96 %
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	71,7	0,30 %
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	9.257,0	38,86 %
8	Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)	1.032,3	4,33 %
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	82,2	0,35 %
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	808,8	3,40 %
11	Restmüll	278,9	1,17 %
12	Fenster mit Glas	1.564,7	6,57 %
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	763,4	3,20 %
	Summe	23.823,0	100,00 %

Bei allen stofflichen Verwertungsverfahren für **Teppichabfälle** ist jedoch ein hoher Anteil an Störstoffen problematisch und führt zu hohen Kosten. Bei der energetischen Verwertung ist zu beachten, dass Füll- und Schmutzstoffe den Heizwert stark reduzieren und als Rückstand in der Schlacke anfallen.

Im Allgemeinen bestehen **Polstermöbel** zu 95 Gewichtsprozent aus brennbarem Material mit hohem Heizwert wie einem Holzgerüst, Schaumstoff, Überzugsmaterial (Textilien, Leder) und Platten und nur zu 5 Gewichtsprozent aus Metallen. Ein Drittel der gebrauchten Polstermöbel werden zwei- bis dreimal wiederverwendet und können danach aufgrund der Zusammensetzung einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Als Alternativen dazu wurden Pilotprojekte gestartet, in denen versucht wird Möbelstücke aufzuarbeiten (Austausch von Verschleißteilen), einer Sekundärproduktion zuzuführen (Demontage von Altmöbeln und Wiederverwendung von Einzelteilen) und Teile die anderweitig nicht verwertbar sind chemisch oder physikalisch zu recyceln. Hinderlich für diese Art der Verwertung sind verschiedene Verbindungstechniken. Außerdem fehlt eine Standardisierung von Bauteilen nicht nur zwischen Bauteilen unterschiedlicher Hersteller, sondern auch bei ein- und demselben Polstermöbelhersteller.

Die entsorgten **Matratzen** werden zur Zeit in Europa entweder thermisch verwertet oder auf Deponien abgelagert. Zur Wiederverwertung von Matratzen wurden bisher einige Pilotprojekte durchgeführt, bisher konnte noch keine kostendeckende Verwertungsmethode gefunden werden.

Erste Ansätze für die Erfassung und Verwertung von **Altmöbeln** existieren für Büromöbel. Hersteller organisieren beim Erwerb neuer Büromöbel die Abholung der alten Bestände. Eine große Anzahl von Sesseln (2-3 Millionen), Schreibtischen (1-2 Millionen) und Wandregalen (2-3 Millionen) werden dadurch in Europa jährlich wiederverwendet. Für Privatkunden gibt es nur vereinzelte Angebote zur Rücknahme von Möbeln.

In Schweden gibt es Bestrebungen eine Produzentenhaftung der Möbelhersteller durchzusetzen und sie dadurch zu motivieren einen Aktionsplan zur Wiederverwendung und –verwertung von Möbeln auszuarbeiten. In Deutschland wird eine Beteiligung der Möbelhersteller an den Kosten der Schaffung von Müllsammlungssystemen diskutiert. In Finnland wird derzeit an einem Pilotprojekt zum Altmöbelmanagement gearbeitet, das Möglichkeiten zur Sammlung und Ressourcenwiedergewinnung von gebrauchten Möbeln untersucht.

Als Verwertungsweg für **Holzabfälle** wird die stoffliche Verwertung zur Herstellung von Holzwerkstoffen (Spanplattenindustrie) und die energetische Verwertung in Feuerungsanlagen genutzt. Wichtig ist in beiden Fällen die Belastung mit Schadstoffen. Feuerungsanlagen für Hölzer, die mit Holzschutzmitteln behandelt wurden, werden verordnungsrechtlich mit Müllverbrennungsanlagen gleichgesetzt. Eine „Online-Analytik“ mit der Altholzsortimente relativ lückenlos überwacht werden könnten, ist nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse nicht durchführbar. Realistischer ist eine (routinemäßige) Stichprobenkontrolle am Anfallsort, um das Material geeigneten Verwertungsschienen zuzuordnen, oder bei der Annahme zur stofflichen Verwertung, um die Chargen auf Verunreinigungen zu untersuchen. Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten von Altholz sind Umbau, Reparatur, Reinigung und erneuter Einsatz, Zerkleinerung und Einsatz in der Erzeugung von Spanplatten, Zuschlagstoff bei der Kompostierung, Zerkleinerung und Einsatz als Bodenbelag und als Rohstoff in der Papier- und Möbelindustrie. Die stoffliche Verwertung von sortenreinen Holzabfällen wird zur Zeit hauptsächlich in der Holzwerkstoffindustrie durchgeführt. Der Anteil an **unbehandeltem Holz** ist im Wiener Sperrmüll wurde für 2001 mit rd. 210 Tonnen erhoben. Diese Menge rechtfertigt nach dem derzeitigen Stand der Technik keine aufwendigen und kostenintensiven Analytikverfahren. Die Menge könnte jedoch durch direkte Information bei den Abgabestellen - den Wiener Mistplätzen - reduziert werden, da geeignete Sammelcontainer für Altholz auf den meisten Mistplätzen vorhanden sind.

Das Ergebnis der **Inputanalyse** zeigt, dass **60 bis 75 %** der BesucherInnen den Mistplatz kennen, weil er auf dem aktuellen bzw. früheren Weg zur Arbeitsstätte oder zur Wohnadresse liegt. Auffallend ist, dass der Mistplatz im 2. Bezirk nur zu 1,6 % und der Mistplatz 14. Bezirk nur zu 2 %, jedoch der Mistplatz 10. Bezirk zu 12,1 % aus dem Internet bekannt ist.

Informationsmaterial der Stadt Wien werden von 18 % der Befragten im 10. Bezirk als Informationsquelle angegeben, in den anderen Bezirken jedoch nur von 3 bis 4 %.

2 bis 6 % der Befragten informierten sich am Misttelefon über den Standort des Mistplatzes. Weitere Informationsquellen waren von 2 bis 5 % das Telefonbuch und 4 bis 6 % Tipps aus dem Bekannten- bzw. Verwandtenkreis.

2 Einleitung

Im österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz ist als wesentliches Ziel festgeschrieben, dass "nur solche Stoffe als Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung kein Gefährdungspotenzial für nachfolgende Generationen darstellt (Vorsorgeprinzip)". Dieses Prinzip bedingt, dass die derzeitigen Deponien durch so genannte Endlager ersetzt werden müssen. Das primäre Ziel des Endlagerkonzepts ist die "nachsorgefreie Deponie", die nach Abschluss der Ablagerung nicht mehr betreut werden muss. Dieses Konzept beruht auf drei Schranken zwischen der Deponie und der Umwelt. Erstens die künstlichen Abdichtungsmaßnahmen, zweitens die geologische Barriere und die wichtigste Barriere, das Deponiematerial selbst. Langfristig kann eine Deponie nicht von der Atmosphäre und vom Untergrund vollständig abgeschlossen werden, daher ist das Hauptaugenmerk auf die Immobilisierung des Abfalls zu legen. In Zukunft sollen daher nur noch Abfälle mit "Endlagerqualität" abgelagert werden, das sind Abfälle, die auch über lange Zeiträume nur umweltverträgliche, die natürlichen Stoffflüsse nicht wesentlich verändernden Emissionen abgeben.

Die Erfüllung des Vorsorgeprinzips bedingt die Optimierung der Zuordnung von Stoffen zu geeigneten Behandlungs- und Entsorgungswegen.

In dieser Arbeit werden die verschiedenen Wege der Sperrmüllvermeidung, -sammlung, -behandlung und -entsorgung aufgezeigt und diskutiert.

Jährlich fallen Millionen Einrichtungsgegenstände in den Ländern der Europäischen Union zur Verbrennung und Ablagerung an. Nach den jährlich in der EU verkauften Möbelmengen und den Austauschraten in den unterschiedlichen Möbelkategorien kann rückgeschlossen werden, dass 12 Millionen Schränke, 3 Millionen Einbauküchen, 21 Millionen Sessel und 7,2 Millionen Tische nicht länger verwendet und daher entsorgt werden. Die anfallenden Materialien setzen sich vor allem aus mit Papier- oder Kunststofffolien überzogenen Holzbrettern, Holz, Metall, Kunststoff und Glas zusammen. Nur wenige der verwendeten Materialien können wiederverwertet werden, wie zum Beispiel Holz-, Glas- und Metallabfälle. Insgesamt werden zwischen 8 und 10 Millionen Tonnen an Einrichtungsgegenständen jährlich in den EU entsorgt. Dies stellt in etwa 35 % des gesamten EU-weit anfallenden Sperrmülls aus Haushalten und 4 bis 5 % des kommunalen Restabfalls dar.

Altmöbeln, wie Polstergarnituren oder Einrichtungsgegenstände aus Holzwerkstoffen werden über kommunale Sperrmüllsysteme gesammelt und auf Deponien abgelagert. Laut Deponieverordnung dürfen ab 1.1.2004 nur mehr Abfälle mit einem Gehalt von weniger als 5 % organischem Kohlenstoff abgelagert werden. Diese Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen bedeutet, dass Sperrmüll vor der Deponierung thermisch behandelt werden muss. Deponiert wird anschließend nur die Asche, womit eine Entlastung der Deponien von organischer Substanz erreicht werden soll.

Dies betrifft natürlich auch den Sperrmüll, der auf den Wiener Mistplätzen gesammelt wird, und der ab diesem Zeitpunkt nicht mehr unbehandelt deponiert werden kann. Um ökologische wie auch ökonomische Behandlungsmöglichkeiten finden zu können, ist es notwendig die Zusammensetzung dieser Abfallart zu kennen.

Aus ökologischer Sicht ist die Fokussierung alleine auf die thermische Verwertung jedoch höchst bedenklich, da der Kreislaufwirtschaft damit unwiederbringlich Wertstoffe entzogen werden. Gerade die steigenden Rohölpreise machen deutlich, dass ein schonender Umgang mit den Ressourcen auch aus ökonomischer Sicht von großer Bedeutung ist.

Auch besteht im Zuge der Einführung neuer Rücknahmepflichten durch den Gesetzgeber die Möglichkeit, dass in Zukunft beispielsweise eine Rücknahmepflicht für Altmöbel eingeführt wird.

Im Jahr 2000 wurden in Wien 23.823 Tonnen Sperrmüll auf der Deponie Rautenweg abgelagert. Dieser Sperrmüll stammt hauptsächlich aus Privathaushalten und wird auf den Mistplätzen gesammelt. Weiters wurden 19.111 Tonnen unbehandeltes und behandeltes Altholz getrennt erfasst. Der Wiener Sperrmüll¹, der auf den Mistplätzen gesammelt wird, setzt sich aus Matratzen, Teppichen, Teppichrollen aus Karton, Möbel, Fenster und Türen, Spanplatten und Teerpappe (in Ausnahmefällen, wenn aus Platzgründen keine eigene Mulde stehen kann auch beschichtetes und lackiertes Holz) zusammen.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, Möglichkeiten zur Reduzierung des Sperrmüllaufkommens und Wege für eine zukunftsorientierte ökologische und nachhaltige Sperrmüllentsorgung in Wien aufzuzeigen. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Entwicklung von Maßnahmen zur Abfallvermeidung dienen. Auf Basis von Sortieranalysen für Sperrmüll wurde die gesammelte Sperrmüllmenge auf den Wiener Mistplätzen in einzelne Fraktionen gemäß eines Kriterienkatalogs sortiert und analysiert. Das Sammelgut der Sperrmüllsammlung wurde nach gezielten Gesichtspunkten untersucht. Die Herkunft der einzelnen Fraktionen wurde durch Input-Befragungen bei den Anlieferungen direkt auf den Mistplätzen festgestellt. Ergebnis der Sortieranalysen sollte eine Abschätzung der einzelnen Sperrmüllfraktionen unter dem Gesichtspunkt der stofflichen Verwertbarkeit des Wiener Sperrmüllaufkommens sein.

Unterschiedliche demografische Merkmale, wie Kaufkraft und Siedlungsstruktur der Wiener Bevölkerung flossen bei der Auswahl der Zugriffsebene (Wahl des Mistplatzes) für die Sortieranalysen und Input-Befragungen auf den Mistplätzen ein. Es wird davon ausgegangen, dass die Jahreszeiten einen Einfluss auf Menge und Zusammensetzung des Sperrmülls haben. Daher erfolgte die Sortieranalyse für jeden der drei Mistplätze viermal im Jahr.

Durch Sortieranalysen wurden massenbezogene Abschätzungen der einzelnen Sperrmüllfraktionen unter dem Hauptgesichtspunkt der stofflichen Wiederverwertbarkeit durchgeführt.

Anhand von Sperrmüllsortieranalysen wurden die auf drei Mistplätzen gesammelten Sperrmüllmengen und deren Zusammensetzung in den unterschiedlichen Jahreszeiten untersucht. Basierend auf der Sperrmüllanalyse 1999/2000 der MA 48 wurden die Mistplätze Zwischenbrücken (2. Bezirk), Favoriten (10. Bezirk) und Baumgarten (14. Bezirk) nach Absprache mit dem Auftraggeber ausgewählt.

Ansätze zur Abfallvermeidung in vergleichbaren, europäischen Städten im Hinblick auf eine nachhaltige Sperrmüllentsorgung wurden recherchiert. Mit Hilfe von Interviews mit verschiedenen österreichischen Sperrmüll-Verwertungsfirmen wurde der derzeitige Stand der Verwertungsmöglichkeiten für einzelne Sperrmüllfraktionen erhoben.

Ziel der Befragung der MistplatzbesucherInnen war eine Erhebung der Inputströme der einzelnen Mistplätze. Die Einteilung der Mistplätze für die Input-Befragungen erfolgt nach den selben demografischen Merkmalen der Wiener Bevölkerung analog zu den Schichtungskriterien der Wiener Sortieranalysen.

¹ Dienstanweisung der MA 48 (Straßenreinigung)

3 Allgemeine Grundlagen

Die folgenden Punkte erläutern kurz die Ausgangssituation der vorliegenden Studie in Hinblick auf gesetzliche Rahmenbedingungen und den Ist-Zustand der Sperrmüllentsorgung in Österreich und in Wien.

3.1 Begriffsdefinition Sperrmüll

Im § 4 Absatz 4 des Wiener Abfallwirtschaftsgesetzes ist Sperrmüll wie folgt definiert: Sperrmüll sind Abfälle aus privaten Haushalten, Betrieben und Anstalten sowie aus öffentlichen Einrichtungen, die wegen ihrer Größe oder Form nicht durch ortsübliche Hausmüllsammelsysteme (Systemabfuhr) erfasst, aber einer Abfallentsorgung ohne spezielle Aufbereitung zugeführt werden können.

Unter Sperrmüll versteht man in Deutschland (gemäß der Technischen Anleitung Siedlungsabfall) feste Abfälle, die wegen ihrer Sperrigkeit nicht in die im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behälter passen und getrennt vom Hausmüll gesammelt und transportiert werden. Für Sperrmüll wurde bis vor Kurzem die alte Abfallschlüsselnummer 91401 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) verwendet.

Der Europäische Abfallkatalog (EAK) sieht keinen speziellen Abfallschlüssel mehr vor. Es ist der EAK-Schlüssel 20 03 01 für gemischte Siedlungsabfälle zu verwenden. Nicht nur wegen der Aufgliederung der Abfallbilanzen wird die Abfallgruppe „Sperrmüll“ aber weiter verwendet werden.

3.2 Baurestmassenverordnung

Das Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl. 325/1990) formuliert neben den allgemeinen Zielbestimmungen der Abfallwirtschaft (Abfallvermeidung – Abfallverwertung – Abfallentsorgung) ein eigenes Verwertungsgebot bei Abbruch von Baulichkeiten im § 17 Abs. 2 Abfallwirtschaftsgesetz.

Baurestmassen enthalten in der Regel neben dem eigentlichen Bauschutt auch Bodenaushub, Asphaltaufbruch, sowie Holz-, Metall-, Kunststoff- und Baustellenabfälle. Seit 1. Jänner 1993 müssen laut Verordnung (BGBl. 259/1991) die im Rahmen eines Bauvorhabens anfallenden Baurestmassen in Stoffgruppen getrennt erfasst werden, sofern nachstehend angeführte Mengenschwellen je Stoffgruppe überschritten werden.

Tabelle 2: Mengenschwellen der Baurestmassentrennverordnung

Stoffgruppe	Mengenschwelle
Bodenaushub	20 t
Betonabbruch	20 t
Asphaltaufbruch	5 t
Holzabfälle	5 t
Metallabfälle	2 t
Kunststoffabfälle	2 t
Baustellenabfälle	10 t
mineralischer Bauschutt	40 t

Die Trennung in diese Stoffgruppen muss entweder direkt auf der Baustelle oder in einer Aufbereitungsanlage erfolgen. Die Trennung ist dabei so vorzunehmen, dass eine Verwertung der einzelnen Stoffgruppen möglich ist. Die Verantwortung für die Ausführung der Trennung liegt bei demjenigen, der die Bau- oder Abbruchtätigkeit veranlasst hat. Können die erfassten Materialien keiner Verwertung zugeführt werden, oder würden nachweislich durch lange Transportwege unverhältnismäßige Kosten entstehen, so können die Materialien zu einer Deponie gebracht werden. Wenn mineralische Baurestmassen deponiert, länger als ein Jahr zwischengelagert oder exportiert werden, ist neben sonstigen Entsorgungskosten ein Altlastenbeitrag zu entrichten.

In Österreich gibt es derzeit rund 70 stationäre bzw. mobile Baurestmassen-Recyclinganlagen² mit einer Jahreskapazität von 5 Mio. Tonnen. Die Deponieverordnung (BGBl. 164/1996) legt den Stand der Technik für Baurestmassen- und Bodenaushubdeponien fest. Sie gilt für Deponien, die neu zu genehmigen sind. "Alte" Deponien sind gemäß Wasserrechtsgesetznovelle für Deponien (BGBl. I Nr. 59/1997) an den Stand der Technik bis 1. Jänner 2004 stufenweise anzupassen. Das Deponieren von Baurestmassen ist somit altlastenbeitragspflichtig.

3.3 Sperrmüllmengen in Österreich

Laut Bundesabfallwirtschaftsplan betrug 1999 das Abfallaufkommen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen in Österreich rd. 3,10 Mio. t. Der Anteil der Sperrmüllmenge für 1999 betrug 219.000 t.

Das Restmüllaufkommen ist in den letzten Jahren in Österreich um zwei Prozent von 1.291.000 auf 1.315.000 Tonnen gestiegen, die Mengen an Rest- und Sperrmüll, die direkt und unbehandelt auf die Deponie gelangten, sind jedoch von 887.000 auf 884.000 Tonnen gesunken. Und das, obwohl die anfallenden Gesamtabfallmengen um 321.000 Tonnen (12 %) auf 3.096.000 Tonnen gestiegen sind. Zurückzuführen ist dieser Trend im wesentlichen auf das allgemeine Bevölkerungswachstum, den Trend zu Single-Haushalten und das Wirtschaftswachstum. Rein zahlenmäßig ist das gesamte österreichische Abfallpotenzial von rund 46,5 Millionen auf 48,6 Millionen Tonnen gestiegen. Das beruht allerdings nicht unbedingt auf einer tatsächlichen Zunahme der Müllmengen, sondern auf einer verbesserten statistischen Erfassung mengenmäßig bedeutsamer Abfallfraktionen³.

Im Vergleich zum Aufkommen im Jahr 1996 (dem Bezugsjahr des Bundes-Abfallwirtschaftsplans 1998) sind folgende Tendenzen für 1999 erkennbar⁴:

- Das gesamte Aufkommen an Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen hat sich um rd. 321.000 Tonnen bzw. rd. zwölf Prozent erhöht.
- Die Massen für Restmüll haben um rd. 24.000 Tonnen bzw. zwei Prozent zugenommen, jene für **Sperrmüll** geringfügig um rd. **2.000 Tonnen** bzw, rd. **ein Prozent abgenommen**.

Im Jahr **1999** sind in **Österreich** rd. **219.000 Tonnen Sperrmüll** gesammelt und entsorgt worden.

² Liste des Baustoffrecyclingverbandes (Standorte) kann unter www.br.v.at abgerufen werden.

³ <http://www.lebensministerium.at/umwelt/>

⁴ Bundesabfallwirtschaftsplan 2001 <http://www.lebensministerium.at/umwelt/>

3.4 Sperrmüllsammmlung und -mengen in Wien

Abbildung 6 zeigt die Mengen der Wiener Sperrmüllsammmlung in den letzten fünf Jahren. Es ist daraus ein Ansteigen von 1997 bis 1999 abzulesen. Im Jahr 2000 ist die gesamte Sperrmüllmenge für Wien geringfügig gesunken.

Abbildung 6: Darstellung der Sperrmüllmengen in Wien 1995 bis 2000 [Leistungsberichte 1995-2000, MA 48]

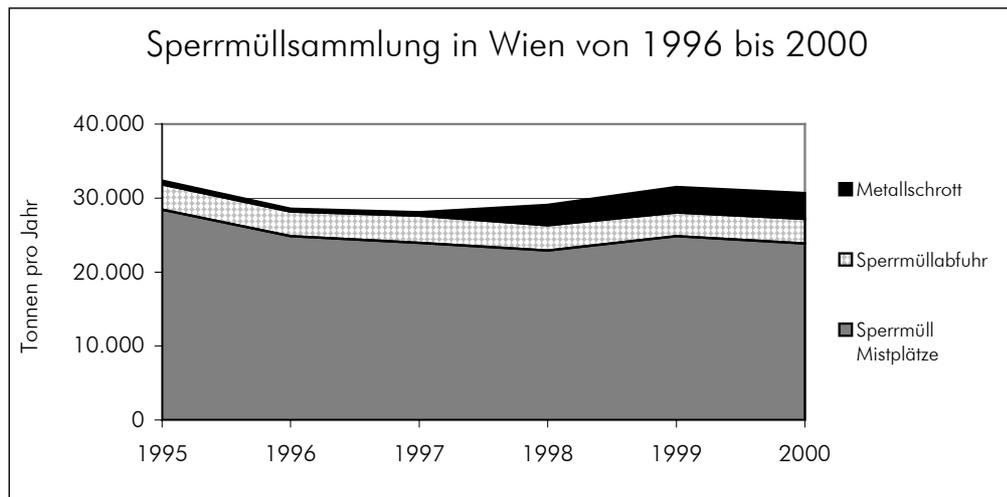
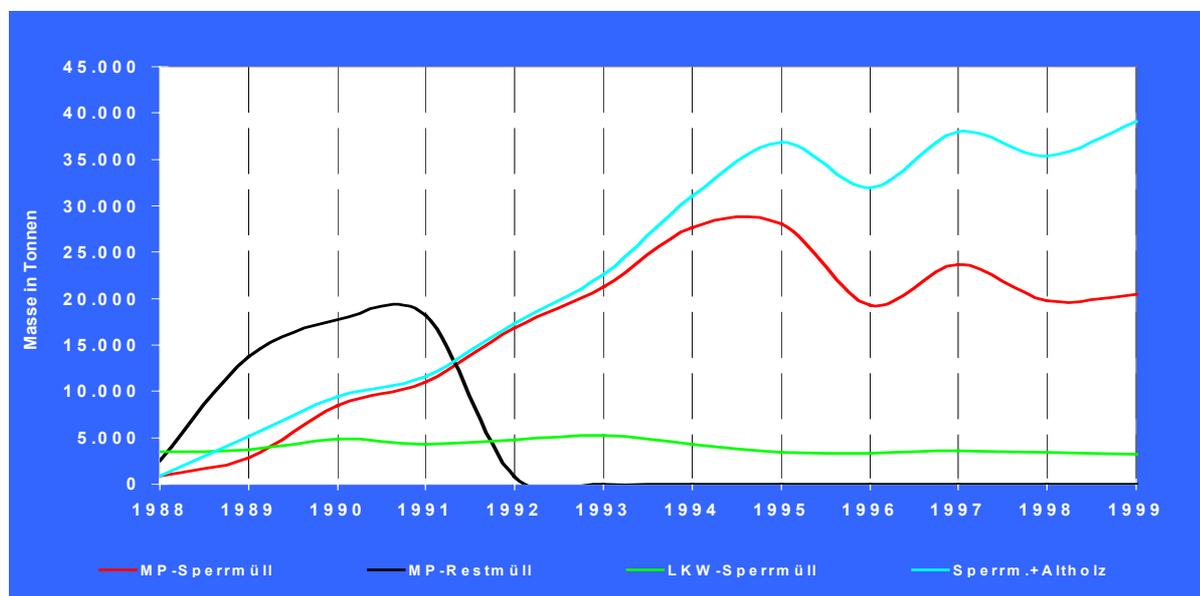


Abbildung 7: Entwicklung der Rest- und Sperrmüllmengen auf den Mistplätzen, sowie der LKW-Sperrmüllabfuhr, 1988 bis 1999: [Sperrmüllanalyse 2000, MA 48]



Der Vergleich der Jahresmengen der Sperrmüll- und Restmüllmassen, die von den Mistplätzen an die Deponie Rautenweg geliefert wurden, führt zu der Vermutung, dass seit dem Zeitpunkt, da kein Restmüll mehr auf den Mistplätzen gesammelt wurde, dieser in die Sperrmüllmenge eingeflossen ist. Die Sperrmüllsammung über die LKW-Abfuhr scheint jedoch die Mistplatzmengen nicht zu beeinflussen.

Tabelle 3 zeigt die Wiener System- und Sperrmüllmengen in den letzten fünf Jahren im Detail.

Tabelle 3: System- und Sperrmüllmengen in Wien 1995 bis 2000 [Leistungsberichte 1995-2000, MA 48]

Abfallmengen (in Tonnen)	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Systemmüllsammlung	447.756	467.256	469.238	469.118	488.456	494.212
Sperrmüll von Mistplätzen	28.454	24.858	23.950	22.924	24.854	23.823
Sperrmüllabfuhr	3.397	3.313	3.638	3.386	3.183	3.358
Summe Sperrmüll (Mistplätze und Sperrmüllabfuhr)	31.851	28.171	27.588	26.310	28.037	27.181
Metallschrott aus der Magnetabscheidung MVA ⁵ und ABA ⁶	527	385	488	2.750	3.476	3.465
Summe inkl. Metallschrott	32.378	28.556	28.076	29.060	31.513	30.646
Gesamtsumme (Sperrmüll und Systemmüll)	480.134	495.812	497.314	498.178	519.969	524.858
Anteil des Sperrmülls an der Summe von Sperrmüll und Systemmüll	6,7 %	5,8 %	5,6 %	5,8 %	6,1 %	5,8 %

Durchführung der Sperrmüllsammlung in Wien:

- Einerseits gibt es die Möglichkeit der kostenpflichtigen **Sperrmüllabfuhr**, wobei der Sperrmüll direkt von den Liegenschaften abgeholt wird.
- Andererseits existieren seit 1988 Abfallsammelplätze (**Mistplätze**), wo unter verschiedenen Annahmebedingungen von der Wiener Bevölkerung kostenlos Sperrmüll abgegeben werden kann.

Die 19 Wiener Mistplätze wurden im Jahr 2000 von 1.757.431 Personen (1998 von 1.363.590 Personen) frequentiert⁷.

Insgesamt wurden im Jahr 2000 auf den Mistplätzen 36.350 Tonnen Altstoffe und 7.775 Tonnen Kompost in Mulden gesammelt. Weiters wurden 56.744 Tonnen Bauschutt und 23.823 Tonnen Sperrmüll angeliefert.

In Tabelle 4 sind die einzelnen Abfallfraktionen, die auf den Wiener Mistplätzen von 1998 bis 2000 getrennt erfasst wurden, aufgezählt.

Tabelle 4: Abfallsammlung auf den Mistplätzen der MA 48, 1998 bis 2000

Abfallsammlung auf den Mistplätzen der MA 48

⁵ MVA...Müllverbrennungsanlage

⁶ ABA...Abfallbehandlungsanlage

⁷ <http://www.magwien.gv.at/ma48/mist1.htm>

	1998		1999		2000	
	in Tonnen	in Prozent	in Tonnen	in Prozent	in Tonnen	in Prozent
Mischabfälle (Sperrmüll)	22.954	27,07 %	24.854	19,86 %	23.823	18,73 %
Bauschutt	23.563	27,79 %	55.599	44,42 %	56.744	44,61 %
Wellpappe	1.493	1,76 %	1.763	1,41 %	1.843	1,45 %
Metalle und Dosen	10.969	12,94 %	12.056	9,63 %	12.521	9,84 %
Altholz unbehandelt	102	0,12 %	85	0,07 %	23	0,02 %
Altholz behandelt	15.516	18,30 %	18.507	14,79 %	19.668	15,46 %
Styropor	59	0,07 %	64	0,05 %	70	0,06 %
Altreifen	898	1,06 %	1.048	0,84 %	1.071	0,84 %
Bildschirmschrott	742	0,88 %	888	0,71 %	794	0,62 %
Elektrogeräte	222	0,26 %	288	0,23 %	360	0,28 %
Christbäume	8	0,01 %	24	0,02 %	38	0,03 %
Kompostrohmaterial	5.977	7,05 %	7.565	6,04 %	7.737	6,08 %
SUMME Altstoffe	35.986	42,45 %	42.288	33,78 %	44.125	34,69 %
Leergebinde	6,0	0,01 %	3,9	0,00 %	3,5	0,00 %
Organische gefährliche Abfälle	650,3	0,77 %	732,6	0,59 %	734,5	0,58 %
Anorganische gefährliche Abfälle	13,1	0,02 %	21,0	0,02 %	18,4	0,01 %
Medikamente	44,9	0,05 %	45,6	0,04 %	42,6	0,03 %
Gasentladungslampen	6,2	0,01 %	7,2	0,01 %	7,2	0,01 %
Motoröle	115,2	0,14 %	114,9	0,09 %	101,9	0,08 %
Speiseöle	125,4	0,15 %	119,9	0,10 %	120,6	0,09 %
Batterien	26,8	0,03 %	26,9	0,02 %	25,3	0,02 %
Bleiakkumulatoren (Starterbatterien)	375,8	0,44 %	397,6	0,32 %	426,7	0,34 %
Feuerlöscher	3,5	0,00 %	4,0	0,00 %	5,5	0,00 %
Gasflaschen	5,6	0,01 %	6,1	0,00 %	4,3	0,00 %
Ölradiatoren	30,0	0,04 %	47,2	0,04 %	47,6	0,04 %
Sonstige (Tonercartridges, Röntgenbilder,...)	9,5	0,01 %	1,6	0,00 %	1,6	0,00 %
SUMME Problemstoff-Sammlung	1.412,3	1,67 %	1.528,4	1,22 %	1.539,6	1,21 %
Kühlgeräte	864,5	1,02 %	904,7	0,72 %	979,6	0,77 %
SUMME	84.779,8	100 %	125.174,1	100 %	127.211,2	100 %

3.5 Einflussgrößen auf das kommunale Sperrmüllaufkommen

Die Menge und die Zusammensetzung des häuslichen Sperrmüllaufkommens in einem bestimmten Gebiet sind von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig.

Dabei kann nach **Einflussfaktoren** unterschieden werden, die **effektiv** das Aufkommen von Abfällen bestimmen, wie:

- Siedlungsstruktur (Art und Höhe des Verbauungsgrades)
- Sozialstruktur (Konsumverhalten, Kaufkraft)
- Nahversorgungsstruktur, Brennstoffart im Haushalt, etc.

und Faktoren, mit denen die **Entsorgungswege** der Abfallströme beeinflusst werden können, wie:

- Behältersystem und –größen in der Systemmüllabfuhr,
- Aufgestelltes, einwohnerbezogenes Behältervolumen ($l/EW \cdot a$),
- Abfuhrhäufigkeit bei der Systemmüllabfuhr,
- Abfuhrhäufigkeit bei der Sperrmüllabfuhr,
- Angebot von Systemen zur getrennten Sammlung von Sperrmüll,
- Umfang des Anschluss- und Benutzungszwangs; etc.

Darüber hinaus können mit den abfallwirtschaftlichen **Steuerungsfaktoren**

- Höhe der Gebühren,
 - Art der Gebührenveranlagung (Einwohner- oder Behältermaßstab),
 - Art der Behältervolumenzuteilung (freie Wählbarkeit, Mindestvolumen),
- das Aufkommen von Abfall beeinflussen und in gewünschte Entsorgungswege gelenkt werden.

Für Wien und für diese Studie stellt sich jedoch nicht die Frage das bestehende Sperrmüllsammelsystem zu verändern, sondern eventuelle Möglichkeiten einer Optimierung darzustellen.

3.6 Sperrmüllsortieranalysen

Für die Erstellung von Abfallwirtschaftskonzepten, die Planung von Behandlungsanlagen, die Dimensionierung von Sammlung und Transport von Abfällen, ist es notwendig die abfalltechnischen Grunddaten zu ermitteln.

Im Rahmen dieser Fragestellung werden seit Jahren Abfallanalysen durchgeführt, die dazu beitragen die Potenziale von Wertstoffen und biogenen Abfällen, die Effektivität von Getrennsammelsystemen, die Ermittlung von Störstoffgehalten sowie grundsätzlich die Mengen und Zusammensetzungen der festen, häuslichen und der gewerblichen Abfälle zu ermitteln und zu bewerten.

Die Methode der Sortieranalyse wurde auch bei den Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen 1990/91, 1993/94 und 1997/98 eingesetzt.

In Wien erfasste man zuletzt insgesamt 46 Einzelfractionen des Systemmülls und gliederte die Ergebnisse nach Jahreszeit, Besiedlungsart und Kaufkraft. Man untersuchte, welche Restmengen an verwertbaren Altstoffen in den einzelnen Strukturgebieten je EinwohnerIn im Restmüll verbleiben.

Hinsichtlich der regionalen Schichtung wurden die 23 Bezirke Wiens nach den Kriterien der Kaufkraft und der Siedlungsstruktur in vier Kategorien eingeteilt und die dort jeweils anfallenden Abfälle getrennt untersucht.

Tabelle 5: Schichtungskriterien bei den Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen

Schicht A	hohe Kaufkraft, dicht verbaute Siedlungsstruktur (Bezirke 1-4,6-9)
Schicht B	niedrige Kaufkraft, dicht verbaute Siedlungsstruktur (Bezirke 5,12,15,16,20)
Schicht C	niedrige Kaufkraft, periphere Lage (Bezirke 10,11,14,17,21,22)
Schicht D	hohe Kaufkraft, periphere Lage (Bezirke 13,18,19,23)

Da die Untersuchung einer einzelnen Abfallstichprobe jeweils nur eine Zeitpunkt Betrachtung ermöglicht, ist zur Erfassung der saisonalen Einflüsse (z. B. in Folge von Vegetationsperioden, Ferienzeiten, Fremdenverkehr etc.) eine entsprechend repräsentative Anzahl an Analysezeitpunkten bzw. –durchgängen notwendig. Für diese Analyse wurden vier, im Grunde den vier Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst und Winter) entsprechende Analysedurchgänge gewählt.

Bei der Berücksichtigung sozioökonomischer Schichtungskriterien unterstellt man einen Zusammenhang zwischen Individualattributen und abfallrelevantem Verhalten.

Alle Aussagen, die aus Stichprobenerhebungen gewonnen werden, sind zwangsläufig mit Unschärfen behaftet. Streng genommen besteht eine Unsicherheit auch für Vollerhebungen. Die Schärfe der Aussagen lässt sich vereinfacht gesagt bei einer gegebenen Aufgabenstellung mit einem größeren Stichprobenumfang steigern. Dabei gilt jedoch, dass für die doppelte Aussagegenauigkeit der vierfache Probeaufwand zu betreiben ist.

Der erforderliche Stichprobenumfang für eine Untersuchung hängt somit vom Anspruchsniveau ab, das für die zu gewinnenden Aussagen definiert wird. Als Kriterium kann die tolerierte Breite des Konfidenzintervalls gewählt werden, das als Bereichsschätzer für den Untersuchungsparameter errechnet wird. Unter der Restriktion des Analyseaufwandes und der ökonomischen Vorgaben ist jener Stichprobenumfang zu errechnen, der ein ausreichend enges Konfidenzintervall für die Berechnung realistischer Müllzusammensetzungen erwarten lässt (SCHARFF, 1991).

5.5.1 Ausgangslage für die Wiener Sperrmüllsortieranalysen

Basierend auf der Methode der Wiener Sortieranalysen für Restmüll und Altstoffe wird das Untersuchungsgebiet (Gemeinde Wien) in Zugriffsebenen eingeteilt.

Es wird davon ausgegangen, dass saisonale und demografische Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung und Menge von Restmüll bzw. Altstoffe auch Einfluss auf die Sperrmüllmenge und –zusammensetzung haben. Es wird hinsichtlich der demografischen Merkmale zwischen hoher und niedriger Kaufkraft und zwischen verschiedener Siedlungsstruktur unterschieden.

Tabelle 6 zeigt in Spalte eins die getroffene Einteilung der Schichtung nach den demografischen Merkmalen der Wiener Bevölkerung, wie Kaufkraft und Siedlungsstruktur, analog zu den Schichtungskriterien der Wiener Sortieranalysen. Spalte zwei beinhaltet die zugeordneten Namen und Adressen der Wiener Mistplätze, die für die einzelnen vier Schichten zur Durchführung der Sortieranalysen als geeignet erscheinen.

Tabelle 6: Einteilung der Wiener Mistplätze nach demografischen Merkmalen

Einteilung in Schichten	Einteilung der Wiener Mistplätze
Schicht A	
mit hoher Kaufkraft, dicht verbauter Siedlungsstruktur (Bezirke 1-4,6-9)	Zwischenbrücken: 2., Dresdner Straße 119 Landstraße: 3., Grasberggasse 3
Schicht B	
mit niedriger Kaufkraft, dicht verbauter Siedlungsstruktur (Bezirke 5,12,15,16,20)	Hetzendorf: 12., Wundtgasse/Jägerhausgasse Ottakring: 16., Kandlerstraße 38a
Schicht C	
mit niedriger Kaufkraft, periphere Lage (Bezirke 10,11,14,17,21,22)	Favoriten: 10., Sonnleithnergasse 30 Simmeringer Haide: 11., Döblerhofstraße 18 Baumgarten: 14., Zehetnergasse 7-9 Hernals: 17., Richthausenstraße 2-4 Donaufeld: 21., Fultonstraße 10 Leopoldau: 21., Schererstr./Egon-Friedellgasse Stammersdorf: 21., Stammersdorfer Straße 224 Kagran: 22., Percostraße 2 Eßling: 22., Cortigasse gegenüber 31 Stadlau: 22., Mühlwasserstraße 21 Breitenlee: 22., Breitenleer Straße 268
Schicht D	
mit hoher Kaufkraft, periphere Lage (Bezirke 13,18,19,23)	Oberdöbling: 19., Leidesdorfstraße bei 1 Heiligenstadt: 19., Grinzinger Straße 151 Liesing: 23., Seybelgasse/An den Steinfeldern Inzersdorf: 23., Südrandstraße 2

Zur Kennzeichnung der Methode der angewandten Sortieranalyse ist im Wesentlichen die Wahl der Zugriffsebene (Stichprobennahme) und das Ausmaß der Sortierung ausschlaggebend. Die Stichproben werden bei den einzelnen ausgewählten Mistplätzen gezogen. Die einzelnen Stichproben werden unter Berücksichtigung eines Kriterienkatalogs für Stoffgruppen einer Massebestimmung unterzogen. Nach der Analyse und Plausibilitätsüberprüfung der empirisch erhobenen Daten werden die einzelnen Sperrmüllfraktionen (in Masse) errechnet.

5.5.2 Sperrmüllsortieranalyse in Niederösterreich 1999

In Niederösterreich scheint laut RINGHOFER (1999) eine Reduktion der Sperrmüllmengen von 30 bis 40 Masseprozent im Bereich des Möglichen. Als Basis dieser Studie wurden Sortieranalysen für insgesamt 110 t Sperrmüll aus dem Holsystem (Straßensammlung) und Bringsystem (Altstoffsammelzentren) durchgeführt.

Die möglichen Maßnahmen zur Reduzierung des Sperrmüllaufkommens könnten in drei Hauptbereiche eingeteilt werden:

- Vermeidung und Wiederverwertung,
- Möglichkeiten zur Optimierung der getrennten Sammlung von Sperrmüll,
- Stoffliche Verwertung einzelner Sperrmüllfraktionen;

Folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der Rest- und Sperrmüllmengen sowie des Gesamtabfallaufkommens für NÖ zwischen den Jahren 1994 und 1997, aus dem der überproportionale Anstieg der Sperrmüllmengen erkennbar ist.

Tabelle 7: Vergleich der Rest- und Sperrmüllmengen für NÖ 1994/1997

Mengenangaben [t]	1994	1997	Zunahme gegenüber 1994	durchschnittliche jährliche Zunahme
Restmüll	174.268	196.239	+ 11,3 %	+ 3,8 %
Sperrmüll	43.976	60.744	+ 38,1 %	+ 12,7 %
Gesamtabfallaufkommen (inkl. biol. Abfälle, Altstoffe)	451.421	539.772	+ 19,6 %	+ 6,5 %

Während die Restmüllmengen durchschnittlich 3,8 % pro Jahr steigen, beträgt das Mengenwachstum für den Sperrmüll durchschnittlich 12,7 % pro Jahr.

Der Anteil des Sperrmülls am Gesamtabfallaufkommen sowie an der Summe aus Rest- und Sperrmüll hat sich in den Jahren 1994 – 1997 wie folgt entwickelt.

Tabelle 8: Entwicklung der Rest- und Sperrmüllmengen in NÖ 1994 bis 1997

Angaben in Masse-%	1994	1995	1996	1997
Anteil des Sperrmülls am Gesamtabfallaufkommen	9,6 %	10,4 %	10,7 %	11,3 %
Anteil des Sperrmülls an der Summe aus Rest- und Sperrmüll	20,2 %	22,1 %	22,6 %	23,8 %

Es ist ersichtlich, dass der prozentuelle Anteil des Sperrmülls am Gesamtabfallaufkommen und Restabfallaufkommen (Rest- und Sperrmüll) von NÖ ständig zunimmt.

Im Rahmen der Studie von RINGHOFER (1999) wurden Tendenzen über die zukünftige Entwicklung der Sperrmüllmengen anhand eines Vergleiches ausgewählter statistischer Kennzahlen aufgezeigt werden. Das verwendete statistische Datenmaterial wurde vom ÖSTAT zur Verfügung gestellt.

Aus der für die Sperrmüllzusammensetzung charakteristischen Entwicklung der Umsätze des Handels für Möbel und Heimtextilien in den Jahren 1973 bis 1997 ist ersichtlich, dass sich die realen Umsätze der Möbelbranche (inflationbereinigt) in den letzten 25 Jahren etwa verdoppelt haben. Die größten Umsatzzuwächse von knapp 10 % pro Jahr wurden in den Jahren 1987 bis 1992 registriert.

Der allgemeine Verbraucherpreisindex stieg in den Jahren 1987 – 1992 um durchschnittlich 3,2 %, der Teilindex für Möbel im Vergleich dazu um nur 1,9 %.

Von 1992 – 1997 stieg der Verbraucherpreisindex um durchschnittlich 2,3 %, der Teilindex für Möbel um 1,4 %.

Dieses statistische Datenmaterial zeigt, dass die Umsätze der für die Sperrmüllmengen charakteristischen Möbelbranche überdurchschnittlich angestiegen sind, während die Preise nur ein geringes Wachstum aufweisen. Ähnliche Trends konnten auch für den Handel mit Elektrogeräten festgestellt werden.

Die überdurchschnittlichen Umsatzzuwächse in Verbindung mit einer kürzeren Produktlebensdauer bedeuten überproportionale Mengenzuwächse im Sperrmüllaufkommen. Eine Trendwende lässt sich nach RINGHOFER (1999) gegenwärtig noch nicht absehen.

5.5.3 *Tiroler Sperrmüllprojekt, 1996*

Ein Tiroler Sperrmüllprojekt wurde im Jahr 1996 abgewickelt und diente der Erhebung von Reduktionspotenzialen des Sperrmülls anhand von sieben ausgewählten Mustergemeinden mit unterschiedlichen strukturellen Voraussetzungen⁸.

Im Projektzeitraum wurde die Zusammensetzung von insgesamt 590 Tonnen Sperrmüll untersucht. Legt man die Ergebnisse der Sperrmüllerhebung 1994 zu Grunde, entsprechen diese Mengen ca. 2,3 % des Tiroler Sperrmüllaufkommens.

Ein Anteil von 5,8 % der erfassten Menge war direkt wiederverwendbar, für ca. 48 % oder 283,7 Tonnen sind potenzielle Verwertungsmöglichkeiten zur Verfügung gestanden.

Die Fraktion Holz (behandelt plus unbehandelt) betrug 31,8 %.

Zu den Tiroler Untersuchungen ist anzumerken, dass wiederverwendbare Sperrmüllteile getrennt von den Haushalten abgeführt wurden, um Beschädigungen der „Altwaren“ durch Verladung und Transport zu vermeiden. Es wurden nur solche Altwaren mitgenommen, für die tatsächlich ein Absatz vorhanden war. Die Altwaren dienten der Versorgung von Kriegsflüchtlingen in Kroatien, der Altwarenbedarf wurde mit der CARITAS Zagreb abgestimmt.

Der Prozentsatz der potenziell wiederverwendbaren Anteile im Sperrmüll liegt daher über dem tatsächlich einer Verwendung zugeführten Mengenanteil.

Der Anteil der Altholzfraktion bewegte sich in ähnlicher Größenordnung wie bei den in NÖ durchgeführten Sortierversuchen.

⁸ Die Ergebnisse der Arbeit sind im Endbericht „Reduzierung der Sperrmüllmengen in Tirol“, erstellt von Dr. Gudrun Gstraunthaler und „die Umweltberatung“ Innsbruck im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, vom Juni 1997 dokumentiert.

Die im Tiroler Sperrmüllprojekt individuell zugrundegelegten Sortierkriterien können mit den Sortierkriterien der NÖ Sortiersuche nicht verglichen werden.

Die in den sieben Gemeinden neu gewählte Form der Sperrmüllentsorgung brachte durchwegs Kosteneinsparungen im Ausmaß von 3 % bis 37 % mit sich. Das Tiroler Sperrmüllprojekt wird aufgrund seines positiven Erfolgs auch heute noch fortgeführt.

5.5.4 Salzburger Müllanalysen 1990/1995 und Bilanz 1999

Eine Analyse der Salzburger Abfallströme⁹ hat ergeben, dass sich die Sperrmüllfraktion erwartungsgemäß aus hohen Anteilen an Möbeln bis 51 Gewichtsprozent, an Teppichen bis zu 24 Gewichtsprozent, sperrigen Metallen bis zu 18 Gewichtsprozent und behandeltem Holz bis zu 10 Prozent zusammensetzt. Die Ergebnisse zeigen weiter, dass theoretisch noch Verwertungspotenzial bei Pappe bis zu 20 Gewichtsprozent, Papier bis zu 50 Gewichtsprozent und Metall bis zu 70 Gewichtsprozent bestehen. Ohne eine qualitative Wertung vornehmen zu wollen, bezüglich dem Verschmutzungsgrad, dem Verbundanteil und dem Altstoffanteil, könnte doch durch eine bessere Trennung in den Betrieben eine höhere Menge direkt verwertet werden.

Die Menge für sperrige Hausabfälle (im Sinne des Salzburger AWG) setzt sich aus sperrigen Hausabfällen aus Metall, Altholz, Alfenster und -türen und sonstigen sperrigen Hausabfällen zusammen. Diese Teilung beruht auf detaillierten Erhebungen bei den Salzburger Gemeinden und zeigt, dass im Jahr 1999 über 45 % der sperrigen Hausabfälle getrennt als Altmetalle bzw. Altholz erfasst und verwertet wurden. In Summe ergibt sich bei den sperrigen Hausabfällen eine Steigerung der Sammelmenge um ca. 10 % gegenüber dem Vorjahr. Diese Steigerung ist u.a. auf eine Intensivierung der getrennten Erfassung von sperrigen Hausabfällen aus Metallen und von Altholz zurückzuführen, wodurch größere Mengen in dieses Sammelsystem eingebracht werden, die ohne eine getrennte Erfassung über andere Wege entsorgt werden. So stieg die getrennt erfasste Menge an sperrigen Hausabfällen aus Metall um 15 %, die Menge an Altholz um 20%. Das steigende Aufkommen an sperrigen Hausabfällen dürfte zurückzuführen sein auf:

- ein sinkendes Preisniveau von relevanten Produkten wie Möbel,
- stark steigende Umsätze der Möbelbranche,
- einen sinkenden Anteil an Einzelofenheizungen,
- verstärkte getrennte Sammlung von Altmetallen und Altholz und damit eine verstärkte Entsorgung von sperrigen Abfällen über die kommunalen Sammelschienen.

Tabelle 9: Jahresabfallbilanz Mengenbilanz 1999 Land Salzburg Umweltschutz Abfallwirtschaft und Umweltrecht

Abfallfraktion	1997	1998	1999	Differenz 98-99
Hausabfall (Systemabfall)	76.000	77.250	81.600	5,6 %
sperriger Hausabfall	19.700	19.300	20.950	8,5 %
sperriger Hausabfall aus Metallen	5.000	5.700	6.500	14,0 %
sonstige sperrige Hausabfälle	14.700	13.600	14.450	6,3 %

⁹ <http://www.land-sbg.gv.at/lkorr/1997/05/09/14268.html>

5.5.5 Sperrmüllanalysen in Deutschland

Zahlreiche deutsche Kommunen stellen im Internet Ergebnisse über Sperrmüllsortierungen zur Verfügung. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Anteil des Altholzes (behandelt und unbehandelt) in einem Bereich von durchschnittlich 30 bis 45 Masse-% liegt. Der wiederverwendbare Anteil wurde zumeist in einem Größenordnungsbereich von rund 5 Masse-% abgeschätzt. Das Verringerungspotenzial für Sperrmüll durch Wiederverwendung und Verwertung (Altholz, Altmetalle etc.) wird mit 30 – 50 Masse-% eingeschätzt.

In der Stadt **Braunschweig** wurden umfassende Sperrmüllsortierungen durchgeführt (FRUTH et al., 1997). Den überwiegenden Anteil bildeten die Fraktion Möbel mit 62,8 %.

Neben der stofflichen Zusammensetzung war die Betrachtung der Verwertbarkeit der angelieferten Abfälle ein wesentlicher Bearbeitungspunkt, um die Effektivität der Getrenntsammlung verwertbarer Stoffe sowie zusätzlicher Verwertungspotenziale erkennen zu können. Dabei wurde bezüglich Möbel auf eine maximale Quote von ca. 50 % (Verwendung und Verwertung) verwiesen.

Der Sperrmüll wies einen Wassergehalt von 10,2 %, einen Glühverlust von 67,6 % und einen unteren Heizwert von 14.356 kJ/kg auf.

Tabelle 10: Sperrmüllzusammensetzung im Stadtkreis Heilbronn (Deutschland)

Sperrmüllzusammensetzung im Stadtkreis Heilbronn ¹⁰	
Metalle	3 %
Textil	1 %
Kunststoffe	4 %
Papier/Pappe	1 %
Holz	40 %
Verbundmaterial	33 %
Sonstiges	18 %

Der gewichtsbezogene größte Anteil bildet das Holz mit 40,3 % neben den Verbundmaterialien (kunststoffbeschichtete Hölzer, Teppiche, Teppichböden, Matratzen und sonstige Möbel) mit 32,9 %.

3.6.4.1 Sperrmüll in Nordrhein-Westfalen

Im Rahmen einer Untersuchung für das Landesumweltamt in Nordrhein-Westfalen konnte das Gebraucht- und Restholzpotenzial für Nordrhein-Westfalen bestimmt werden (1993 Aus „Materialien Nr. 37, Schadstoffströme bei der Gebrauchtverwertung für ausgewählte Abfallarten“). Dabei wurde u. a. die Holzmenge bestimmt, die über den Hausmüll, Sperrmüll, hausmüllähnlichen Gewerbeabfall und Baustellenabfall entsorgt wurde und eine Holzmenge von 205 kg/E*a bzw. 3,5 Mio. t/a festgestellt werden. Das bedeutet bei einem Gesamtabfallaufkommen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 1993 von 68,7 Mio t/a

¹⁰ Anwender- und Innovationsforum Umwelttechnologie AIFU Wirtschaftsraum Heilbronn
http://www.aifu.de/site1_16.html

(LDS, 1996), einen Anteil von 5,2 %. Von den 205 kg/E*a wurden im wesentlichen die produktionsspezifischen Holzabfälle mit 107 kg/E*a verwertet und die restlichen Holzabfälle zusammen mit anderen Abfällen beseitigt. Im Rahmen der Untersuchung wurden bei drei Holzaufbereitern in Nordrhein-Westfalen Sichtungen des angelieferten Holzes, Sortierungen des Anlageninputs und Analysen des sortierten Anlageninputs sowie des –outputs durchgeführt.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte nach einer Auswertung der Daten ein Holzanteil von 45 – 55 % festgestellt werden (GALLENKEMPER et al., 1997).

Tabelle 11: Holzfraktion im Sperrmüll (Deutschland)

Holzfraktionen aus Sperrmüll [Gew.-%]	Stadt Münster	Kreis Höxter	Ennepe- Ruhr-Kreis
Vollholz gesamt	7	13	21
<i>Davon „unbehandelt“</i>	2	2	3
<i>Davon behandelt</i>	5	11	18
Holzwerkstoff gesamt	45	27	35
<i>Davon Unbeschichtet</i>	3	2	2
<i>Davon beschichtet</i>	42	25	33
Sonstige Hölzer	13	12	7
Nicht-Holzfraktionen	35	48	37
Summe	100	100	100

Die im Rahmen dieses Vorhabens ermittelten Anteile an Holz für den Kreis Höxter lagen in diesem Bereich (52 %), während für den Ennepe-Ruhr-Kreis und die Stadt Münster mit 63 bzw. 65 % die Werte höher waren (siehe Tabelle oben).

In allen Untersuchungen konnte übereinstimmend ermittelt werden, dass die Fraktion der beschichteten Holzwerkstoffe (weitgehend Möbel) den größten Anteil bildete. Auffallend war, dass dieser Anteil in der Stadt Münster 42 % betrug, während er in den Kreisen bei 33 bzw. 25 % lag. PVC-beschichtete Hölzer waren jedoch bei allen Untersuchungen nur in Anteilen zwischen 0,2 und 0,3 % enthalten. Der Vollholzanteil war in den Kreisen deutlich höher als in der Stadt Münster. Der Schwerpunkt lag bei allen Erhebungen auf behandeltem Vollholz. Imprägnierte Hölzer waren nur zu ca. 1 % enthalten. Der Anteil der Fraktion der sonstigen Hölzer ist abhängig von dem Anteil der bei der Sperrmüllbereitstellung zu findenden Polstermöbel. Er betrug in allen Kommunen zwischen 7 und 13 %.

Bezüglich der Zusammensetzung der Holzfraktion die am Recyclinghof angeliefert wurde, kann ähnlich wie für die Sperrmüllzusammensetzung festgestellt werden, dass die beschichteten Holzwerkstoffe den größten Anteil darstellten (44 – 58 % bei reinen Holzanlieferungen). PVC-beschichtete Holzwerkstoffe waren jedoch nicht zu finden. Bei der getrennt erfassten Holzfraktion am Recyclinghof war gegenüber dem Sperrmüll ein höherer Anteil an Vollholz enthalten. Es konnte aber auch festgestellt werden, dass sich der Anteil der imprägnierten Hölzer um ca. 10 % bewegte. Unbehandeltes Vollholz war nur zu 6 bis 9 % enthalten. Eine Ausnahme stellte der Ennepe-Ruhr-Kreis dar, da hier keine getrennte Erfassung mit Hilfe eines separaten Containers für Holz erfolgte (siehe folgende Tabelle).

Tabelle 12: Holzfraktion im Sperrmüll vom Recyclinghof (Beispiele aus Deutschland)

Holzfraktionen vom Recyclinghof [Gew.-%]	Stadt Münster	Kreis Höxter	Ennepe-Ruhr-Kreis
Vollholz gesamt	42	33	9
<i>Davon „unbehandelt“</i>	9	6	0,3
<i>Davon behandelt</i>	33	27	8,7
Holzwerkstoff gesamt	50	62	30
<i>Davon Unbeschichtet</i>	6	4	0
<i>Davon. Beschichtet</i>	44	58	30
Sonstige Hölzer	6	3	1
Nicht-Holzfraktionen	2	2	60
Summe	100	100	100

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde das Gebrauch- und Restholzaufkommen sowie dessen Zusammensetzung in drei Gebieten unterschiedlicher Struktur untersucht: in der Stadt Münster (städtisch), im Kreis Höxter (ländlich) und im Ennepe-Ruhr-Kreis (städtisch/ländlich). Es erfolgte eine Unterscheidung in die Stoffgruppen Vollholz, Holzwerkstoffe, sonstige Hölzer und Nicht-Holzfraktionen.

Die Gesamtholzpotenziale lagen in den drei Gebieten zwischen 100 und 370 kg/E*a. Es ergaben sich große Schwankungen aufgrund der unterschiedlichen Gewerbestrukturen mit z. T. überdurchschnittlich vielen holzbe- oder -verarbeitenden Betrieben. Ohne produktionsspezifische Gewerbeabfälle konnte für alle Gebiete ein Wert von 50 kg/E*a ermittelt werden. Dies waren vorwiegend hausmüllähnliche Gewerbeabfälle und Sperrmüll. Der Sperrmüll hatte einen Holzanteil von 54 bis 65 %, vor allem beschichtete Holzwerkstoffe mit 25 bis 42 %. Auch bei der am Recyclinghof angelieferten Holzfraktion bildeten die beschichteten Holzwerkstoffe mit 44 bis 58 % den größten Anteil. Der hausmüllähnliche Gewerbeabfall bestand in der Stadt Münster nur zu 5 % aus Holz, gegenüber 31 bzw. 37 % in den beiden Kreisen. Hier war behandeltes Vollholz mit 14 bzw. 24 % am stärksten vertreten.

An der Gewerbeabfallsortieranlage in Münster setzte sich das Gebrauchtholz aus dem Baugewerbe zu 52 % aus Vollholz (zur Hälfte behandelt) und zu 46 % aus Holzwerkstoffen zusammen, wobei 30 % der Holzwerkstoffe beschichtet waren.

3.6.4.2 Sortieranalyse MARL

In Marl (Markt- und Technologiestudie) wird das System der „Bedarfsabfuhr auf Abruf“ durchgeführt. In der Stadt Marl werden jährlich über 9.000 Sperrmüllterminen entgegengenommen. Im Erhebungszeitraum der Studie wurden 132 mit BürgerInnen zur Abholung vereinbarte Termine begutachtet. Bei jedem dieser Termine hat die Stadt Marl Altholz und Möbel sowie sonstigen Sperrmüll mit Pressmüllfahrzeugen getrennt abgefahren und verwogen. Insgesamt wurde hierdurch eine Sperrmüllmenge von 44,5 Tonnen erfasst, was ca. 1,5 % der Sperrmüllmenge für 1993 von 3.000 Tonnen entspricht. Nach Herausnahme der Polstermöbel wurden Altholz und Altmöbel aufgeteilt in

- Spanplatte weiß beschichtet
- Spanplatte anders oder nicht beschichtet und
- Massivholz

Der Rest bestand nach optischer Einschätzung zu

- 75 – 85 Vol.-% aus Spanplattenresten und zu

- 10 – 15 Vol.-% aus Massivholzresten.

Eine Aufteilung auf die anderen Fraktionen erschien aufgrund des stark zerkleinerten Materials nicht möglich. In allen Fraktionen waren ca. 5 – 10 Vol.-% Verunreinigungen enthalten.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt. Zum Vergleich wurden in der Tabelle zusätzlich die Ergebnisse einer Sperrmüllsichtung in Dortmund und einer in Hamburg durchgeführten Sperrmüllsortierung dargestellt.

Aufgrund dieser Untersuchungen ist davon auszugehen, dass man mit 40 % Altholz im Sperrmüll rechnen kann. Der Altholzanteil von 18 %, der bei der Dortmunder Sichtung ermittelt wurde, dürfte nur aus reinem Massivholz bestehen. Die gesamte Spanplattenfraktion ist dort wahrscheinlich in die Möbelfraktion eingegangen. Weitere Ergebnisse der Marler Untersuchung sind:

- Die gleichzeitig getrennte Sammlung von Altholz und Möbeln und sonstigem Sperrmüll mit zwei Fahrzeugen führte vor allem in engen Siedlungsgebieten zu erheblichen Verkehrsbehinderungen.
- Polstermöbel, die in den Sperrmüll gegeben werden, sind zum allergrößten Teil für eine Wiederverwendung oder Verwertung nicht geeignet.
- Pressmüllfahrzeuge vermischen Altholz stark mit anderen Materialien, wenn sie auch Polstermöbel transportieren.
- Wenn Polstermöbel vorab ausgesondert werden, ist es wesentlich leichter, Altholz zu sortieren. Die Reinheit der einzelnen Fraktionen ist dann als gut zu bezeichnen.

Entsorgungspflichtige Körperschaften schätzen die Kosten für die Sperrmüllsammlung auf ca. 150 DM pro Tonne. Als Basis für die Schätzungen dienen die Betriebs- und Abschreibungskosten für die Fahrzeuge und die Löhne für die Fahrzeugbeschaffung.

Tabelle 13: Prozentuale Altholz- und Altmöbelanteile im Sperrmüll (Beispiele aus Deutschland)

Sperrmüllfraktion		UVE-ERHEBUNG MARL		Dortmund %	Hamburg %
		Spannweite %	Durchschnitt %		
Span- platte	Weiß beschichtet	6-19	11	-	-
	andere	10-13	12	-	-
	gesamt	19-29	23	-	-
Massivholz		7-8	8	-	-
Restfraktion		10-13	11	-	-
Altholz gesamt		37-47	42	18	40
Polstermöbel		10-14	13	40*	-**
Sperrmüll		41-48	45	42	60
Summe		100	100	100	100
<p>*In dieser Zahl sind sowohl die Anteile für Polstermöbel wie auch andere Möbel enthalten. **In Hamburg wird der größte Teil der Möbel getrennt vom restlichen Sperrmüll gesammelt. "- = nicht erfasst</p>					

3.6.4.3 Sperrmüllzusammensetzung in der Stadt Münster

In der Stadt Münster wurde der Sperrmüll in fünf unterschiedlichen Fraktionen separat eingesammelt, wobei eine getrennte Erfassung des Gebrauchtholzes aus dem Sperrmüll nicht stattfand. 1997 wurden in der Stadt Münster ca. 9.573 t (34 kg/E*a) Sperrmüll erfasst, wovon die Restfraktion mit ca. 67 % und Grünabfälle mit ca. 29 % die mengenmäßig größten Anteile ausmachten. Es ist anzumerken, dass die Grünabfälle nicht als klassische Sperrmüllfraktion im eigentlichen Sinne zu bezeichnen sind. Die Fraktionen Papier (2 %) und Metalle (3 %) fielen dagegen nur zu geringen Anteilen an. In der Sperrmüllrestfraktion ist ein Holzanteil (inkl. Möbel mit geringem Holzanteil = Polstermöbel und sonstige Hölzer) von ca. 65 % festzustellen. Dieser liegt im Vergleich zu einer Untersuchung für das Landesumweltamt NRW (1997) eher im oberen Bereich des ermittelten Holzanteils von 45 – 55 %. Die restlichen 35 % setzen sich überwiegend aus Metallen (6 %), Teppichen bzw. Textilien (9 %) und einer sonstigen nicht weiter differenzierbaren Fraktion (10 %) zusammen.

Die Sperrmüllabfuhr ist in den verschiedenen Kommunen des Kreises Höxter unterschiedlich organisiert. Eine kreisweite Erfassung von Gebraucht- und Restholz wird nicht praktiziert. Vielmehr erfolgt in einzelnen Kommunen eine Abtrennung der Fraktion Holz nach Einsammlung und Transport im Presscontainer durch den jeweiligen Entsorger. Erfasste Gebraucht- und Restholzsortimente werden von den beauftragten Entsorgern unter Berücksichtigung der weiteren Vermarktung aufbereitet (Sortierung in Vollholz, Holzwerkstoff, ggf. vorzerkleinern und sieben).

1996 wurden im Kreis Höxter mit ca. 1.606 t bzw. 10,4 kg/(E*a) nur vergleichsweise geringe Sperrmüllmengen erfasst. Anhand der Sichtung und Sortierung war ein Holzanteil im Sperrmüll (inkl. Möbel mit geringem Holzanteil = Polstermöbel und sonstige Hölzer) von 52 % festzustellen (vgl. 1997, Landesumweltamt NRW, Anteil: 45 – 55 %). Die restlichen 48 % des Sperrmülls setzen sich überwiegend aus Metallen (12 %), Textilien (11 %, auch Teppiche) und Weißer Ware (12 %) zusammen.

In der Fraktion Vollholz (7 bis 13 Gew.-%) sind nach den Ergebnissen einer Sichtung lediglich ca. 2 % als unbehandelt einzustufen. Die Fraktion Holzwerkstoffe (27 bis 45 Gew.-%) enthält zu ca. 2 bis 3 % unbeschichtete Hölzer. In der Fraktion „Sonstige Hölzer“ (12 – 13 Gew.-%) sind zum Großteil Polstermöbel mit geringem Holzanteil zu finden. Die Nichtholzfraktion (35 bis 48 Gew.-%) setzt sich zusammen aus Metallen, Textilien/Teppichen und sogenannter weißer Ware.

Die am Recyclinghof abgegebenen Abfälle, ca. 1.152 t für 1996, sind im Kreis Höxter zu ca. 24 % den Holzabfällen zuzurechnen. Davon bildet die Fraktion beschichtete Holzwerkstoffe mit 13 % die größte Gruppe. Danach folgt mit 6 % die Fraktion unbehandeltes Vollholz. Weitere mengenmäßig relevante Fraktionen sind Metalle (11 %) und organische Abfälle (15 %).

Für beide Modellgebiete kann bezüglich der Zusammensetzung der Holzfraktion, die an Recyclinghöfen angeliefert wird, ähnlich wie für die Sperrmüllzusammensetzung festgestellt werden, dass die beschichteten Holzwerkstoffe den größten Anteil darstellen. Unbehandeltes Vollholz ist nur in sehr geringen Mengen enthalten.

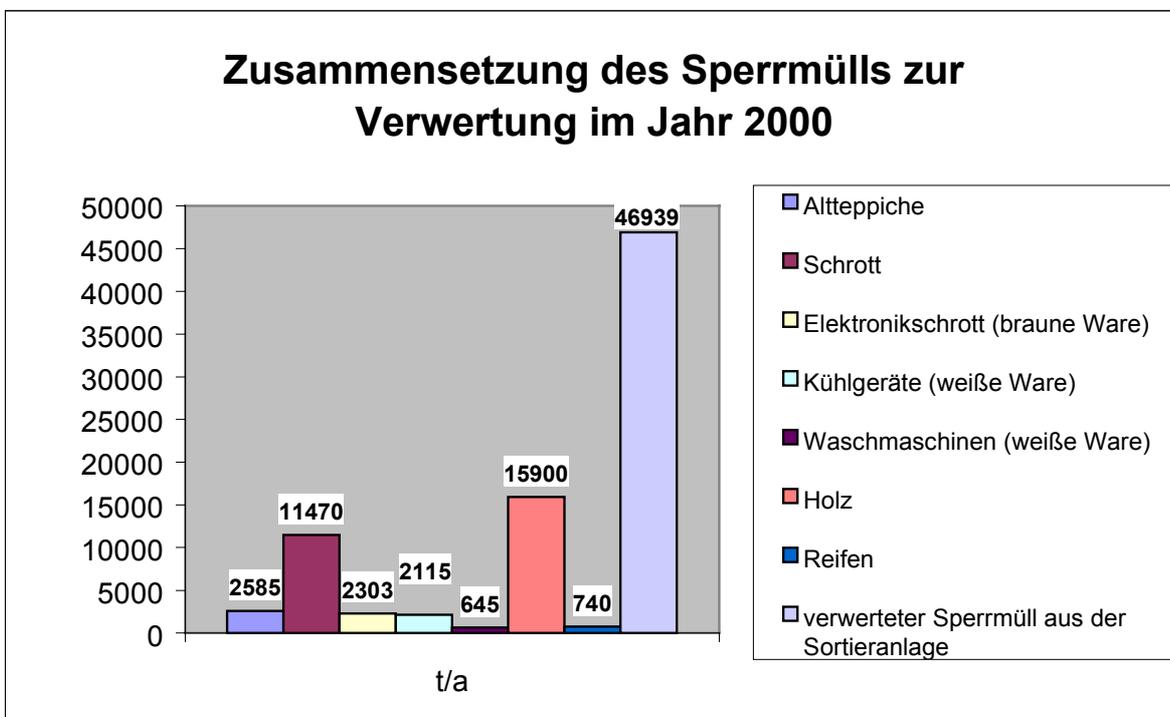
Von den am Recyclinghof erfassten Vollhölzern (33 – 43 Gew.-%) sind lediglich ca. 6 bis 9 Gew.-% als unbehandelt einzustufen. Die Holzwerkstoffe (50 – 62 %) sind nur zu ca. 4

bis 6 % unbeschichtet. Sonstige Hölzer (3 – 6 Gew.-%) und die Nichtholzfraktion (ca. 2 Gew.-%) spielen in Gebrauchthölzern von Recyclinghöfen nur eine untergeordnete Rolle.

3.6.4.4 Berliner Abfallbilanz 1999

In Berlin wird Sperrmüll durch mobile entsorgungspflichtige Sammlungen und privaten Anlieferungen erfasst. Die Sperrmüllmenge sank 1999 von 120.998 t (1998) auf 95.000 t. Der Anteil der Verwertung stieg jedoch um 12 %. Die 1999 beseitigte Menge setzt sich zu 59 % aus häuslichem Sperrmüll und zu 41 % aus gewerblichem Sperrmüll zusammen. Dieser Rückgang ist auf die verstärkte Sortierung von häuslichem Sperrmüll in der Gewerbemüllsortieranlage zurückzuführen, da dadurch weitere Mengen verwertbaren Abfalls gewonnen werden.

Abbildung 8: Verwertung und Beseitigung von Sperrmüll in Berlin von 1997 bis 1999



3.6.5.5 Abschätzung der Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland

Der nachfolgende Beitrag zur Ermittlung der Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland basiert auf der Studie „Ermittlung und Bewertung von regenerativen Energiepotenzialen in Sekundärbrennstoffen“ von KERN und SPRICK, 2001¹¹. Für die Modellierung wurden die 16 Bundesländer in Deutschland zu fünf Modellregionen zusammengefasst. Die Aggregation erfolgte dabei auf der Grundlage vergleichbarer Siedlungsstrukturen, geographischer Gegebenheiten, vergleichbarer Abfallqualitäten sowie vergleichbarer Entsorgungsstrukturen. Während in den Regionen 2, 3 und 4 (Nordrhein-Westfalen, Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Schleswig-Holstein, Brandenburg, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Thüringen) ein vergleichbares spezifisches Restmüllaufkommen festgestellt werden kann, sind in der Region 1 (Baden-Württemberg und Bayern) deutlich geringere und in Region 5 (Berlin, Bremen und Hamburg) deutlich höhere spezifische Restmüllmengen vorhanden. Bei Region 5 ist allerdings der hohe Geschäftsmüllanteil zu berücksichtigen. Bei den spezifischen Mengen an verwerteten Abfällen fällt besonders das vergleichsweise geringe Aufkommen an getrennt erfassten organischen Abfällen in den neuen deutschen Bundesländern (Region 4) und den Stadtstaaten (Region 5) auf.

Tabelle 14: Deutsche Modellregionen bei einer Potenzialabschätzung von regenerativen Energieträgern im Sperrmüll

Rahmendaten		Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	Region 5	Deutschland
Strukturdaten	Einheiten	Baden-Württemberg Bayern	Nordrhein-Westfalen	Hessen, Niedersachsen Rheinland-Pfalz Saarland Schleswig-Holstein	Brandenburg Sachsen Mecklenburg-Vor- pommern, Sachsen- Anhalt, Thüringen	Berlin Bremen Hamburg	
Einwohner- Innen	Mio	22,5	18,0	22,2	14,0	5,8	82,4
Fläche	km ²	107.201	34.087	107.438	107.674	2.051	358.451
EW/km ²	EW/km ²	210	527	206	130	2826	230
Beseitigungsabfälle							
Restmüll inkl. Geschäftsmüll	t/a	3.233.167	3.884.053	4.278.238	2.912.349	1.706.289	16.014.096
Sperrmüll	t/a	436.225	696.483	894.206	829.952	222.061	3.078.927
Spezifische Abfälle							
Restmüll inkl. Geschäftsmüll	kg/EW*a	143,9	216,1	193,1	207,4	294,4	194,2
Sperrmüll	kg/EW*a	19,4	38,7	40,4	59,1	38,3	37,3

Zur Ermittlung der regenerativen bzw. fossilen Anteile an Energieträgern im Siedlungsabfall, differenziert für Rest-, Sperrmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, wurde eine einheitliche Vorgehensweise gewählt.

¹¹ „Ermittlung und Bewertung von regenerativen Energiepotenzialen in Sekundärbrennstoffen“ von M. KERN und W. SPRICK, 2001 (<http://www.abfallforum.de/doc/abschaetzung.htm>).

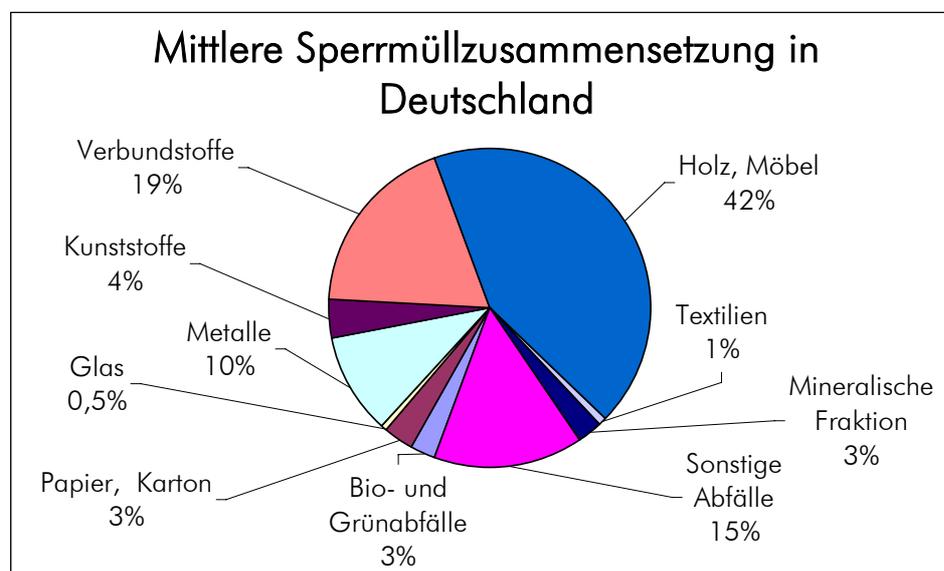
Die Bilanzierung basiert auf einer Modellierung der Stoffströme auf der Ebene der Modellregionen. Neben eigenen Daten (Haus-, Geschäftsmüll- sowie Sperrmüllanalysen und Gewerbeabfallsichtungen) wurden Literaturangaben für die massen- und energiebezogenen Auswertungen und der Wassergehalte herangezogen.

Tabelle 15 zeigt die abgeschätzte Zusammensetzung des Sperrmülls in den verschiedenen Regionen in kg je Einwohner und Jahr. Abbildung 9 zeigt die modellierte Sperrmüll-Zusammensetzung. Die größten Fraktionen stellen hierbei Holz/Möbel (42 %) sowie Verbundstoffe (19 %).

Tabelle 15: Modellierte Sperrmüll-Zusammensetzung fünf deutschen Regionen

	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	Region 5
Sperrmüll (kg/EW*a)	Baden-Württemberg Bayern	Nordrhein-Westfalen	Hessen, Niedersachsen Rheinland-Pfalz Saarland Schleswig-Holstein	Brandenburg Sachsen Mecklenburg-Vor- pommern, Sachsen- Anhalt, Thüringen	Berlin Bremen Hamburg
Bio- und Grünabfälle	0,4	1,0	1,0	1,4	1,0
Papier, Pappe, Karton	0,6	1,2	1,2	1,5	1,4
Glas	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Metalle	1,6	3,4	3,5	7,4	3,3
Kunststoffe	0,7	1,4	1,5	2,1	1,4
Verbundstoffe	5,4	,4	8,8	12,2	8,2
Holz, Möbel	7,5	16,3	17,0	23,7	16,0
Textilien	0,2	0,3	0,3	0,5	0,3
Mineralische Fraktion	0,4	0,8	0,9	1,8	0,8
Sonstige Abfälle	2,6	5,7	6,0	8,4	5,6
Summe	19,4	37,8	40,4	59,1	38,3

Abbildung 9: Mittlere Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland [KERN und SPRICK 2001]



3.6.4.6 Exkurs: Sperrmüllfraktionen als Energieträger

Gesamtwirtschaftlich gesehen, spielt Holz als Energieträger in Deutschland mit einem Anteil von etwa 2 % (1999) beim Einsatz von Primärenergie zur Zeit noch keine bedeutende Rolle. Dies könnte sich in Zukunft allerdings ändern, da Holz in jüngster Zeit als "**CO₂-neutraler**" **Brennstoff** verstärkt Beachtung gefunden hat.

Der Einsatz von Holzabfällen bei der energetischen Verwertung erfordert jedoch wie bei der stofflichen Verwertung eine vorherige Aufbereitung der Materialien zu Holzschnitzeln oder Spänen. Durch eine gründliche Eingangskontrolle sowie durch verschiedene Aufbereitungsschritte wie Handauslese, FE-Metallabscheidung, NE-Metallabscheidung und Luftsichtung müssen Störstoffe, wie z. B. Dämm-Materialien, Eisenmetalle, Nichteisenmetalle, mineralische Stoffe (Beton, Asphalt, Ziegel), Papier, Pappe, Karton und Kunststoffe ausgesondert werden.

Folgende Tabelle zeigt den Anteil der regenerativen Energieträger im Sperrmüll und gibt die mittleren Heizwerte der einzelnen Fraktionen wieder.

Tabelle 16: Anteil regenerativer Energieträger und Heizwerte im Sperrmüll

Fraktion	regenerativer Anteil der Fraktion	mittlerer Heizwert	regenerativer Energieanteil am Gesamt-Energiegehalt der Fraktion
Einheit	Masse-%	MJ/t	%
Bio- und Grünabfälle	100	6.000	100
Papier, Pappe, Karton	100	14.000	100
Glas	0	0	--
Metalle	0	0	--
Kunststoffe	0	30.000	0
Verbunde	20	14.000	21
Holz, Möbel	80	15.000	80
Textilien	50	12.000	38
Mineralische Fraktion	0	0	--
Sonstige Abfälle	10	7.000	10

Der gesamte Siedlungsabfall in Deutschland ist durch einen hohen Anteil regenerativer Stoffe gekennzeichnet. Restmüll aus den Privathaushalten weist einen regenerativen Anteil von 61,8 %, Sperrmüll von 44,5 % und hausmüllähnlicher Gewerbeabfall von 40,6 % auf. Von dem gesamten Restabfallaufkommen in Deutschland (1998) von ca. 24 Mio. Tonnen (Haus- und Sperrmüll sowie hausmüllähnlicher Gewerbeabfall) sind ca. 13,3 Mio. Tonnen regenerativen Ursprungs. Dies entspricht ca. 55 % des gesamten Restabfallaufkommens. Betrachtet man das gesamte Energiepotenzial aus Restabfall von ca. 202 PJ pro Jahr, basieren hiervon ca. 103 PJ auf regenerativen Anteilen (51 % des Energiegehaltes). Das Energiepotenzial im Sperrmüll in den verschiedenen Regionen kann laut Ergebnissen der vorgestellten Untersuchung in Deutschland mit ca. 27 PJ abgeschätzt werden. Dies wird zu ca. 52 % aus regenerativen Anteilen bestimmt.

3.7 Zusammenfassung der Sperrmüllzusammensetzung

Aus den einzelnen in Österreich und in Deutschland durchgeführten Sperrmüllsortierungen können folgende generelle Aussagen zur Sperrmüllzusammensetzung zusammengefasst werden (Aussagen beziehen sich auf mechanisch nicht vorbehandelten Sperrmüll):

- Die größte Stoffgruppe im Sperrmüll stellen die **Einrichtungsgegenstände** (Möbel) dar (ca. **50 – 65 Masse-%**). Etwa die Hälfte der Einrichtungsgegenstände kann der Altholzfraktion (unbehandelt und behandelt) zugeordnet werden. Die sonstigen Einrichtungsgegenstände stellen insbesondere Matratzen, Polstermöbel und verschiedenste Verbundmaterialien dar.
- Der Anteil der **stofflich oder thermisch verwertbaren** Fraktionen des Sperrmülls beträgt etwa **40 – 50 Masse-%**.
- Die **verwertbaren Fraktionen** beziehen sich auf folgende Stoffgruppen:
 - Altholz (behandelt und unbehandelt): 30 – 40 Masse-%
 - Altmetalle: 1 – 5 Masse-%
 - Altkunststoffe: 1 – 3 Masse-%
 - Verpackungen laut VerpackVO: 2 – 5 Masse-%
 - Flachglas: < 1 Masse-%
- Die **Problemstoffanteile** im Sperrmüll sind vergleichsweise gering (< 0,5 Masse-%)
- Die **Art der Sperrmüllsammelsysteme** (Bring- oder Holsystem, getrennte Erfassung einzelner Fraktionen) und Transportfahrzeuge (Sperrmüllzerkleinerung und –verpressung) hat einen wesentlichen Einfluss auf die **Sortierbarkeit** des Sperrmülls und die jeweiligen Sortiererergebnisse.
- In Abhängigkeit der Sammelsysteme ergeben sich zum Teil erhebliche Restmüllanteile im Sperrmüll. Im **Bringsystem** kann der zum Teil in **Säcken verfüllte Entrümpelungsschutt** einen Masseanteil bis zu **50 %** einnehmen.

4 Sperrmüllsortieranalyse 2001 in Wien [Ökologie-Institut]

4.1 Input und Outputmengen der Sperrmüllumladestation auf der Deponie Rautenweg

Die Untersuchung der Sperrmüllmenge, die von der Sperrmüllabfuhr gesammelt wird, sollte ursprünglich direkt bei der Umladestation ebenso viermal jährlich untersucht werden. Da die Verwertungsquote bei dieser Fraktion bei 50-60 % liegt, ist das Hauptaugenmerk bei der Untersuchung auf die verbleibende, nicht stofflich verwertbare Sperrmüllfraktion gelegen. Ergebnisse der ersten Untersuchung dieser Fraktion, haben gezeigt, dass drei weitere Untersuchungen im Sinne der Projektaufgabenstellung in Absprache mit dem Auftraggeber nicht zielführend waren.

Tabelle 17: Input- und Outputmengen der Sperrmüllumladestation auf der Deponie Rautenweg [MA 48, Leistungsbericht 2000]

Mengen Sperrmüllumladestation (Standort Deponie Rautenweg)	1999 Masse		2000 Masse	
	in Tonnen	in Prozent	in Tonnen	in Prozent
INPUT Mischabfälle der Sperrmüllabfuhr MA 48 zur Umladestation	6.734	100 %	6.955	100 %
Metallschrott zu MA 48 ABA	630	9,36 %	642	9,23 %
Altholz behandelt zu MA 48 ABA	2.540	37,72 %	2.500	35,95 %
Bildschirmerschrott zu MA 48 ABA	79	1,17 %	84	1,21 %
Elektronikschrott zu MA 48 ABA	13	0,19 %	17	0,24 %
Kompostrohmaterial zu MA 48 ABA	3	0,04 %	6	0,09 %
Altreifen zu Verwerter	93	1,38 %	127	1,83 %
SUMME Altstoffe Aussortiert	3.358	49,87 %	3.376	48,54 %
Organische gefährliche Abfälle (Labor)	34,84	0,52 %	37,05	0,53 %
Anorganische gefährliche Abfälle (Labor)	0,50	0,01 %	0,36	0,01 %
Medikamente	0,12	0,00 %	0,06	0,00 %
Gasentladungslampen	0,25	0,00 %	0,24	0,00 %
Motoröle	1,70	0,03 %	1,46	0,02 %
Speiseöle	0,61	0,01 %	1,05	0,02 %
Batterien	0,00	0,00 %	0,06	0,00 %
Bleiakkumulatoren	6,92	0,10 %	8,14	0,12 %
Feuerlöscher	0,14	0,00 %	0,20	0,00 %
Gasflaschen	0,53	0,01 %	0,45	0,01 %
Ölradiatoren	9,41	0,14 %	9,72	0,14 %
Sonstige (Tonercartridges, Röntgenbilder)	1,35	0,02 %	0,03	0,00 %
SUMME Problemstoffe Aussortiert	56,37	0,84 %	58,82	0,85 %
Kühlgeräte zu MA 48 ABA	139,92	2,08 %	162,49	2,34 %
Sperrmüll zu Deponie Rautenweg	3.180	47,22 %	3.358	48,28 %
OUTPUT Summe Sperrmüllumladestation	6.734	100,00 %	6.955	100,00 %

Am 5. Juni 2001 wurde die Sperrmüllfraktion von 18 Fahrzeuge mit je einer Ladefläche von 12 m³ beurteilt. Bei der Untersuchung der restlichen Fraktion der Sperrmüllmenge (unter 40 % der angelieferten Menge), die von der Umladestation direkt auf die Deponie aufgebracht wird, ergab sich folgendes Bild.

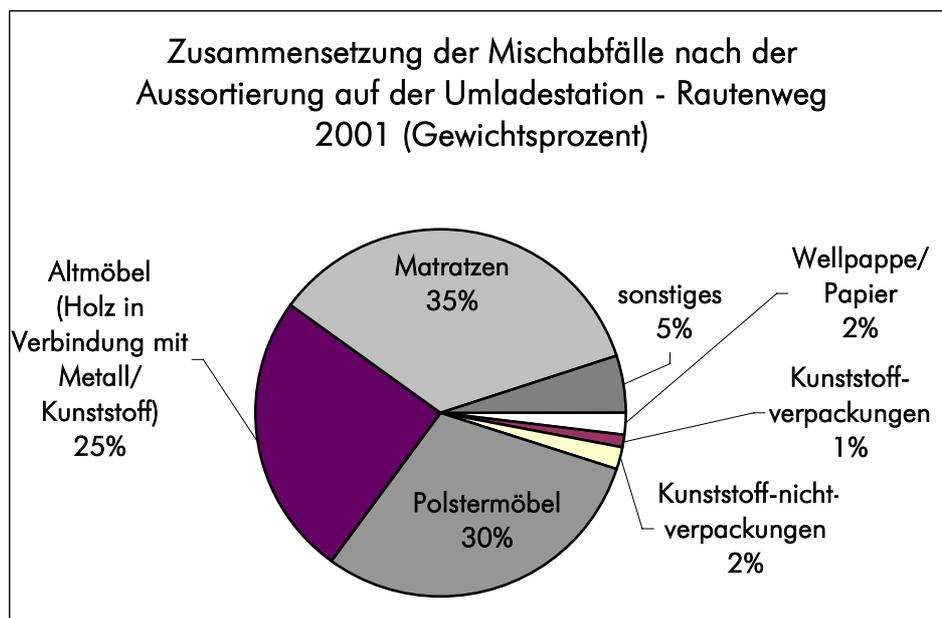
Abbildung 10: Restliche Sperrmüllfraktion nach der Aussortierung auf der Umladestation - Rautenweg



Einrichtungsgegenstände und Altmöbel (Holz in Verbindung mit anderen Stoffen und daher nicht geeignet für die reine Holzsammlung) machen den größten Teil dieser Fraktion aus (geschätzte Massenprozent 80 bis 90 % bei 18 Anlieferungen). Innerhalb dieser Gruppe bilden Polstermöbel und Matratzen den Hauptanteil. Optisch auffallend sind weiters Kartonschachteln u.ä., die mit typischem Restmüll gemeinsam mit dem gemischten Sperrmüll derzeit deponiert werden.

Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der Stichprobenuntersuchung der Mischabfälle auf der Umladestation – Rautenweg dar.

Abbildung 11: Prozentuelle Aufteilung der Mischabfälle (Umladestation – Rautenweg) (Österreichisches Ökologie-Institut, 2001)



Die Aussortierung der Fraktionen Metallschrott, behandeltes Altholz, Bildschirmschrott, Elektronikschrott, Kompostrohmaterial, Problemstoffe, Kühlgeräte zur ABA der MA 48 und Altreifen zu Verwertern funktioniert einwandfrei und ist gut dokumentiert. Für diese Fraktionen sind Zahlen der aussortierten Mengen für 1999 und 2000 der Tabelle 17 zu entnehmen. Zusätzlich werden die Fraktionen Altfenster und Bauschutt getrennt gesammelt.

Die Gesamtbeurteilung des Sperrmülls, der von der Sperrmüllabfuhr zur Umladestation – Rautenweg transportiert und dort in einzelnen Fraktionen aufgeteilt wird, kann folgend zusammengefasst werden:

- Es besteht ein funktionierendes Sammelsystem einschließlich getrennter Erfassung einzelner Sperrmüllfraktionen.
- Die getrennte Erfassung der einzelnen Fraktionen funktioniert sehr gut.
- Der Erfassungsgrad der aussortierten Fraktionen ist sehr hoch.

Gründe dafür:

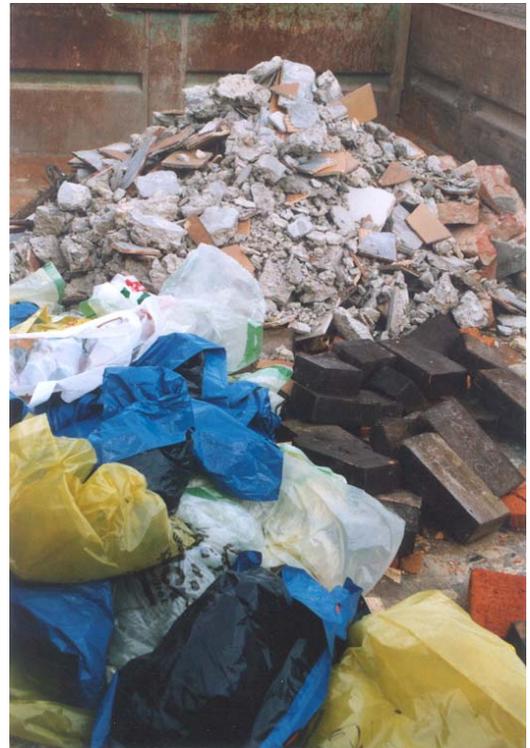
- Die Trennung in Fraktionen erfolgt direkt am Abfallentstehungsort, d.h. in oder vor den Wohnungen, Büros oder ähnlichen Einrichtungen. Dadurch ist die gezielte Trennung in einzelne Fraktionen gewährleistet.
- Die Beurteilung der restlichen Fraktion, der so genannten Mischabfälle, direkt auf der Umladestation ergab, dass eine weitere Trennung nicht mehr vertretbar ist.

Gründe dafür:

- Nichtwiederverwendbare Matratzen bilden mit 35 % den Hauptanteil dieser Mischabfälle.
- 30 % der Mischabfälle bestehen aus nichtwiederverwendbaren Polstermöbeln.
- Das Mischgut besteht weiters zu 25 % aus Altmöbeln, wobei Holzwerkstoffe in Verbindung mit Kunststoffen, Verbundstoffen oder Metallen stehen und daher für die reine Holzsammlung bzw. Holzverwertung nicht geeignet sind.
- Die ab 1.1.2004 notwendige Vorbehandlung der restlichen, derzeit unbehandelt deponierten Sperrmüllmischabfälle, in der seit Anfang 2002 in Vollbetrieb befindlichen Aufbereitungsanlage in der Abfallbehandlungsanlage (ABA) ist eine akzeptable Lösung zur Vorbehandlung der Sperrmüllmischabfälle in Wien.

Auf der nächsten Seite sind einzelne Vorgänge der Aussortierung von einigen Sperrmüllfraktionen auf der Umladestation – Rautenweg bildlich dokumentiert.

Abbildung 12: Aussortierung der einzelnen Fraktionen Altholz (oben rechts und links), Bauschutt (unten rechts), Kühlgeräte (2 von oben links), Elektronikschrott (3 von oben links) und Altfenster (unten links)



4.2 Sperrmüllsortieranalyse 2001 - Wiener Mistplätze

Anhand von vier Sortieranalysen ausgewählter Stichproben wurden die auf drei Mistplätzen gesammelten Sperrmüllmengen und deren Zusammensetzungen in den unterschiedlichen Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter 2001 untersucht.

Basierend auf der Sperrmüllanalyse 1999/2000 sind die Mistplätze mit dem stärksten Aufkommen in allen vier Jahreszeiten ausgewählt worden:

- Zwischenbrücken: 2., Dresdner Straße 119
- Favoriten: 10., Sonnleithnergasse 30
- Baumgarten: 14., Zehetnergasse 7-9

Es wurde davon ausgegangen, dass die Jahreszeiten Einfluss auf Menge und Zusammensetzung des Sperrmülls haben. Daher erfolgt die Sortieranalyse von jedem der drei Mistplätze viermal im Jahr. Ein direkter Einfluss der Jahreszeiten auf die Menge ist nicht feststellbar, da bei jeder Analyse jeweils drei Mistplatz-Sperrmüllcontainer mit dem selben Inhaltvolumen sortiert wurden.

In folgender Tabelle sind die einzelnen Stichprobenmengen der vier Sortieranalysen dargestellt. In Summe wurden bei der Sortieranalyse 2001 rd. **30 Tonnen Sperrmüll** sortiert.

Tabelle 18: Untersuchte Sperrmüllmenge bei der Sortieranalyse 2001

Masse [kg]	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Summe
Zwischenbrücken: 2., Dresdner Straße	2.658	2.020	2.060	3.460	10.198
Favoriten: 10., Sonnleithnergasse	2.761	1.656	3.081	2.660	10.158
Baumgarten: 14., Zehetnergasse	2.060	2.147	1.661	3.020	8.888
Summe	7.479	5.823	6.802	9.140	29.244

Tabelle 19 zeigt die Einteilung der einzelnen Sortierfraktionen in 13 Sortiergruppen, die in Anlehnung an die Sperrmüllsortieranalyse 1999 in Niederösterreich getroffen wurde. Noch vor der praktischen Durchführung der Sortieranalyse Frühling 2001 wurden jedoch weitere Kriterien bei der Einteilung der Sortiergruppen als notwendig erachtet.

Eine weitere Unterteilung innerhalb der Sortiergruppe 3 -Holz und Holzwerkstoffe- in eine unbehandelte und behandelte Fraktion wurde unternommen, auch im Hinblick auf die Recherche über die stoffliche Verwertung von einzelnen Sperrmüllfraktionen.

Tabelle 19: Sortiergruppen der Sortieranalsen 2001

SORTIERGRUPPE	
1	Problemstoffe
2	Verpackungen (gemäß WVO)
3	Holz und Holzwerkstoffe
4	Altmetalle
5	Altkunststoffe
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe
8	Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug
10	mineralische Abfälle, Bauschutt
11	Restmüll
12	Fenster mit Glas
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich

Vor Beginn der Sortieranalyse wurden eine Mulde eines Mistplätze auf einer befestigten Fläche im ABA-Zelt der MA 48 entleert. Der Inhalt wurde händisch nach den vorgegebenen Fraktionen – unabhängig des Verunreinigungsgrades- sortiert. Diese Fraktionen wurden in 240-l-Behälter aufgeteilt, die an Ort und Stelle mit einer Plattformwaage gewogen wurden. Das Gewicht der vollen Behälter wurde aufgezeichnet. Für die Sortieranalsen wurden detaillierte Sortierprotokolle angefertigt, die im Anhang zu finden sind.

Im Zuge der praktischen Durchführung der ersten Analyse wurde die vorgenommene Stoffgruppeneinteilung bei der Erstellung der Protokolle mit bestimmten Sortierkriterien für äußerst praktikabel angesehen.

Neben der Einteilung der einzelnen 13 Sortiergruppen (vgl. Tabelle 19), ist eine genaue Beschreibung der einzelnen Fraktionen dokumentiert worden.

Vor der Sortieranalyse wurden die zur Verfügung gestellten Müllsammelbehälter (240 Liter) abgewogen. Diese Behälter wurden nummeriert, um jeweils das Tara-Gewicht bei der Umrechnung von Brutto- zu Nettogewicht berücksichtigen zu können.

Einzelnen Sortierfraktionen, wie bspw. Glas, Bauschutt, Altpapier, Kunststoffverpackungen oder Textilien wurden aus der Stichprobe aussortiert und in diesen Behältern gesammelt und schließlich gewogen.

Andere Fraktionen, wie bspw. Polstermöbel wurden in einem Großcontainer mit bekanntem Tara-Gewicht gesammelt, der mittels der Eingangskontrollwaage der Abfallbehandlungsanlage (ABA) abgewogen wurde. Am Ende jeder einzelnen Wiegung dieser Großcontainer wurde dem Protokollführer das Gewicht übermittelt.

In den folgenden Tabellen 20 bis 23 sind die Ergebnisse der vier Sperrmüllsortieranalsen im Detail dargestellt. Tabelle 20 zeigt die abgewogenen Sperrmüllfraktionen aufgeteilt in 13 Sortiergruppen. Tabelle 21 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Sortiergruppen.

Auffallend sind die Ergebnisse der Mengen an Holz und Holzwerkstoffe für den Mistplatz **Zwischenbrücken** im 2. Wiener Gemeindebezirk. Im Frühling wurden rd. 2.270 kg, im Sommer rd. 1.600 kg, im Herbst rd. 1.760 kg und im Winter rd. 1.260 kg dieser Holzfraktion im Sperrmüll mitgesammelt.

In Massenprozenten an den Gesamtstichproben sind dies im Frühling 85,4 %, im Sommer 79,5 %, im Herbst 85,4 % und im Winter 36,5 % für die Stichprobe für den Mistplatz im 2. Bezirk.

Diese überdurchschnittlich hohen Werte sind dadurch zu erklären, dass während der Stichprobenziehung kein eigener Container für eine getrennte Sammlung von Altholz auf diesem Mistplatz vorhanden war.

In Summe wurden bei der Sortieranalyse 2001 [Österreichisches Ökologie-Institut] rd. **30 Tonnen Sperrmüll** aussortiert.

Die Fraktionen Holz, Holzwerkstoffe, Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen machten über **70 Massenprozent der Gesamtprobe** von allen 3 Mistplätzen aus.

Die Sortieranalyse 2001 zeigt, dass die

- Sortiergruppe 3 (**Holz und Holzwerkstoffe**) mit **32,73 %** und die
 - Sortiergruppe 7 (**Einrichtungsgegenstände** und Sanitäreinrichtungen, Verbundstoffe) mit **38,86 %**
- die zwei größten Fraktionen im Sperrmüll ausmachen (auf das Gewicht bezogen).

Abbildung 13: Prozentuelle Zusammensetzung der Sperrmüllmenge 2001 [Sortieranalyse 2001]

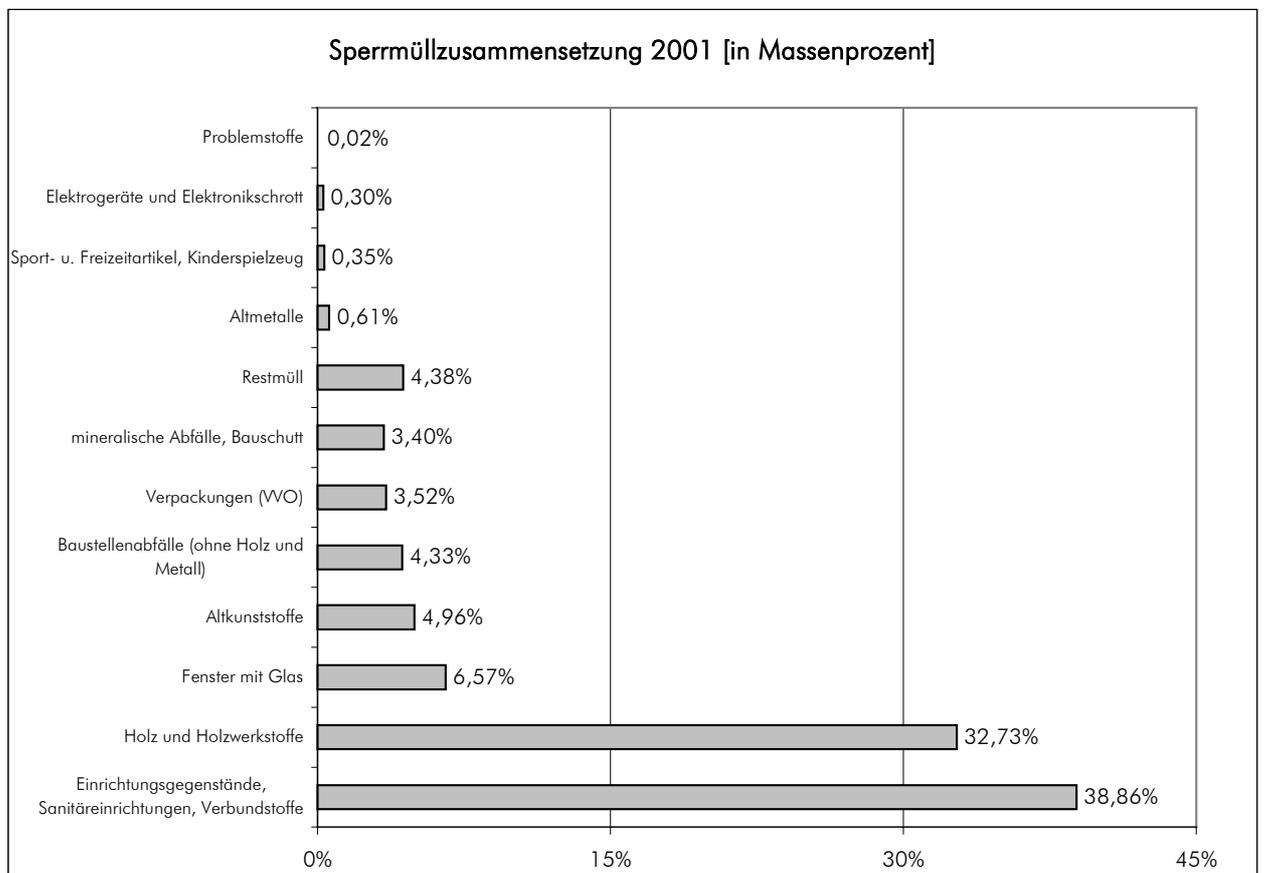


Tabelle 20: Ergebnisse der vier Sortieranaysen Frühling, Sommer, Herbst und Winter 2001 in Massenangabe [kg]

MASSE [kg]		FRÜHLING 2001			SOMMER 2001			HERBST 2001			WINTER 2001		
		2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk
SORTIERGRUPPE													
1	Problemstoffe	0,00	0,50	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Verpackungen (gemäß VVO)	6,00	191,50	25,50	0,00	293,28	85,50	0,00	216,15	14,50	53,50	32,00	110,31
3	Holz und Holzwerkstoffe	2.268,50	184,50	47,00	1605,00	403,90	648,25	1.760,00	483,50	80,00	1262,50	236,70	590,20
4	Altmetalle	4,00	33,00	0,00	5,50	60,10	0,00	4,00	31,00	0,00	0,00	0,00	40,00
5	Altkunststoffe	30,50	491,20	95,50	5,95	193,78	203,50	8,50	156,40	50,00	0,00	78,81	134,98
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	1,00	31,50	11,00	0,00	10,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	15,00	11,50
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	251,50	1700,00	1622,50	350,00	389,80	817,00	234,50	1304,85	842,00	1037,50	1128,10	1685,10
8	Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)	0,00	0,00	159,50	0,00	58,03	100,00	18,00	314,98	101,00	70,00	159,99	285,65
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	8,00	8,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,50	0,00	25,00	32,40	8,00
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	12,50	114,50	0,00	0,00	84,03	0,00	0,00	423,13	0,00	205,00	92,00	61,66
11	Restmüll	70,50	0,00	45,50	47,60	142,00	36,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Fenster mit Glas	0,00	0,00	45,50	5,95	16,20	161,50	35,00	120,00	573,00	0,00	885,00	91,00
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	5,00	6,00	15,50	0,00	5,00	94,50	0,00	3,00	0,00	806,5	0,00	1,62
Summe¹²		2.658	2.761	2.060	2.020	1.656	2.147	2.060	3.081	1.661	3.460	2.660	3.020

¹² Unstimmigkeiten in der Summenbildung sind auf den mathematischen Rundungsvorgang zurückzuführen.

Tabelle 21: Ergebnisse der vier Sortieranaysen Frühling, Sommer, Herbst und Winter 2001 in Prozent

PROZENT [%]		FRÜHLING 2001			SOMMER 2001			HERBST 2001			WINTER 2001		
SORTIERGRUPPE		2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk	2. Bezirk	10. Bezirk	14. Bezirk
1	Problemstoffe	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
2	Verpackungen (gemäß VVO)	0,2 %	6,9 %	1,2 %	0,0 %	17,7 %	4,0 %	0,0 %	7,0 %	0,9 %	1,5 %	1,2 %	3,7 %
3	Holz und Holzwerkstoffe	85,4 %	6,7 %	2,3 %	79,5 %	24,4 %	30,2 %	85,4 %	15,7 %	4,8 %	36,5 %	8,9 %	19,5 %
4	Altmetalle	0,2 %	1,2 %	0,0 %	0,3 %	3,6 %	0,0 %	0,2 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,3 %
5	Altkunststoffe	1,1 %	17,8 %	4,6 %	0,3 %	11,7 %	9,5 %	0,4 %	5,1 %	3,0 %	0,0 %	3,0 %	4,5 %
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	0,0 %	1,1 %	0,5 %	0 %	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,6 %	0,4 %
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	9,5 %	61,6 %	78,8 %	17,3 %	23,5 %	38,1 %	11,4 %	42,4 %	50,7 %	30,0 %	42,4 %	55,8 %
8	Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)	0,0 %	0,0 %	7,7 %	0,0 %	3,5 %	4,7 %	0,9 %	10,2 %	6,1 %	2,0 %	6,0 %	9,5 %
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,7 %	1,2 %	0,3 %
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	0,5 %	4,1 %	0,0 %	0,0 %	5,1 %	0,0 %	0,0 %	13,7 %	0,0 %	5,9 %	3,5 %	2,0 %
11	Restmüll	2,7 %	0,0 %	2,2 %	2,4 %	8,6 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
12	Fenster mit Glas	0,0 %	0,0 %	1,6 %	0,3 %	1,0 %	7,5 %	1,7 %	3,9 %	34,5 %	0,0 %	33,3 %	3,0 %
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	0,2 %	0,2 %	0,8 %	0,0 %	0,3 %	4,4 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	23,3 %	0,0 %	0,1 %
	Summe¹³	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

¹³ Unstimmigkeiten in der Summenbildung sind auf den mathematischen Rundungsvorgang zurückzuführen.

Tabelle 22: Gesamtergebnis der Sortieranalysen 2001 [Masse]

MASSE [kg]		GESAMTERGEBNIS 2001				
SORTIERGRUPPE		Zwischenbrücken: 2., Dresdner Straße	Favoriten: 10., Sonnleithnergasse	Baumgarten: 14., Zehetnergasse	Summe	Prozentueller Anteil
1	Problemstoffe	0,00	5,50	0,01	5,51	0,02 %
2	Verpackungen (gemäß VVO)	59,50	732,93	235,81	1.028,23	3,52 %
3	Holz und Holzwerkstoffe	6896,00	1308,60	1365,45	9.570,05	32,73 %
4	Altmetalle	13,50	124,10	40,00	177,60	0,61 %
5	Altkunststoffe	44,95	920,19	483,98	1.449,11	4,96 %
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	1,00	64,50	22,50	88,00	0,30 %
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	1873,50	4522,75	4966,60	11.362,85	38,86 %
8	Baustellenabfälle(ohne Holz und Metall)	88,00	532,99	646,15	1.267,14	4,33 %
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	33,00	54,90	13,00	100,90	0,35 %
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	217,50	713,65	61,66	992,81	3,40 %
11	Restmüll	118,10	142,00	82,25	342,35	1,17 %
12	Fenster mit Glas	40,95	1021,20	858,50	1.920,65	6,57 %
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	811,50	14,00	111,62	937,12	3,21 %
	Summe¹⁴	10.197,50	10.157,30	8.887,5	29.242,31	100,00 %

¹⁴ Unstimmigkeiten in der Summenbildung sind auf den mathematischen Rundungsvorgang zurückzuführen.

Tabelle 23: Gesamtergebnis der Sortieranalysen 2001 in Prozent

PROZENT [%]		GESAMTERGEBNIS 2001			
SORTIERGRUPPE		Zwischenbrücken: 2., Dresdner Straße	Favoriten: 10., Sonnleithnergasse	Baumgarten: 14., Zehetnergasse	Prozentueller Anteil an der Gesamtsumme
1	Problemstoffe	0,00 %	0,05 %	0,00 %	0,02 %
2	Verpackungen (gemäß WVO)	0,58 %	7,22 %	2,65 %	3,52 %
3	Holz und Holzwerkstoffe	67,62 %	12,88 %	15,36 %	32,73 %
4	Altmetalle	0,13 %	1,22 %	0,45 %	0,61 %
5	Altkunststoffe	0,44 %	9,06 %	5,45 %	4,96 %
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	0,01 %	0,64 %	0,25 %	0,30 %
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	18,37 %	44,53 %	55,88 %	38,86 %
8	Baustellenabfälle(ohne Holz und Metall)	0,86 %	5,25 %	7,27 %	4,33 %
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	0,32 %	0,54 %	0,15 %	0,35 %
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	2,13 %	7,03 %	0,69 %	3,40 %
11	Restmüll	1,16 %	1,40 %	0,93 %	1,17 %
12	Fenster mit Glas	0,40 %	10,05 %	9,66 %	6,57 %
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	7,96 %	0,14 %	1,26 %	3,20 %
	Summe¹⁵	100 %	100 %	100 %	100 %

¹⁵ Unstimmigkeiten in der Summenbildung sind auf den mathematischen Rundungsvorgang zurückzuführen.

4.3 Wiener Sperrmüllsortieranalyse 1999/2000, durchgeführt von der MA 48

Für Wien liegt eine Sperrmüllanalyse über den Zeitraum März 1999 bis Februar 2000 vor. Für die Analysen wurden jene Mistplätze ausgewählt, die im Jahr 1998 die größten Sperrmüllmassen verzeichneten. Die Analysefraktionen orientierten sich an der geltenden Dienstanweisung, die festlegt was unter Sperrmüll fällt. Die Restmüllfraktionen sind alle jene Bestandteile, die fälschlicherweise in den Sperrmüllcontainer gelangen.

Analysefraktionen: Als Fraktionen für die Analyse wurden festgelegt:

- **Sperrmüllfraktion:**
 - Matratzen
 - Teppiche
 - Teppichrollen aus Karton
 - Möbel
 - Teerpappe
 - beschichtetes und lackiertes Holz inkl. Fenster und Türen ohne Glas, reine Holzmöbel
 - Gegenstände mit hohem Metallanteil (Tisch mit Metallrahmen und -füßen, Drehsessel u. dgl.)
 - sonstiges (Koffer, Sport- und Freizeitartikel, Kinderspielzeug u. ä.)
 - Fensterglas
 - Verbundglas (Windschutzscheiben, Drahtgitterglas, Bildschirme)
- **Restliche Müllfraktion:**
 - Verpackungen aus Karton, Kunststoff, Papier, Styropor, Verbundstoff, Glas, Metall, Einwegpalette
 - Biomaterial
 - Baustellenabfälle (nicht aus Holz oder Metall)
 - Problemstoffe
 - Textilien

Diese Aufteilung wurde im Hinblick auf die geltende Dienstanweisung getroffen, wobei für die MA 48 vor allem auch interessant war, was an Verpackungsmaterialien im Sperrmüll festzustellen ist. Es wurde davon ausgegangen, dass es sinnvoll ist, den Sperrmüll in verschiedene Fraktionen aufzuspalten. Fenster- und Verbundglas könnte 1999 schon einer Verwertung zugeführt werden.

Gegenstände mit hohem Metallanteil, bzw. Fliesentische waren insofern von Interesse, da sie eventuell eines eigenen Behandlungsschrittes vor einer Sperrmüll-Zerkleinerung bedürfen.

Die restlichen Müllfraktionen stellen genau genommen fälschlicherweise in die Sperrmüllsammmlung eingebrachte Mengen dar. Für die Verpackungen lt. Verpackungs-Verordnung existieren bereits geeignete Verwertungsschienen. Glas- und Metall-Verpackungen sind auch ungeachtet ihrer Verschmutzung verwertbar. Papier und Karton wären, keine Verschmutzung vorausgesetzt, stofflich verwertbar; jedoch muss bei Papier im Sperrmüll damit gerechnet werden, dass dieses nur thermisch verwertet werden kann, da andere

Inhalte des Sperrmülls dieses verschmutzen. Kunst- und Verbundstoffe sind auf Grund ihrer Verschiedenheit nur thermisch verwertbar.

Für VP - Styropor besteht ebenfalls eine Verwertungsschiene. Im Restmüll bleiben dann alle Nichtverpackungen, die aber nicht in verschiedene Stoffgruppen aufgeteilt wurden. Biomaterial wurde ebenfalls gesondert erfasst. Baustellenabfälle wurden ebenfalls nicht eingehender fraktioniert. Problemstoffe wurden gesondert erfasst, sollten aber über geeignete Schienen entsorgt werden. Textilien wurden, da von Anfang an unverhältnismäßig große Mengen vorlagen, ebenfalls getrennt erfasst.

Der analysierte Sperrmüll stammte hauptsächlich von Haushalten und Gewerbebetrieben, das sich besonders durch Baustellen- und Wohnungsräumungsabfälle bemerkbar machte.

Die Analyse brachte folgende Ergebnisse:

Tabelle 24: Ergebnisse der Sperrmüllsortieranalyse 1999/2000 (Anteile in Massenprozent und kg), [MA 48, 2000]

Analysefraktionen	MP Zwischenbrücken		MP Favoriten		MP Baumgarten		Gesamt	
	Masse-%	kg	Masse-%	kg	Masse-%	kg	Masse-%	kg
Matratzen	5,69	2.166	1,42	561	3,06	941	3,38	3.669
Teppiche	5,74	2.183	3,61	1.428	5,87	1.807	5,00	5.419
Teppichrollen					0,65	199	0,18	199
Möbel	8,36	3.183	5,24	2.074	5,70	1.756	6,47	7.013
Teerpappe	0,15	57					0,05	57
Sonstiges	4,02	1.530	0,14	54	0,91	280	1,72	1864
Holz beschichtet/ lackiert	60,016	22.899	9,43	3.733	9,93	3.057	27,37	29.689
Gegenstände mit hohem Metallanteil	0,88	337	1,18	469	1,81	557	1,26	1.362
Vorbehandlung	0,11	44	0,23	91			0,12	134
E-Geräte	0,24	93	0,47	186	0,06	19	0,27	297
Bildschirmglas					0,01	5	0,00	5
Verbundglas	0,10	39	0,55	216	2,30	710	0,89	964
Fensterglas	0,90	344	4,16	1.649	6,28	1.933	3,62	3.962
Summe Sperrmüll	86,37	32.874	26,42	10.461	36,57	11.263	50,34	54.597
Baustellenabfälle	6,03	2.297	24,67	9.767	22,86	7.041	17,62	19.105
Biomaterial	0,34	130	0,32	127	0,38	117	0,34	373
VP-Material	0,45	171	2,82	1.115	2,08	642	1,78	1.928
Textilien	0,24	92	4,18	1.657	3,01	926	2,47	2.674
Restmüll	6,48	2.467	40,89	16.193	34,07	10.494	26,88	29.153
Problemstoffe	0,08	32	0,70	279	1,03	316	0,58	627
Summe Restmüll	13,63	5.188	73,58	29.137	63,43	19.536	49,66	53.861
Summe Gesamt	100,00	38.062	100,00	39.598	100,00	30.799	100,00	108.458

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass **Möbel und behandeltes Altholz** einen Anteil von **67 % des Sperrmülls** ausmachen. Der Anteil von Möbeln und behandeltem Holz an einer gesamten Stichprobe (Sperrmüll und Restmüll) beträgt **34 %** und würde damit im Bereich der im „Branchenkonzept Holz“ geschätzten Altholzmengen aus privaten Haushalten liegen. Im Analysejahr wurden 20.304 t Sperrmüll von den Mistplätzen auf der Deponie Rautenweg abgelagert.

Bei einem Anteil von 34 % behandeltem Altholz sind dies ca. **7.000 t**. D.h. der Anteil von behandeltem Holz und Möbeln im Sperrmüll ist relativ hoch. Grundsätzlich wird behandeltes und unbehandeltes Altholz auf den Mistplätzen in einer eigenen Mulde erfasst. Nicht getrennt erfasst werden jene Holzprodukte, die mit vielen Störstoffen behaftet sind und die für eine stoffliche Verwertung nur schwer geeignet sind.

4.4 Wiener Sperrmüllsortieranalyse 2001 im Vergleich zur Analyse 1999/2000

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Analysen 1999/2000 und 2001 gegenübergestellt.

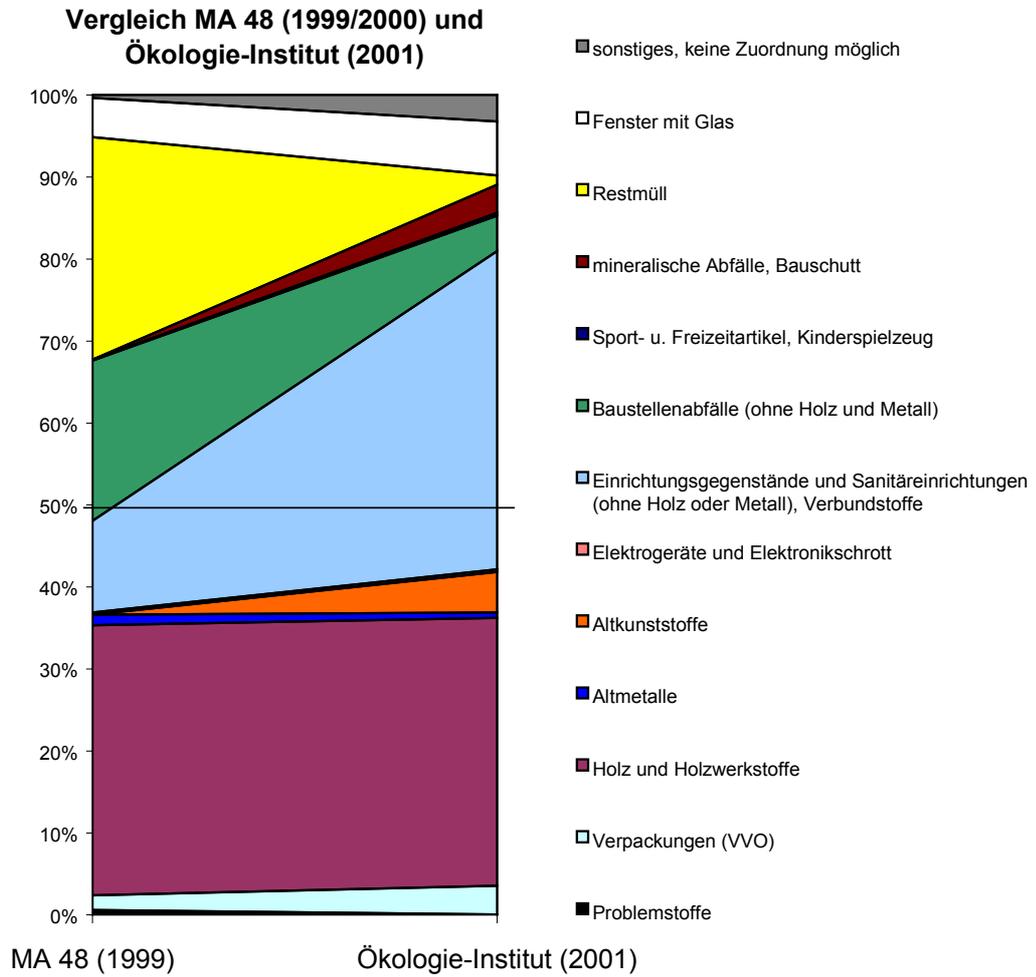
Tabelle 25: Zusammensetzung der Sperrmüllmenge 1999/2000 und 2001 in Massenprozent

Sortiergruppe	Dresdnerstraße		Sonnleiten		Zehetnerstraße		Gesamt	
	2001	1999/ 2000	2001	1999/ 2000	2001	1999/ 2000	2001	1999/ 2000
1 Problemstoffe	0,00 %	0,08 %	0,05 %	0,70 %	0,00 %	1,03 %	0,02 %	0,60 %
2 Verpackungen (VVO)	0,58 %	0,45 %	7,22 %	2,82 %	2,65 %	2,08 %	3,52 %	1,78 %
3 Holz und Holzwerkstoffe	67,62 %	68,52 %	12,88 %	14,67 %	15,36 %	15,63 %	32,73 %	32,94 %
4 Altmetalle	0,13 %	0,88 %	1,22 %	1,18 %	0,45 %	1,81 %	0,61 %	1,29 %
5 Altkunststoffe	0,44 %		9,06 %		5,45 %		4,96 %	0,00 %
6 Elektrogeräte und Elektronikschrott	0,01 %	0,24 %	0,64 %	0,47 %	0,25 %	0,07 %	0,30 %	0,26 %
7 Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	18,37 %	11,67 %	44,53 %	9,21 %	55,88 %	12,59 %	38,86 %	11,16 %
8 Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)	0,86 %	10,20 %	5,25 %	24,81 %	7,27 %	23,77 %	4,33 %	19,59 %
9 Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	0,32 %	0,11 %	0,54 %	0,23 %	0,15 %	0,00 %	0,35 %	0,11 %
10 mineralische Abfälle, Bauschutt	2,13 %		7,03 %		0,69 %		3,40 %	0,00 %
11 Restmüll	1,16 %	6,48 %	1,40 %	40,89 %	0,93 %	34,07 %	1,17 %	27,15 %
12 Fenster mit Glas	0,40 %	1,00 %	10,05 %	4,71 %	9,66 %	8,58 %	6,57 %	4,76 %
13 sonstiges, keine Zuordnung möglich	7,96 %	0,34 %	0,14 %	0,32 %	1,26 %	0,38 %	3,20 %	0,35 %
Summe	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

2001: Daten der Sperrmüllanalyse 2001, durchgeführt vom Österreichischen Ökologie-Institut

1999: Daten der Sperrmüllanalyse 1999, durchgeführt von der MA 48

Abbildung 14: Grafische Darstellung der Vergleichswerte 2001 und 1999/2000



Vergleicht man die durchschnittliche Zusammensetzung (in Massenprozent) der Sperrmüllmenge in beiden Analysen, so ergibt sich folgendes Bild:

- Problemstoffe machen in der Analyse 2001 einen geringeren Anteil aus als 1999/2000 (0,02 % zu 0,6 %)
- Der Anteil an Verpackungsmaterial im Jahr 2001 ist mit 3,5 % fast doppelt so hoch wie 1999/2000
- Holz- und Holzwerkstoffe liegen in beiden Analysen bei rd. 33 %
- Der Anteil an Altmetallen 2001 liegt bei 0,7 %, 1999/2000 bei 1,3 %
- Altkunststoffe machen 2001 einen Anteil von fast 5 % aus (1999/2000 wahrscheinlich mit der Fraktion Baustellenabfälle miterfasst)
- Der Elektrogeräte- und Elektronikschrottanteil liegt bei rd. 0,3 %
- Ein großer Unterschied zwischen den 2 Analysen existiert in der Sortiergruppe 7 [Einrichtungsgegenstände, Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall) und Verbundstoffe]. Für 2001 wurden fast 40 % erhoben und für 1999/2000 nur 11 %. Erklärbar ist diese Differenz mit den unterschiedlichen Angaben für die Fraktion Restmüll. Die Restmüllfraktion wurde 1999/2000 mit über 27 % angegeben, im Vergleich zu 2001 mit 1,2 %.
- Bei Baustellenabfälle ohne Holz- und Metallanteile bestehen ebenfalls große Unterschiede. 1999/2000 fast 20 % im Vergleich zu 2001 mit knapp über 4 %. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass bei der Analyse 2001 typische Baustellenmischabfälle, die in Säcken gesammelt wurden, in die einzelnen Fraktionen weiter aufgeteilt wurden. Daher auch die Differenz bei Bauschutt und mineralischen Abfällen (2001 mit 3,4 % im Vergleich zu 0 % 1999/2000)
- Der Anteil von Altfenster inklusive Fensterglas lag zwischen 4,8 % (1999/2000) und 6,6 % (2001)

4.5 Jährliche Sperrmüllmenge und Sperrmüllzusammensetzung in Wien basierend auf der Sortieranalyse 2001

Ausgehend von der prozentuellen Aufteilung der drei Sperrmüllanalysen des Ökologie-Instituts in die Fraktionen 1 – 13 stellt folgende Tabelle eine Hochrechnung für ganz Wien dar. Basiswert für die prozentuelle Aufteilung ist die in Wien im Jahr 2000 insgesamt erfasste Sperrmüllmenge von **23.823 t**.

Tabelle 26: Prozentuelle Aufteilung 2001 auf die Sperrmüllmenge von Wien (2000)

		Sperrmüll Wien 2000 Hochrechnung	
		Tonnen	Prozent
1	Problemstoffe	4,5	0,02 %
2	Verpackungen (VVO)	837,7	3,52 %
3	Holz und Holzwerkstoffe	7.796,5	32,73 %
4	Altmetalle	144,7	0,61 %
5	Altkunststoffe	1.180,6	4,96 %
6	Elektrogeräte und Elektronikschrott	71,7	0,30 %
7	Einrichtungsgegenstände und Sanitäreinrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	9.257,0	38,86 %
8	Baustellenabfälle (ohne Holz und Metall)	1.032,3	4,33 %
9	Sport- u. Freizeitartikel, Kinderspielzeug	82,2	0,35 %
10	mineralische Abfälle, Bauschutt	808,8	3,40 %
11	Restmüll	278,9	1,17 %
12	Fenster mit Glas	1.564,7	6,57 %
13	sonstiges, keine Zuordnung möglich	763,4	3,20 %
	Summe	23.823,0	100,00 %

4,5 Tonnen Problemstoffe wurden nach der oben durchgeführten Hochrechnung 2001 mit dem Sperrmüll ohne Vorbehandlung deponiert. Die Analyse 2001 ergab, dass es sich dabei hauptsächlich um Arzneimittel, Röntgenbilder, Spezialklebstoffe, Spezialreinigungsmittel und Haushaltsbatterien handelt. Um diese Menge zu reduzieren, ist es einerseits notwendig die Aufklärung direkt am Mistplatz zu verstärken, bzw. die Bewusstseinsbildung durch die Abfallberatung hinsichtlich der getrennten Sammlung von Problemstoffen zu forcieren.

Der Anteil an **Verpackungsmaterial** ist mit fast **840 Tonnen** sehr hoch. Fraglich ist jedoch, ob dieses Material einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, da der Verschmutzungsgrad dieser Verpackungen extrem hoch ist. Besonders bei Altpapier und Kunststofffolien, die im Zuge von Bautätigkeiten als Unterlage verwendet wurde. Der Anteil an **Getränkeverpackungen**, die in typischen Baustellenmischabfällen aus Privathaushalten in Säcken mitgesammelt werden, beträgt ca. **1,2 Tonnen**.

Die beiden stärksten Fraktionen der Sperrmüllanalyse 2001 (3 - **Holz und Holzwerkstoffe** und 7 - **Einrichtungsgegenstände** und Sanitäreinrichtungen, Verbundstoffe) wurden nochmals aufgesplittet, um eine detailliertere Betrachtung durchführen zu können. Ausgehend von dieser prozentuellen Aufteilung kann wieder eine Hochrechnung für ganz Wien aufgestellt werden.

Tabelle 27: Hochrechnung der prozentuellen Aufteilung 2001 auf ganz Wien für die Fraktionen 3 (Holz- und Holzwerkstoffe) und 7 (Einrichtungsgegenstände etc.) und ihre Unterteilungen

	Unterteilung der Fraktionen in	Sortieranalyse in kg	%	Hochrechnung in Tonnen
3 Holz und Holzwerk- stoffe	behandeltes Holz (von Einrichtungsgegenständen)	3.431,04	93 %	7239,71
	unbehandeltes Holz (Bauholz)	134,63	3 %	208,86
	Fenster	112,17	4 %	347,93
	Summe	3.677,84	100 %	7.796,50
7 Einrichtungs- gegenstände und Sanitär- einrichtungen (ohne Holz oder Metall), Verbundstoffe	Teppiche/Bodenbeläge (Kunststoff)	266,43	8 %	774,53
	Teppiche (Textilien)	265,26	9 %	859,02
	Polstermöbel	1.947,65	59 %	5.415,53
	Matratzen	573,54	19 %	1.747,10
	Textilien, Leder, Gummi	181,20	5 %	460,82
	Summe	3.234,08	100 %	9.257,00

Behandeltes Holz im Sperrmüll macht in Wien pro Jahr eine Abfallmenge von rd. **7.240 Tonnen** aus. Der Anteil an **unbehandeltem Holz** im Sperrmüll, der primär für die stoffliche Wiederverwertung von Holz in Frage kommen würde, beträgt rd. **210 Tonnen**.

Der Anfall an **Teppichabfällen** aus Kunststoffen und Textilien kann mit über **1.600 Tonnen** angegeben werden. **Polstermöbel** mit ca. **5.415 Tonnen** bilden neben behandeltem Holz die zweitgrößte Fraktion im Sperrmüll. Der Anfall an **Matratzenabfälle** beträgt jährlich ca. 1.750 Tonnen.

Baustellenabfälle stellen einen Anteil von ca. **1.030 Tonnen** und **Altfenster** von ca. **1.565 Tonnen** der jährlich anfallenden Sperrmüllmenge in Wien dar.

Sortieranalysen in Österreich und in Deutschland ergaben folgende **durchschnittliche Sperrmüllzusammensetzung und Einflussfaktoren**:

- Die größte Stoffgruppe im Sperrmüll stellen die **Einrichtungsgegenstände** (inklusive Möbel und Möbelteile) dar (ca. **50 – 65 Masse-%**).
- Etwa die **Hälfte** der Einrichtungsgegenstände kann der **Altholzfraktion** (unbehandelt und behandelt) zugeordnet werden. Die sonstigen Einrichtungsgegenstände stellen insbesondere **Matratzen, Polstermöbel** und **verschiedenste Verbundmaterialien** dar.
- Der Anteil der **stofflich oder thermisch verwertbaren** Fraktionen des Sperrmülls beträgt etwa **40 – 50 Masse-%**.
- Die **verwertbaren Fraktionen** beziehen sich auf folgende Stoffgruppen:
 - Altholz (behandelt und unbehandelt): **30 – 40 Masse-%**
 - Altmetalle: 1 – 5 Masse-%
 - Altkunststoffe: 1 – 3 Masse-%
 - Verpackungen laut VerpackVO: 2 – 5 Masse-%
 - Flachglas: < 1 Masse-%
- Die **Problemstoffanteile** im Sperrmüll sind unter 0,5 Masse-%
- Die **Art der Sperrmüllsammelsysteme** (Bring- oder Holsystem, getrennte Erfassung einzelner Fraktionen) und Transportfahrzeuge (Sperrmüllzerkleinerung und –pressung) hat einen wesentlichen Einfluss auf die **Sortierbarkeit** des Sperrmülls und die jeweiligen Sortierergergebnisse.

- In Abhängigkeit der Sammelsysteme ergeben sich zum Teil erhebliche Restmüllanteile im Sperrmüll. Im **Bringsystem** kann der zum Teil in **Säcken verfüllte Entrümpelungsschutt einen Masseanteil bis zu 50 % einnehmen.**

Die Ergebnisse der durchgeführten Sortieranalyse 2001 wurden mit den Literaturangaben verglichen. Der Anteil der Stoffgruppe **Einrichtungsgegenstände** (inklusive Möbel und Möbelteile) ist in der Sortieranalyse 2001 mit über **70 %** höher als die Literaturangaben.

Die Analyseergebnisse bestätigten die angenommene Zielrichtung der **Literaturrecherche** über die stofflichen Verwertungsmöglichkeiten von einzelnen Sperrmüllfraktionen. Das bedeutet, dass bei der Recherche insbesondere die stoffliche Verwertung der Fraktionen Holz und Holzwerkstoffe, Einrichtungsgegenstände, Polstermöbel, Matratzen und Teppiche untersucht wurde.

Verwertung und Entsorgung von Holzabfällen

6

6.1 Begriffsdefinitionen

Das jährliche Holzabfallaufkommen in der Bundesrepublik Deutschland ist aus heutiger Sicht nur schwer abzuschätzen. Die Angaben über die Mengen divergieren erheblich und schwanken zwischen 11 Mio. t (Bayrisches Landesamt für Umweltschutz; Juli 2001) und 24,5 Mio. t (Ökotech GmbH 12/2001).

Für Österreich gibt es keine eindeutigen Regelungen für die Bezeichnung von Rest- und Althölzern und daher auch keine eindeutigen Zahlenwerte. Im Branchenkonzept Holz geht man von einem Altholzanfall auf Baustellen von 160.000 t/a und einer Holzabfallmenge von Gebäudeabbrüchen von 360.000 t/a aus. Das jährliche Potenzial von Bau- und Abbruchhölzern schätzt man auf 500.000 bis 600.000 t.¹⁶

Holzabfälle im Sinne dieser Ausführungen sind

- **Altholz**, das heißt gebrauchtes Holz und gebrauchte Holzwerkstoffe jeglicher Art, ohne konkreten Altersbezug und
- **Restholz**, das heißt Holz aus der Be- und Verarbeitung aus Industrie und Gewerbe.

Holzwerkstoffe sind aus Holz hergestellte Stoffe, die Bindemittel enthalten und/oder mit verschiedenen Materialien beschichtet sind.

Gebraucht- und Restholzsortimente sind Hölzer gleicher Art und Herkunft, die auch bezüglich ihrer Verwertung oder Beseitigung gleiche Eigenschaften aufweisen.

Tabelle 28: Definitionen von Holzabfällen

Abfallfraktion	Beschreibung
Holzabfall	Abfälle, die bei der Holzverarbeitung und -bearbeitung anfallen oder bereits einer Nutzung als Produkt unterworfen waren.
Restholz	Holzabfälle aus Holzver- und -bearbeitung.
Gebrauchtholz	Holzabfälle nach Produktgebrauch
Holzwerkstoffe	Aus Holz hergestellte Werkstoffe, die Bindemittel enthalten und/oder mit verschiedenen Materialien beschichtet sind.
Holzabfallsortimente	Hölzer gleicher Art und Herkunft, die auch bezüglich ihrer Verwertung oder Beseitigung gleiche Eigenschaften aufweisen. ¹⁷

Während in Deutschland die Zuordnung und Benennung gesetzlich geregelt ist, wird in den österreichischen Gesetzen nur im Falle der Schlüsselnummernzuteilung auf diese Problematik eingegangen.

Rest- und Althölzer sind Holzabfälle der Schlüsselnummerngruppe 171 (§3) und der Schlüsselnummern 17201 und 17203 der ÖNORM S 2100 (BGBl. II Nr. 22/1999).

Holz und Holzabfälle werden demnach nach BGBl. II Nr. 227/1997 (zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 178/2000) wie in der nachfolgenden Tabelle klassifiziert.

¹⁶ Brandstätter M.; Neumüller A.; Sinnvolle Verwertung von Bau- und Abbruchholz; Österr. Holzforschungsinstitut, 10/1997

¹⁷ www.biomasse-info.net/Gesetzeslage; Juni 2001

Tabelle 29: Klassifikation von Holz und Holzabfällen [ÖNORM S 2100]

Schlüsselnummer	Klassifikation
172	Holz
17201	Holzabfälle aus der Anwendung
17208	Holz (z. B. Pfähle und Masten), salzimpregniert [1]
17211	Sägemehl und -späne, durch organische Chemikalien (z. B. Mineralöle, Lösemittel, Lacke, organische Beschichtungen) verunreinigt [4]
17212	Sägemehl und -späne, durch anorganische Chemikalien (z. B. Säuren, Laugen, Salze) verunreinigt [4]
17213	Holzemballagen, Holzabfälle und Holzwohle, durch organische Chemikalien (z.B. Mineralöle, Lösemittel, Lacke, organische Beschichtungen) verunreinigt [5], [6]
17214	Holzemballagen, Holzabfälle und Holzwohle, durch anorganische Chemikalien (z.B. Säuren, Laugen, Salze) verunreinigt [7]

[1] nur kyanisierte oder mit nicht fixierten Salzen behandelte Hölzer

[2] sofern als Aufsaugmittel verwendet

[3] auch Abfälle und Bearbeitungsrückstände von Hölzern, die mit organischen Holzschutzmitteln imprägniert sind

[4] ausgenommen sind nicht verunreinigte lackierte und organisch beschichtete Holzabfälle (z. B. Möbel, Fenster) und Holzemballagen

[5] auch Abfälle und Bearbeitungsrückstände salzimpregnierter Hölzer

Ferner wird in Österreich zwischen behandeltem und unbehandeltem Altholz, beziehungsweise lizenziertem (ARA) und nicht lizenziertem Verpackungsmaterial aus Holz unterschieden.

In der Literatur und in den Gesetzestexten wird der Begriff Altholz immer wieder verwendet. Dieser dürfte mit dem deutschen „Gebrauchtholz“ äquivalent sein.

In Deutschland werden folgende Gebrauchtholzsortimente unterschieden:

- Holzabfälle aus der Holzbe- und -verarbeitung
- Verpackungsholz
- Baustellenhölzer
- Möbelholz
- Holz aus Sperrmüll
- Hölzer aus dem Außenbereich

Die Entsorgung von Holzabfällen in Deutschland erfolgt - sofern sie nicht gemeinsam mit anderen Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen thermisch entsorgt und/oder direkt auf Deponien abgelagert werden - über Aufbereitungsbetriebe. Die dort angenommenen Holzabfälle werden üblicherweise durch Annahme- und Ausschlusskriterien festgeschrieben. In der Regel sind holzschutzmittelbehandelte und mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung belastete Holzabfälle, bei deren Entsorgung besondere Vorkehrungen zur Vermeidung von Umweltbelastungen zu treffen sind, von der Annahme ausgeschlossen.

Die angelieferten Holzabfälle werden im Hinblick auf den späteren Verwendungszweck anhand einer Sichtkontrolle zumeist in die Fraktionen "unbehandelte Mischfraktion" (naturbelassene Holzabfälle) und "behandelte Mischfraktion" (Holzwerkstoffe sowie sonstige beschichtete und lackierte Holzabfälle) sortiert und zerkleinert, wobei von der "behandelten Mischfraktion" häufig zum Zwecke der Schadstoffentfrachtung zusätzlich der Feinanteil abgetrennt wird.

Als Verwertungsweg wird die stoffliche Verwertung zur Herstellung von Holzwerkstoffen (Spanplattenindustrie) oder die energetische Verwertung in Feuerungsanlagen genutzt. Die Praxis zeigt, dass holzschutzmittelbehandelte und mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung belastete Holzabfälle trotz formalem Ausschluss in den oben genannten Fraktionen enthalten sind. Im Falle einer energetischen Verwertung in dafür nicht zugelassenen Anlagen kann dies zu unzulässigen Schadstoffemissionen führen, während bei einer stofflichen Verwertung unzulässige Schadstoffe in die neuen Produkte verschleppt werden.

6.2 Schadstoffe in Holzabfällen

Mit Holzschutzmitteln belastete Hölzer, kontaminierte Mischholzfraktionen oder bestimmte Möbelgruppen lassen sich nur schwer stofflich verwerten. Hier ist die thermische Verwertung der derzeit praktizierte Entsorgungsweg. Feuerungsanlagen für Althölzer, die mit Holzschutzmitteln behandelt wurden, werden in Österreich verordnungsrechtlich mit Müllverbrennungsanlagen gleichgesetzt. Laut österreichischem Holzforschungsinstitut sind folgende Stoffe in Althölzern als kritisch einzuschätzen.

- Chlor:** Zurückzuführen auf Hölzer, die mit Holzschutzmitteln oder speziellen Klebstoffhärtern behandelt wurden.
- Stickstoff:** Einsatz von stickstoffhaltigen Aminoplastharzen.
- Blei und Zink:** Einsatz von Bleiweiß und Zinkweiß in alten Farben und Lacken als Pigmentmittel.

Diese Stoffe fallen besonders in der Verbrennung ins Gewicht, da sie in der Rauchgasreinigung wieder entfernt werden müssen. Bei der stofflichen Verwertung kommt es vor allem auf die Reinheit des Materials, sowie auf die Zusammensetzung der Bindemittel an. Ferner spielt natürlich der Anteil an mineralischen oder andern Störstoffen eine Rolle. In der folgenden Tabelle sind teilweise kritische Mengen an Inhaltsstoffen angegeben (Analyseergebnisse von Versuchs Brennstoffen in mg/kg TS).

Tabelle 30: Kritischen Mengen an Inhaltstoffen in Althölzern

Parameter [mg/kg TS]	Fluor	Chlor	Schwefel	Stickstoff	Blei	Zink
Holz naturbelassen	<15	122	102	817	10	54
Holz mineralisch verunreinigt	<15	177	135	791	4	30
Schalungsplatten und Träger	<15	113	176	12.600	2	23
Holzwerkstoffplatten	<15	563	267	20.500	34	243
Türen	<15	202	182	2.200	2.440	4.670
Fenster ohne Kit	<15	191	354	1.270	2.440	4.670
Fenster mit Kit	<15	143	370	875	788	7.610
Oberflächenbeh. Holz Innen	<15	440	365	1.330	861	4.380
Oberflächenbeh. Holz Außen	<15	107	396	1.070	272	1.130

6.3 Abgrenzung von Holzabfallarten unterschiedlicher Belastung in Deutschland¹⁸

Holzabfälle können aufgrund der Vielfalt der im Bereich Be- und Verarbeitung eingesetzten Hölzer und Materialien unterschiedlich belastet sein. Neben Farben, Lacken und Beschichtungen sind bei der Entsorgung insbesondere Behandlungen mit Holzschutzmitteln relevant, deren Wirkstoffe ein besonderes Gefahrenpotenzial darstellen. Hierzu gehören zum Beispiel Holzschutzmittelbehandlungen, die auf Pentachlorphenol-, Quecksilber-, Arsen- und/oder Chrom-Kupfer-Verbindungen sowie Teerölen basieren.

Ausgehend von den Begriffen - "nicht behandelt" und "behandelt" (der OECD-Listen für importierte und exportierte Abfälle zur Verwertung) sowie mit oder ohne "schädliche Verunreinigungen" (der Bestimmungsverordnung für besonders überwachungsbedürftige Abfälle) - werden zu deren Konkretisierung drei Belastungsgruppen definiert. Dabei setzt sich die Gruppe 2 in Anlehnung an die Möglichkeiten einer Entsorgung in Anlagen der Nr. 1.2 und 1.3 des Anhangs der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BlmSchV) aus drei Untergruppen zusammen. Diese Unterteilung hat für die abfallrechtlich relevante Abgrenzung "behandelt", "nicht behandelt" beziehungsweise mit oder ohne "schädliche Verunreinigungen" keine Bedeutung.

Gruppe H1: Abfälle von nicht behandeltem Holz

Naturbelassenes, das heißt lediglich mechanisch bearbeitetes, aber nicht verleimtes, beschichtetes, lackiertes, gestrichenes oder mit sonstigen organischen beziehungsweise anorganischen Stoffen behandeltes Holz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde und der Abfalldefinition unterliegt.

Gruppe H2: Abfälle von behandeltem Holz ohne schädliche Verunreinigungen

- H2.1: Verleimte, beschichtete, lackierte, gestrichene und sonstige behandelte Holzabfälle ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel,
- H2.2: Holzabfälle mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel sowie
- H2.3: mit Holzschutzmitteln behandelte und sonstige mit Verunreinigungen belastete Holzabfälle.

Gruppe H3: Holzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen

Mit Holzschutzmitteln behandelte Holzabfälle, die Wirkstoffe mit Quecksilber-, Arsen- und/oder Chrom-Kupfer-Verbindungen, Pentachlorphenol oder Pentachlorphenol-Verbindungen oder Teeröle enthalten, sowie verunreinigte Holzabfälle, die bei der Entsorgung nach Art, Beschaffenheit und Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend sein können.

¹⁸ http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt1/beri96-97/boden_3.htm

Zuordnungskonzept

Das Zuordnungskonzept setzt voraus, dass eine ursprüngliche Holzoberfläche vorhanden ist. Das Konzept ermöglicht Holzabfälle (allenfalls vorgebrochene) in Abhängigkeit von ihrer potenziellen Belastung einer der drei Gruppen H1 bis H3 zuzuordnen.

Es dient vor allem der Zuordnung beim Abfallerzeuger (Anfallstelle) und der Zuordnung beim Aufbereiter (Sortierung). Die Zuordnung der Holzabfälle erfolgt in Eigenverantwortung. Die Forderung nach einer Fremdüberwachung wird für entbehrlich gehalten, da es im Eigeninteresse der Endverwerter liegt, die Belastung der zur Verwertung angelieferten Holzabfälle zu überwachen. Zudem sind die Art und Häufigkeit der Eingangskontrolle des angelieferten Materials in der Regel Teil der immissionsschutzrechtlichen Anlagengenehmigung.

Das Zuordnungskonzept sieht drei Szenarien vor:

- a) Zuordnung auf der Grundlage der unzweifelhaften Kenntnis der Art der Behandlung beziehungsweise Belastung
Ist die Art der Behandlung beziehungsweise Belastung bekannt oder ist sie durch **Inaugenscheinnahme** (Herkunft, Farbe, Geruch, Schnitt) feststellbar, kann direkt eine Zuordnung des Holzabfalls erfolgen.
So können beispielsweise gestrichene, lackierte oder beschichtete Möbelteile der Belastungsgruppe H2 zugeordnet werden, Teeröle lassen sich üblicherweise an Farbe und Geruch erkennen, auch ist im Regelfall die Art der Behandlung von Holzabfällen aus der Be- und Verarbeitung bekannt. Verschiedene Holzschutzmittelbehandlungen lassen sich anhand ihrer Färbung identifizieren.
- b) Zuordnung ohne analytische Untersuchung nach der Herkunft
Ist die Art der Behandlung beziehungsweise Belastung nicht bekannt und dadurch eine eindeutige Zuordnung nach a) nicht möglich, kann für häufig vorkommende Holzabfallsortimente eine Zuordnung ohne analytische Untersuchung mit Hilfe von Tabellen nach der Herkunft erfolgen.
- c) Zuordnung auf der Grundlage analytischer Untersuchungen

In Einzelfällen kann es sinnvoll sein, zum Zwecke einer von der Zuordnung nach b) abweichenden Einstufung, eine sortimentsbezogene analytische Untersuchung der Oberfläche auf Holzschutzmittel vorzunehmen. Der Parameterumfang richtet sich dabei nach dem jeweiligen Sortiment. Zur Zuordnung und zur Abgrenzung der Belastungsgruppen anhand einer analytischen Untersuchung werden oberflächennahe Konzentrationen verschiedener Parameter, die als Holzschutzmittelindikatoren dienen, herangezogen. Da von einer Beprobung der Holzstücke an der Oberfläche (3 mm) ausgegangen wird, sind die Werte lediglich als Hinweise auf eine Belastung mit den entsprechenden Holzschutzmitteln zu interpretieren. Sie sagen jedoch nichts über das Belastungspotenzial des gesamten Holzstücks aus. Dies kann je nach Größe des beprobten Holzstücks und Eindringtiefe des Holzschutzmittels sehr unterschiedlich sein.

Die Zuordnung von Holzabfall zu entsprechenden Abfallschlüsseln des Europäischen Abfallkatalogs beziehungsweise der Bestimmungsverordnung für besonders überwachungsbedürftige Abfälle oder des LAGA-Abfallartenkatalogs, sowie die Zuordnung zu den OECD-Listen und -Codes im Falle der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen zur Verwertung, erfolgt unter Berücksichtigung der jeweiligen Einstufung in eine der Belastungsgruppen H1, H2 oder H3. Holzabfälle der Belastungsgruppe H3 sind innerstaatlich als besonders überwachungsbedürftig eingestuft. Sie unterliegen einem obligatorischen Nachweisverfahren, sowohl im Falle der Verwertung als auch der Beseitigung.

6.4 Ermittlung und Nachweis von Holzschutzmittelwirkstoffen im Altholz

Die Probleme bei der Entsorgung schutzmittelbehandelter Hölzer beruhen in erster Linie auf den chemischen Substanzen, die in Form von Holzschutzmitteln (HSM) dauerhaft in das Holz eingebracht wurden. Alle Maßnahmen für eine umweltgerechte Beseitigung müssen sich am Entsorgungsverhalten dieser Substanzen orientieren. Voraussetzung hierzu ist die Abschätzung der im Alt- und Restholz vorliegenden HSM-Wirkstoffe hinsichtlich Art und Menge.

Untersuchungen von VOSS (1998) basieren auf der folgenden Definition.

Holzschutzmittel (HSM) sind Produkte, die aufgrund ihrer Zusammensetzung einen Befall durch holzerstörende oder verfärbende Organismen (Pilze, Bläue, Insekten) an gefällttem und/oder verarbeitetem Holz bzw. an Holzwerkstoffen nach entsprechender Ein- bzw. Aufbringung wirksam verhindern oder schon vorhandene Organismen abtöten, wobei sie anschließend für einen nachhaltigen Schutz gegen Neubefall sorgen können.

Für die o. g. Definition von Holzschutzmitteln ist die Wirksamkeit das ausschlaggebende Kriterium. Diese enge Beschränkung ist notwendig, um Oberflächenbehandlungsmittel ohne biozide Wirkung aus dem Begriff auszugrenzen.

Für holzschutzmittelbehandeltes Holz ist traditionell die Schutzfunktion unter Verwendungsgesichtspunkten ausschlaggebend. Demgegenüber ist für die Entsorgung allein das Vorliegen entsorgungsrelevanter Stoffe entscheidend – unabhängig davon, ob die eingebrachten Mengen für einen Schutz ausreichend sind. Statt einer gemeinsamen Definition erscheinen daher zwei Definitionen zweckmäßig:

- Für holzschutzmittelbehandeltes Holz unter Verwendungsgesichtspunkten
- Für belastetes Holz unter Entsorgungsgesichtspunkten

Holz und Holzwerkstoffe, die mit Holzschutzmitteln im Sinne der o.g. Definition behandelt wurden, werden als „HSM-behandelt“ bezeichnet.

Holz wird als belastet bezeichnet (RICHTER et al. 1992), wenn es zum Zeitpunkt der Bewertung holzfremde Substanzen enthält, die bei der weiteren Verarbeitung inkl. stofflicher oder thermischer Verwertung schädliche Einwirkungen auf die Umwelt herbeiführen können.

Die Definition für belastetes Holz ist sehr umfassend. Holzschutzmittel stellen nur einen Teil der möglichen Belastungen dar. In der Praxis konnte diese Definition bislang nicht angewendet werden.

Auch die Festlegung von Grenzwerten zur Unterscheidung von belastetem und unbelastetem Holz steht noch aus, ebenso wie Einteilungskriterien zur Festlegung „überwachungsbedürftiger“ und „besonders überwachungsbedürftiger“ Hölzer.

In den Überlegungen zur Entwicklung von Entsorgungskonzepten für Altholz haben die Nachweismöglichkeiten von Holzschutzmittelbestandteilen eine bedeutende Rolle (z.B. WILLEITNER 1990, DEPPE 1992, VOSS und WILLEITNER 1995, MARUTZKY 1996). Eine Holzschutzmittelbehandlung bei Altholzsortimenten ist nur schwer visuell zu erkennen. Dies gilt meist auch für Hölzer, die im frisch imprägnierten Zustand leicht zu identifizieren sind, wie z. B. chromathaltige Hölzer. Zur Erkennung und Sortierung von HSM-belasteten Hölzern sind daher analytische Nachweisverfahren erforderlich.

Eine Analyse von Holz ist nur zusammen mit der Festlegung von Grenzwerten sinnvoll. Tabelle 31 enthält die vorgeschlagenen Parameter und Grenzwerte.

Tabelle 31: Verschiedene Grenzwertvorschläge zur Charakterisierung HSM-belasteter Hölzer (vorgeschlagene LAGA-Richtwerte)

Parameter (mg/kg)	Grenzwerte, ab denen ein Holz als HSM-behandelt definiert wird
Arsen	2
Bor	30
Fluor	30
Kupfer	20
Quecksilber	0,4
Benzo(a)pyren	0,1
Pentachlorphenol	2
Lindan	keine Angabe

Allen Vorschlägen gemeinsam ist ein Schwerpunkt auf anorganische Substanzen, wobei mit nur fünf Bestandteilen die gesamte Palette anorganischer Holzschutzsalze erfasst wird. Auf Chrom wurde als Parameter verzichtet, da es als Schutzmittelbestandteil immer zusammen mit anderen anorganischen Parametern vorkommt (As, B, Cu, F) und zudem nicht HSM-spezifisch ist. Hohe Chrombelastungen können auch aus Farb- und Lackanstrichen stammen. Der Nachweis von Benzo(a)pyren erfolgt als Leitsubstanz für Teeröle. Zur Charakterisierung organischer Holzschutzbelastungen sind bislang lediglich Pentachlorphenol und/oder Lindan als Untersuchungsparameter vorgeschlagen worden. Sie repräsentieren zwar die häufigste organische Wirkstoffbelastung im derzeit anfallenden Altholz¹⁹, darüber hinaus können jedoch über 40 weitere organische Verbindungen vorkommen.

Geeignete Analyseverfahren müssen in ihren Nachweisgrenzen deutlich unter den vorgeschlagenen Grenzwerten liegen. Konventionelle Analyseverfahren erfüllen überwiegend diesen Anspruch, erfordern jedoch eine zeitintensive Probennahme und Probenvorbereitung sowie eine aufwendige und z. T. kostenintensive Ausstattung. Sie sind daher für eine Vorortanalyse ungeeignet. Aus diesem Grund wurde mit der Suche nach praxismethoden begonnen (MEIER 1994, VOSS et al. 1994, HOFF 1994, HORN und MARUTZKY 1994, ANONYMUS 1996, AEHLIG und SCHEITHAUER 1996, BOCKELMANN 1996, FINK 1996, VOGT 1996, PEYLO 1997).

Diese Untersuchungen konzentrieren sich auf direkt einsetzbare Schnellanalyseverfahren, die mit geringem Zeitaufwand durch kurze Probenaufbereitungs- und Analysezeiten eine häufige Beprobung erlauben. Dabei wäre die Erfassung möglichst vieler Substanzen in einem Arbeitsschritt wünschenswert.

Schnellanalytische Verfahren zur Qualitätskontrolle in der laufenden Produktion von Recyclingholzspänen und -hackschnitzeln sind sogenannte Online-Verfahren. Untersuchungen des Bremer Umweltinstitutes (VOSS, 1998) haben gezeigt, dass mit einer begrenzten Stichprobenanzahl eine Produktcharge klassifiziert werden kann. In Kombination mit einer Schnellanalyse wäre daher eine Zertifizierung einer Produktcharge, z. B. eines Containers möglich, wodurch die Produktionssicherheit gesteigert werden könnte. Weitere Untersuchungen in großtechnischen Aufbereitungsanlagen sowie die Weiterentwicklung der Geräte bzgl. Sensitivität, Selektivität und Ergebnisdarstellung sind jedoch noch erforderlich.

Ein wirtschaftlicher Einsatz der Geräte ist unter den gegenwärtigen Vorgaben für die Analytik im Bereich der Gebrauchtholzaufbereitung und den derzeit niedrigen Entsorgungskosten nicht möglich.

Nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse können mit dem Instrument der Online-Analytik Altholzsortimente nicht lückenlos überwacht werden. Realistischer ist eine routinemäßige Stichprobenkontrolle:

- beim Ausbau bzw. Abbruch von Hölzern, die nicht eindeutig als belastet oder unbelastet eingestuft werden können, um das Material bereits am Anfallsort geeigneten Verwertungsalternativen zuzuordnen;
- bei der Annahme von Altholzsortimenten zur stofflichen Verwertung, um den Stoffstrom auf Verunreinigungen (z.B. durch Holzschutzmittel) zu untersuchen.

Es wurden verschiedene **Schnellerkennungsverfahren** entwickelt und im Hinblick auf die praktische Einsetzbarkeit sowohl bei der Vorsortierung als auch bei der Qualitätskontrolle von Gebrauchtholz untersucht. Die anhand der vorgeschlagenen LAGA-Richtwerte vorgenommenen Einstufungen der Gebrauchthölzer lassen jedoch keine direkten Rückschlüsse auf die tatsächliche Zusammensetzung realer Gebrauchtholzsortimente zu.

Im Rahmen von Feldversuchen (VOSS, 1998) wurden sowohl Aspekte der Handhabung der Geräte (Dauer der Messungen, Ausfallzeiten, Schwierigkeiten etc.), als auch die Messgenauigkeit, die Probenahmetechnik (Art, Durchführung, Dauer), die Vergleichbarkeit der Messergebnisse und die Einsatzmöglichkeiten bei der Vorsortierung auf Altholzsammelplätzen untersucht. Alle Messgeräte liefen bei diesen Untersuchungen während der Versuchsphase zuverlässig und konnten Schadstoffe in der Matrix Holz messen, obwohl diese i. d. R. eine starke Variabilität und/oder einen Gradienten der Wirkstoffverteilung aufwiesen. Bezüglich des Parameterumfangs ist festzuhalten, dass bei diesem Projekt nicht alle für die Holzanalytik notwendigen Parameter, wie bspw. Bor und Quecksilber mittels Schnellerkennungsverfahren messbar waren.

Untersucht wurden zwei Laserverfahren, die sich durch Messungen im Sekundentakt auszeichneten und ohne vorherige Probenahme messen, so dass der Probendurchsatz entsprechend hoch ist. Aufgrund der geringen Messtiefe (300 - 500 μm) zeigen die Messergebnisse jedoch relativ starke Streuungen.

Diese geringen Messtiefen stellen weiterhin ein Problem bei Messungen auf lackierten oder beschichteten Hölzern dar, so dass ein Entfernen von Oberflächenbehandlungen vor der Messung notwendig ist. Bzgl. anorganischer Holzschutzmittel sind folgende Ergebnisse zusammenfassend festzustellen:

- Die vor dem Hintergrund der vorgeschlagenen LAGA-Richtwerte als belastet einzustufenden Hölzer werden von den Schnellerkennungsgeräten überwiegend erkannt.
- Gebrauchthölzer mit geringem HSM-Gehalten werden z. T. deutlich „überbestimmt“.
- Minderbefunde der anorganischen Wirkstoffe sind seltener, so dass die Gefahr der Verschleppung von Schadstoffen in qualitativ höherwertige Altholzfraktionen deutlich vermindert ist.

Insgesamt zeigen mit den Schnellerkennungsverfahren ermittelte Analysen starke Streuungen, die im wesentlichen auf die inhomogene Verteilung von Holzschutzmittelwirkstoffen im Holz zurückzuführen sind. So üben Sorptions- und Diffusionseigenschaften der Holzmatrix einen deutlichen Einfluss auf die HSM-Verteilung aus.

Lösungsansatz analytische Schnellverfahren aus der Fachliteratur: (HARMS et al., 1998)

- Laserspektroskopische Schadstoffanalytik von Althölzern K. Löbe, H. Lucht
- Schadstoffanalyse in Holz mittels Laserplasmaemissionsspektrometrie; A. Morak; A. Unkroth,; R. Sauerbrey; K. Schneider;
- Fluoreszenzspektroskopie von organischen Holzschutzmitteln auf Altholz; E. Voss; A. Anders;
- Multidetektionsanalyse mit mobiler Gaschromatographie und Ionenmobilitätsspektrometrie; J. Kübler
- Immunologische Nachweisverfahren für die Pentachlorphenol-Bestimmung in Holz vor Ort; C. Bockelmann
- Resonante Lasermassenspektrometrie (REMPI-TOFMS): Von der Online-Prozessanalyse bis zur Schnellanalyse von Bodenproben; R. Zimmermann; H. J. Heger; R. Dorfner; U. Boesl; A. Kettrup

6.5 Verwertungsmöglichkeiten von Altholz

Für die Verwertung von Holz stehen prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

Stofflich:

- Umbau, Reparatur, Reinigung und erneuter Einsatz
- Zerkleinerung und Einsatz in der Erzeugung von Spanplatten
- Zerkleinerung und Einsatz als Bodenbelag
- Zuschlagstoffe bei der Kompostierung
- Rohstoff in der Papier- und Möbelindustrie

Thermisch:

- Verbrennung oder Vergasung

Durch geeignete Aufbereitungsverfahren (zum Beispiel Entfernen schadstoffhaltiger Schichten) kann die Belastung mit potentiellen Schadstoffen reduziert werden. Die Eignung des aufbereiteten Materials für einen Entsorgungsweg muss dann im jeweiligen Einzelfall beurteilt werden. Allerdings fehlt es diesbezüglich noch an einer einheitlichen Festlegung der zulässigen Maximalbelastungen des Inputmaterials für entsprechende Entsorgungswege. Als **stoffliche Verwertungsmöglichkeit** gewinnt die Verwendung von Holzabfällen zur Herstellung von Holzwerkstoffen zunehmend an Bedeutung. Holzabfälle der Belastungsgruppe H1 und H2.1 sind bei der Herstellung von Holzwerkstoffen im Regelfall ohne Aufbereitung zum Zwecke der Schadstoffentfrachtung stofflich verwertbar. Gegen den Einsatz von Holzabfällen der Untergruppe H2.1 bestehen vor allem dann keine Bedenken, wenn die Holzabfälle aus der Holzbearbeitung oder aus der Herstellung von Platten und Möbeln stammen und/oder ein Eintrag potentieller Schadstoffe, wie beispielsweise Blei und Cadmium, über Holzabfälle mit entsprechenden Anstrichen in die Holzwerkstoffe vermieden wurde. Sonstige stoffliche Verwertungsmöglichkeiten sollen unter der Berücksichtigung des Wohls der Allgemeinheit sowie ihrer Umweltverträglichkeit im Einzelfall geprüft werden, wobei andere rechtliche Regelungen (zum Beispiel Düngemittelverordnung) zu beachten sind. Weiters sollen Holzabfälle, die nicht stofflich verwertet werden können, vorrangig energetisch verwertet werden. Hierbei sind bezüglich der Anforderungen die einschlägigen immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen maßgebend. Holzabfälle, die nicht verwertet werden, sind dauerhaft aus dem Stoffkreislauf auszuschließen und zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit zu beseitigen. Ergänzend wird auf die umfassende Produktverantwortung der Hersteller verwiesen.

5.5.1 Stoffliche Verwertung in der Holzwerkstoffindustrie

Der Einsatz bei der Spanplattenherstellung ist in der Praxis die vorwiegend durchgeführte stoffliche Verwertungsart für Altholz²⁰. Auch bei der Produktion von Formteilen werden Althölzer eingesetzt. Altholz, das für die stoffliche Verwertung vorgesehen ist, gelangt meistens zuerst in Altholzannahmestellen. Von dort wird es entweder direkt in die Spanplattenindustrie transportiert oder zunächst speziell für Altholz konzipierten Hackanlagen zugeführt. Die Aufbereitung des Altholzes beinhaltet nach einer Sortierung, Zerkleinerung und Metallabscheidung zumeist ein Sieben und/oder eine Windsichtung des Materials. Durch diese Aufbereitung sollen Schwermetalle und Holzschutzmittelwirkstoffe,

²⁰ Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland

die sich in der Lackoberfläche befinden, zumindest teilweise abgetrennt werden. Bei der Spanplattenproduktion werden Recyclingspäne vornehmlich als Mittelschichtmaterial eingesetzt. Für die Holzwerkstoffindustrie ist die Verarbeitung von Altholz derzeit aus wirtschaftlichen Gründen lohnenswert, da der Altholzlieferant für die Annahme des Holzes zumeist bezahlen muss. Um die Spanplattenqualität trotz Altholzeinsatz zu wahren, existieren seitens der Spanplattenwerke und Altholzverwerter verschiedene Annahmekriterien für Recyclingholz. So sollen z. B. mit Holzschutzmittel kontaminierte Althölzer nicht zur stofflichen Verwertung in die Spanplattenindustrie gelangen.

5.5.2 Altholz als Zuschlagstoff bei der Kompostierung

Voraussetzung für den Zusatz von Holz bei der Bioabfallkompostierung ist eine geringe Schadstoffbelastung. Umfrageergebnisse (BOCKELMANN 1993) haben gezeigt, dass die Kompostierung eine Möglichkeit der stofflichen Altholzverwertung mit relativ geringer Bedeutung in Deutschland ist. Von FRICKE et al. (1990) dargestellte Untersuchungsergebnisse zeigen eine positive Veränderung des Verrottungsprozesses von Bioabfall bei Zugabe von Holzhäckseln. Bei den verwendeten Holzhäckseln handelt es sich um Baum- und Strauchabfälle von Gemeinden und privaten Garten- und Landschaftsbaubetrieben. Der Einsatz von Holzpackmittelabfällen ist somit auf die dargestellten Ergebnisse nicht direkt übertragbar, dürfte sich bei der Kompostierung aber ähnlich auswirken. Nach Informationen der GROW GmbH (1993) zeigten von der Gütegemeinschaft Kompost durchgeführte Zumischversuche von Obst- und Gemüsesteigen, eingeschlossenen Hartfaserplatten, zu Bioabfall keine negativen Veränderungen auf die Kompostqualität.

Im Rahmen einer Untersuchung (Sperrmüll in Nordrhein-Westfalen 1993: Aus „Materialien Nr. 37, Schadstoffströme bei der Gebraucherverwertung für ausgewählte Abfallarten“) wurden Versuche zu einer **Klärschlamm-Recyclingholz-Kompostierung** durchgeführt. Die Beurteilung der Analysedaten der Inputmaterialien bzw. des fertigen Kompostes und der Verwertungsmöglichkeiten führt zu den folgenden Schlussfolgerungen. Durch die Zugabe von Recyclingholz bei der Klärschlammkompostierung konnten weder eine Verschlechterung beim Input-Material noch eine wesentliche Veränderung des Löslichkeitsverhaltens beim Output-Material festgestellt werden. Kritisch ist an dieser Stelle lediglich anzumerken, dass eine Verwertung von Recyclingholz bei der Klärschlammkompostierung eine gleichbleibende Qualität des eingesetzten Holzes voraussetzt.

Auch erste Untersuchungen zur Kompostierung von Spanplatten zeigten positive Ergebnisse. Ein vermehrter Einsatz von gebrauchten Holzpackmitteln und Paletten ist denkbar, Voraussetzung hierfür ist aber ein schadstoffarmes Material, was in der Praxis die größte Schwierigkeit darstellt.

5.5.3 Weitere stoffliche Verwertungsmöglichkeiten von Altholz

Neben dem Einsatz in der Holzwerkstoffindustrie und dem in geringem Maße durchgeführten Zusatz bei der Kompostierung existieren in der Bundesrepublik Deutschland keine wirtschaftlich bedeutsamen Verwertungswege für Altholz. Nach GROW (1993) können nicht behandelte Holzpackmittel und Paletten auch als Bodenverbesserungsmittel eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit der Altholzverwertung ist, geshreddertes Altholz mit biologischen Bindemitteln zu Granulaten zu pressen und als Styropor-Ersatz im Verpackungsbereich einzusetzen.²¹

Ein Verfahren zur stofflichen Verwertung von Möbelteilen aus Holzwerkstoffen wurde von Michanickl (1995) erprobt. Mit Harnstoff-Formaldehyd-Harzen (UF-Harzen) gebundene Spanplattenreste werden nach Wasserzugabe in einem Druckbehälter aufgeschlossen. Außerdem wird als Formaldehydfänger Harnstoff zugesetzt. Beschichtungen und weiteres nicht aufgeschlossenes Material können durch Sieben und/oder Windsichtung abgetrennt werden. Aus den gewonnenen Spänen bzw. Fasern lassen sich ohne Zumischung von frischem Material Span- bzw. Faserplatten herstellen, die gleiche oder sogar bessere Eigenschaften als das Ausgangsprodukt aufweisen.

Bei der Zellstoffherstellung ist ein Altholzeinsatz schon allein wegen der Holzartenvielfalt nach dem in Deutschland praktiziertem Sulfit-Verfahren nicht möglich. Neue Zellstoffherstellungsverfahren, die diesbezüglich variabler sind, befinden sich noch in der Erprobung.

Zur chemischen und biologischen Verwertung von Holz zur Gewinnung verschiedener Stoffe wie z.B. Zucker, Ethanol und flüssige Kohlenwasserstoffe erwiesen sich in der Praxis häufig nicht wirtschaftlich. Auch sind ein Großteil der Untersuchungen nur an nicht verunreinigten Hölzern durchgeführt worden. Der Einsatz solcher Verwertungswege bei mit Schadstoffen behaftetem Altholz ist als zweifelhaft anzusehen.

Biologische Verfahren zum Abbau von organischen Holzschutzmittelwirkstoffen im Altholz werden in der Praxis bisher nicht angewandt. In New Jersey wird derzeit jedoch eine Großanlage zur Entsorgung teerölimprägnierter Telefonmasten nach einer in den USA entwickelten Methode gebaut (OLDÖRP 1995). Nach Zerkleinerung und anschließender Extraktion der Späne mittels Ethanol erfolgt ein Abbau des restlichen Teeröls durch Bakterien. In den Niederlanden ist der Bau einer Anlage zur Verwertung von Holzschwellen nach diesem Verfahren geplant.

5.5.4 Thermische Verwertung

Eine weitere Möglichkeit der Altholznutzung ist die thermische Verwertung. In der Bundesrepublik Deutschland sind hierbei die Bestimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der entsprechenden Ausführungsverordnungen einzuhalten. Die jeweiligen Anforderungen richten sich nach Art des Brennstoffes und der Leistung der Feuerungsanlage. Folgende Tabelle zeigt eine vereinfachte Darstellung der Zuordnungskriterien für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (MARUTZKY 1991).

²¹ Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland

Tabelle 32: Zuordnungskriterien für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (MARUTZKY 1991)

Brennstoff	Feuerungsanlage / Verordnung
Holz, naturbelassen	Alle Feuerungen 1. Bundes-Immissionsschutzverordnung.
Holz und Holzwerkstoffe, unbeschichtet und beschichtet (außer PVC)	Gewerbliche Feuerungen Mindestleistung/1. BlmSchV
Holz und Holzwerkstoffe, unbeschichtet und beschichtet (mit PVC)	Genehmigungsbedürftige Feuerung 4. BlmSchV/TA Luft
Holz und Holzwerkstoffe, mit Holzschutzmitteln behandelt	Feuerungen für Abfallstoffe Mischfeuerungen* /17. BlmSchV
Sonstige brennbare Stoffe	Feuerungen für Abfallstoffe Mischfeuerungen*/17. BlmSchV

*genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen mit Abfallanteil im Brennstoff bis 25 %

Holzschutzmittelhaltige Hölzer dürfen nur in Feuerungsanlagen gemäß der 17. BlmSchV verbrannt werden. Beträgt der Anteil an holzschutzmittelhaltigen Hölzern weniger als 25 % des Gesamtbrennstoffes, darf die Verbrennung auch in einer Anlage nach der 4. BlmSchV durchgeführt werden. Hierbei gelten teilweise die Bestimmungen der 17. BlmSchV; die Emissionsgrenzwerte werden durch Mischungsrechnung festgelegt. Auf Grund der in o.a. Tabelle aufgeführten Zuordnungskriterien wird deutlich, dass für die thermische Verwertung in der Bundesrepublik Deutschland je nach Verunreinigungsgrad des Altholzes unterschiedliche Feuerungsanlagen erforderlich sind.

Holz ist im Vergleich mit Heizöl oder Erdgas schwierig vollständig zu verbrennen, da es sich um einen Festbrennstoff mit hohem Brenngasanteil handelt. Außerdem ist die Vermischung von Festbrennstoffen mit dem Oxidationsmedium Luft erschwert. Konstruktive und brennstofftechnische Maßnahmen sind somit für Holzfeuerungen von entscheidender Bedeutung. Untersuchungen zur Verbrennung von verschiedenen Holzsortimenten wurden von Marutzky (1991), Nussbaumer (1991), Salthammer et al. (1994), Strecker (1994) und Strecker, Marutzky (1994) durchgeführt. Die Entsorgung der nach der thermischen Verwertung anfallenden Aschen, Schlacken und Filterstäube wird zunehmend problematisch. In der Bundesrepublik Deutschland gelten für die Aschedeponierung die Grenzwerte der TA Siedlungsabfall. Mit der Thematik der Ascheverwertung haben sich u.a. Pohlandt (1994) und Tobler, Noger (1994) ausführlich beschäftigt.

Eine weitere Möglichkeit der thermischen Verwertung ist der Altholzeinsatz in der Zementindustrie. Bei jeweils einem Werk in Belgien und in der Schweiz (Lang 1991) wird die Nutzung von Altholz als Brennstoff praktiziert. In welchem Umfang Altholz in der deutschen Zementindustrie verwendet wird, ist unbekannt.

Eine energetische Verwertung ist nur zulässig, wenn

- der Heizwert des Altholzes ohne Vermischung mit anderen Stoffen, mindestens 11 MJ/kg beträgt,
- ein Feuerungswirkungsgrad von mindestens 75 % erzielt wird,
- entstehende Wärme selbst genutzt oder an Dritte abgegeben wird,
- die im Rahmen der Verwertung anfallenden weiteren Abfälle möglichst ohne weitere Behandlung abgeladen werden können.

Feuerungen für Hölzer die mit Holzschutzmitteln behandelt wurden, werden jedoch verordnungsrechtlich mit Müllverbrennungsanlagen gleichgesetzt.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit ist die Vergasung des Materials. In der Bundesrepublik Deutschland werden in einer Anlage Bahnschwellen, Industrieparkett und Leitungsmasten mittels Hochtemperaturvergasung zur Energie- und Aktivkohlegewinnung verwertet (Oldörp 1995). Weiters existieren Anlagen (z. B.: Fa. Heisterner Tiefbau GesmbH, Sandersdorf), welche Althölzer zu Synthesegas (CH_4) vergasen. Im Vergleich zur thermischen Verwertung in Feuerungsanlagen hat diese Verwertungsart in der Praxis eine geringere Bedeutung.

5.5.5 Zusammenfassung der Altholzverwertung in Deutschland

Für die Beurteilung der verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten von Altholz ist nicht nur die Belastung der einzelnen Altholzsortimente mit Schadstoffen ausschlaggebend. Weiterhin könnten entsprechende Energie- oder Ökobilanzen die Beurteilung der verschiedenen Verwertungswege erleichtern. Hier sind ebenfalls regionale Unterschiede zu berücksichtigen.

Um einen Schadstoffeintrag durch den Recyclingholzeinsatz bei der Spanplattenherstellung zu verhindern, ist eine konsequente Altholzsanierung notwendig. Moderne Techniken zur Schadstofferkennung werden derzeit erprobt. Inwieweit solche Verfahren in der Praxis zukünftig anwendbar sein werden, bleibt abzuwarten. Ebenfalls wird sich zeigen, ob bei einer umfangreichen Altholzsortierung der Einsatz von Recyclingholz noch wirtschaftlich ist. Zu bedenken ist auch, dass es bei einer stofflichen Verwertung von nicht hinreichend sortiertem Altholz zu Qualitätsproblemen bei den daraus produzierten Spanplatten kommen kann. Spätestens bei einer thermischen Verwertung der hergestellten Spanplatten nach ihrer Nutzungsphase können Probleme auftauchen, da es sich nun um größere Mengen holzschutzmittelhaltigen Materials handelt, welche gemäß der 17. BImSchV zu verbrennen sind. Bei der Produktion derartiger Spanplatten können anfallende Zuschnittreste ebenfalls zu einer Entsorgungsproblematik führen, da Feuerungsanlagen, die der 17. BImSchV entsprechen, nicht in hinreichender Anzahl zur Verfügung stehen.

Weiterhin wären europaweite Qualitätsrichtlinien für Recyclingholz zur stofflichen Verwertung wünschenswert. Diese würden einen einheitlichen Standard sichern und könnten ökologisch nicht sinnvolle Materialtransporte zumindest teilweise verhindern. Um die Altholzverwertung für die Zukunft einfacher zu gestalten, wäre der Zusatz von Markern zu Holzschutzmittelpräparaten, Lacken und Beschichtungen hilfreich. Auf dem Gebiet der Entwicklung und Erprobung derartiger Kennzeichnungs- und Identifizierungsverfahren besteht ein dringender Forschungsbedarf.

5.5.6 Stoffliche Verwertung von Holzabfällen in Europa

Ca. 4 Millionen Tonnen Holzabfälle werden jährlich in der EU zur Produktion neuer Holzbretter weiterverarbeitet. Seit Beginn der 80er Jahre verwenden zahlreiche Unternehmen (vor allem in Deutschland und Italien) der Holzverarbeitenden Industrie Holzabfälle als Rohstoffe für die Erzeugung neuer Holzbretter und Press-Spanplatten. Diese Unternehmen verarbeiten homogene Holzplatten oder andere Holzstücke, indem sie zuerst mit Hilfe von Magneten allfällige Metallelemente und unter Einsatz von Chemikalien die alten Konservierungsmittel, Klebstoffe und Lacke entfernen. Das Holz wird dann mit frischen Holzspänen vermischt und auf diese Art werden neue Press-Spanplatten hergestellt. Konzerne wie Siempelkamp (BRD), Fantoni (I), Nolte (BRD), Kraftanlagen (BRD) und Saviola (I) sind bei der Anwendung dieser Technologie führend. Die Preise für Holzplatten sind in den letzten 10 Jahren um durchschnittlich 10 % angestiegen und mehr als 30 % der Bretter werden aus nicht EU-Staaten importiert.

Eine interessante Erfindung ist das „ökologische Holzbrett“ des Saviola Konzerns, das gänzlich aus wiederverwertetem Holz besteht und alle Kunden mit einem ausgeprägten Umweltbewusstsein mehr als zufrieden stellt. Bei der Produktion kommt es zu keinen negativen Umweltauswirkungen, da keine neuen Bäume gefällt werden müssen. Dennoch steht am Ende des Herstellungsverfahrens ein hochwertiges Qualitätsprodukt. Die hergestellten Bretter sind fest und solide und weisen eine lange Lebensdauer auf. Das Verfahren zur Herstellung von Brettern ist über die Jahre massiven Veränderungen unterlaufen, von der Verwendung von Pappelholz bis hin zur Wiederverwertung von Holzabfällen der verschiedenen Industriezweige.

In einem Joint Venture mit GEPI, einem öffentlichen Finanzierungskörper, hat der Saviola Konzern „SAGE“ ins Leben gerufen. Dieses neue Unternehmen beschäftigt sich mit dem Aufbau von einem Netz von 50 Sammelzentren in Italien. Jedes dieser Zentren soll die Holzabfälle von den angesiedelten privaten Unternehmen und anderen Institutionen einsammeln. Diese Zentren befinden sich vor allem in stark industrialisierten sowie städtischen Gebieten (ca. 750 Gemeinden sind derzeit beteiligt). Das Ziel liegt in der stofflichen Wiederverwertung von mehr als 1000 Tonnen Holzabfall im Monat.

Das neue Umweltbewusstsein in der italienischen Möbelbranche schlägt sich in der Tatsache nieder, dass mehr als 350 italienische Möbelhersteller Mitglieder eines „Consortium“ sind, dessen Aufgabe in der Steuerung des Verkaufs der ökologischen Holzbretter liegt.

In der Produktion von Hartfaserplatten (MDF-Platten) wird der Einsatz von Holzabfällen erst seit kurzem erprobt. Die Qualität der zur Herstellung notwendigen Rohmaterialien muss höheren Standards genügen, als dies bei der Produktion von Press-Spanplatten der Fall ist. Einige Beispiele zeigen aber, dass sich einige Hartfaserplattenhersteller in Großstädten an der Wiederverwertung von Altholz beteiligen wollen.

CanFibre, ein kanadisches Unternehmen von Kafus Environmental Industries, setzt sich weltweit für die Schaffung von Produktionsanlagen zur Herstellung von qualitativ hochwertigen MDF-Platten aus 100 % wiederverwerteten Trockenabfall ein. CanFibre MDF-Platten („AllGreen MDF“) stellen die ersten „grünen“ Hartfaserplatten aus Nordamerika dar. Sie werden aus Materialien, die normalerweise auf Mülldeponien abgelagert werden, ohne Einsatz von formaldehydhaltigen Harzen hergestellt.

CanFibre arbeitet derzeit in Kalifornien (USA), in New York (USA) sowie in Amsterdam (NL) an der Schaffung von Musterherstellungsanlagen. Das niederländische CanFibre Werk ist die erste von CanFibre in Europa errichtete Anlage zur Herstellung von „AllGreen“ MDF-Platten. Das Investitionsvolumen beläuft sich auf 160 Millionen US\$. Eine Vielzahl an weiteren Werken in Europa ist geplant. Das Amsterdamer Werk soll 230,000 m³ MDF-Platten aus 100-prozentigem Holzabfall im Jahr erzeugen. Die hergestellten Platten haben als Abnehmer die europäischen Möbelhersteller zur Zielgruppe.

5.5.7 Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten

Das derzeit einfachste und kostengünstigste Verfahren ist die Herstellung von Recyclingspänen im Trockenverfahren. Hierbei werden Spanplatten zunächst in langsam rotierenden Vorbrechern in größere Stücke gebrochen und anschließend mit feinbrechenden Hackern zu Spänen zerkleinert. Je nach Verunreinigungsgrad folgen noch einige Stufen der Störstoffreinigung (Buermann et al 1998). Die Späne können zu gewissen Anteilen in der Mittelschicht neuer Spanplatten verwendet werden. Das Verfahren ist für Spanplatten geeigneter als für Faserplatten. Die ursprüngliche Spanform wird durch die Aufbereitung verändert. Es entstehen Späne mit einer für die Plattenfestigkeit ungünstigeren Geometrie als bei Frischspänen aus Rundholz. Eine anschließende Trocknung ist normalerweise nicht erforderlich. Sie wird jedoch vorgenommen, da die Recyclingspäne dem frischen Spangut vor der Trocknerstufe zugegeben werden.

Ein Trockenverfahren ist das **REHOLZ®-Verfahren**²², welches von Möller (1994) entwickelt wurde. Hierbei werden mittels einer Stanze oder rotierenden Walze die alten Platten durch einen Schneid-Brech-Vorgang in bis zu 8 mm dicke Streifen zerlegt, die schon während des Abtrennens in kleinere Stücke zerfallen oder zu plättchenförmigen Elementen nachzerkleinert werden. Die Plättchen werden anschließend, ohne Trocknung, mit Phenol-Formaldehydharzen verleimt und heiß verpresst. Es werden ausschließlich Platten aus 100 % Recyclingmaterial hergestellt, wobei der Bindemitteltyp der alten Holzwerkstoffe keine Rolle spielt. Da diese jedoch i. d. R. aus Zeiten stammen, in denen Leime mit hohem Formaldehydgehalt verwendet wurden, setzt man als Formaldehydfänger 35 prozentige Harnstofflösung ein. Auf diese Art werden Platten gefertigt, die später ihren Einsatz von Verpackungen und Verschalungen über Türen und Fertighausteile bis hin zu Designermöbeln finden.

Tabelle 33: REHOLZ®-Verfahren

Input	Span- und Faserplatten
Verfahrensschritte	Zerlegung z. B. von Altmöbeln in Plattenelemente
	Entfernen aller hervorstehenden Teile der Plattenelemente (z. B. Leisten, Beschläge)
	Zerlegung der Plattenelemente in weiterverarbeitbare Bausteine
	Herauslösung von Schadstoffen
	Verklebung der Bausteine zu einem neuen Produkt
Output	Baumaterial mit spezifischen, je nach Bedarf in bestimmten Grenzen einstellbaren Eigenschaften.
	Rohdichten: 450 - 600 kg/m ³
	Dicken: 30 - 150 mm
	Wärmeleitfähigkeiten: 0,07 - 0,15 W/mK

²² <http://www.recycling-net.de/de/br-s/bereich8/br81.htm>

Als nächstes sei auf eine Methode hingewiesen, bei dem Zerkleinerungsprodukte von Spanplatten mit **Tanninen** (Gerbstoffen) beleimt werden (ROFFAEL et al. 1994).

Beim Heißpressen wird durch Thermohydrolyse Formaldehyd aus den alten Spänen freigesetzt, welcher das zugegebene Tannin vernetzt. Auf diese Weise wird nicht nur das in den alten Spanplatten vorhandene Lignocellulosematerial genutzt, sondern auch das sich darin befindliche Bindemittel aktiviert und in gewissem Sinne recyclet. Auch hier können Anteile frischer, aus Vollholz hergestellter Späne durch tanninbeleimte Recyclingspäne ersetzt werden. Da eine Trocknung der mechanisch zerkleinerten Altplatten nicht notwendig ist, wird Trocknungsenergie eingespart, Trocknungskapazitäten freigesetzt und weniger Wasserdampf in die Atmosphäre entlassen. Weitere Vorteile sind die Senkung der Rohstoffkosten und eine Ressourcenschonung durch die Verwendung eines natürlichen, auf der Basis nachwachsender Rohstoffe hergestellten Bindemittels. In Labor- und Betriebsversuchen konnte gezeigt werden, dass Mengen von ca. 10 % mit Tannin beleimter „Retro-Späne“ in die Mittelschichten UF-gebundener Platten eingebracht werden können, ohne die physikalisch-technologischen Platteneigenschaften zu verschlechtern. Insbesondere wurde die Formaldehydabgabe reduziert (KHARAZIPOUR und ROFFAEL 1997).

Die weiteren Verfahren sind aufwendiger, wobei sich die folgenden drei Methoden der Aufhebung der Holz-Leim-Bindung durch **Hydrolyse** des Leimes in wasserdampfgesättigter Atmosphäre bedienen. Bei dieser Methode werden jedoch ausschließlich Besäumungsreste, Schleifstäube und sonstige Plattenreste aus der Spanplattenerzeugung eingesetzt. Betriebsinterne stoffliche Verwertung von Holzabfällen basieren auf diesem **Sandberg-Verfahren** können große Mengen Spanmaterial der Produktion wieder zugeführt werden.

Aufbauend auf das Sandberg-Verfahren wurden weitere Methoden entwickelt. Beim **Pfleiderer-Verfahren** wird die Verweildauer im Dampfbehälter auf zwei Minuten gesenkt und die Temperatur in bestimmten Fällen auf 180°C gesteigert. Der später für die Herstellung der neuen Platten verwendete Leim wird in seinem Molverhältnis von Formaldehyd zu Harnstoff den recycelten Spänen derart angepasst, dass der den Spänen anhaftende Restharnstoff durch eine höher dosierte Formaldehydmenge genutzt werden kann. Ferner besteht die Möglichkeit, beschichtete Plattenreste oder schon genutzte, metallhaltige Möbelteile zu verwerten. Die Recyclingspäne können auch mit Wasser vom Bindemittel ausgewaschen und anschließend getrocknet werden.

MICHANICKL und BOEHME (1995) versetzen die Spanplattenreste zunächst mit einer sog. **Imprägnierlösung**, welche im wesentlichen aus Wasser und Harnstoff besteht. Sie soll zum einen bewirken, dass sich der Spanverbund später leichter lösen lässt, zum anderen soll der Formaldehydgehalt der alten Platten reduziert werden. Nach der Dampfbehandlung müssen die Späne nach dieser Methode getrocknet werden. Die Herstellung von Platten aus 100 % Recyclingmaterial ist möglich. Die Platten weisen gegenüber Spanplatten aus frischen Spänen sogar eine geringere Formaldehydabgabe auf. Eine Pilotanlage, die nach diesem Verfahren arbeitet, steht in Germersheim (Deutschland). Sie verfügt über einen 15.000 l fassenden Druckbehälter und hat eine Kapazität von 55.000 t/Jahr (Vollborn 1996).

Alle bisher beschriebenen Verfahren sind nur in der Lage, UF-gebundene Holzwerkstoffe in befriedigender Weise zu verwerten und sehen für die erneute Verleimung wiederum nur diesen Bindemitteltyp vor.

Zum Abschluss soll ein Verfahren von ROFFAEL und DIX (1995) vorgestellt werden, das sich an die bekannten chemischen Holzaufschlussverfahren anlehnt. Vorgebrochene Holzwerkstoffreste werden zusammen mit einer Kochlauge in einen Hochdruckbehälter (Autoklaven) gegeben und für 2 – 6 Stunden bei 180 – 200°C aufgeschlossen. Die Aufschlussbedingungen können beispielsweise bei Spanplatten so variiert werden, dass man anschließend ein Material erhält, das von Spänen bis hin zu einem zellstoffähnlichen Faserstoff reicht. Entsprechend erhält man bei MDF-Platten Holzfasern oder Zellstoff. Die spätere Anwendungspalette sieht ähnlich breit aus. Sie reicht von Spanplatten über MDF bis hin zu Papieren geringerer Qualität. Es können Platten aus 100 % Altmaterial hergestellt werden, jedoch ist es empfehlenswert, das Recyclingmaterial frischem Span- und Fasergut zuzusetzen. Ferner wurde festgestellt, dass bei dem beschriebenen Aufschlussprozess außer dem Holzmaterial auch Ablauge anfällt, die, je nach Aufschlussbedingungen, einen unterschiedlichen Anteil des alten Bindemittels enthält. Nach Eindickung der Ablauge kann diese z.B. Phenol-Formaldehydharzen als Streckmittel zugegeben werden, ohne die technologischen Platteneigenschaften negativ zu beeinträchtigen. Im Hinblick auf die Weiterverwendung kommt der Ablauge somit eine wirtschaftliche Bedeutung zu. Nach dem Verfahren lassen sich UF-, MUF, PMDI- und PF-gebundene Holzwerkstoffe chemisch aufschließen. Die Entlignifizierung kann durch eine vorgeschaltete biologische Behandlung der Platten mit Fäulepilzen beschleunigt werden (ROFFAEL et al. 1997).

Zukunftsweisend ist die Herstellung von Platten, die gänzlich auf den Einsatz von Bindemitteln verzichten. Dabei wird auf die enzymatische Aktivierung der holzeigenen Bindekräfte gesetzt (BERGMANN 1998).

Ein Problem, das alle vorgestellten Verfahren berührt, ist die sorgfältige Aufbereitung des Altmaterials vor dem eigentlichen Recyclingprozess. Keines der Verfahren ist in der Lage, ganze Möbelstücke zu einem homogenen Endgut zu verwerten. Grund hierfür ist die Vielfalt der in der Möbelindustrie eingesetzten Materialien. Sie reichen von Vollholz über Holzwerkstoffe, Kleber, Lacke und Kunststoffe bis hin zu Metallen, Leder, Textilien oder Schaumstoffen. Selbst wenn eine sortenreine Trennung dieser Materialien gelänge, stellte sich immer noch das Problem, die verschiedenen Plattentypen zu differenzieren, um den meist UF-spezifischen Recyclingverfahren auch nur die Harnstoff-Formaldehydharz-gebundenen Holzwerkstoffe zuführen zu können. Erleichtert wird dieser Umstand durch die Tatsache, dass ca. 90 % aller Spanplatten mit UF-Harzen gebunden sind. Sofern nicht schon bei der Sortierung geschehen, wäre ein Verfahren von Vorteil, welches störende Begleitstoffe wie PVC, schwermetallhaltige Lacke, Chloride oder Borate beim Prozessablauf unschädlich macht oder im Anschluss eine einfache Entsorgung ermöglicht.

Jüngste Bestrebungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), in Deutschland bundeseinheitliche Regelungen hinsichtlich der Entsorgung von Holzabfällen zu schaffen, sind gescheitert.

Beispielsweise war eine Reglementierung der zur Herstellung von Holzwerkstoffen verwendeten Holzabfälle vorgesehen. Sie sollten unbehandelt sein und keine Lackierungen, Holzschutzmittel oder halogenorganische Beschichtungen enthalten. So bestehen weiterhin länderunterschiedliche Regelungen.

Sofern die Werte eingehalten bzw. unterschritten werden, gilt die beprobte Charge als „nicht mit Holzschutzmitteln behandelt“ sowie als „unerheblich schadstoffbelastet“. Die Summe der Störstoffanteile darf, je nach Sortiment, 0,5 % bis 2 % der Masse betragen. Es werden die Sortimente vorgebrochenes Gebrauchtholz, Recyclinghackschnitzel und Recyclingspäne unterschieden, an die wiederum gewisse Anforderungen an die äußere Beschaffenheit (z. B. max. Kantenlänge) gestellt werden, bevor sie in den Verkehr gebracht werden dürfen. Der Aufbereitungsprozess des Gebrauchtholzes umfasst die Stufen Sortierung, Zerkleinerung, Reinigung und Klassifizierung.

Ein wichtiger jedoch bisher nahezu unberücksichtigter Aspekt ist die Festsetzung zulässiger Höchstwerte für diejenigen Holzwerkstoffe, die mit Anteilen an Gebrauchtholz hergestellt und in den Verkehr gebracht werden sollen.

Prognosen aufgrund noch nicht existenter Märkte, unklarer Rahmenbedingungen oder fiktiver Preise sind rein spekulativer Natur. Die Beantwortung dieser Fragen soll weiteren Forschungsarbeiten vorbehalten bleiben. In welcher Form sich das Recycling von Holzwerkstoffen in Europa durchsetzen wird, kann und wird letztendlich nur die Praxis zeigen können. Aus ökologischer und ökonomischer Sicht wäre eine sinnvolle Ergänzung von stofflicher und thermischer Verwertung sämtlicher Altholzsortimente wünschenswert. Alle Bestrebungen die stoffliche Nutzung wertvoller Holzsubstanz einschließlich des Gebrauchtholzes zu forcieren, sollten unterstützt werden, um die Holzprodukte aus ökologischen Gründen möglichst lange im stofflichen Nutzungskreislauf zu halten und erst am Ende der energetischen Verwertung mit Wärmenutzung zuzuführen.

Anhand von recherchierten Untersuchungsergebnisse²³ konnte gezeigt werden, dass das Recycling von Holzwerkstoffen nicht nur möglich ist, sondern in bestimmten Fällen zur Verbesserung der physikalisch-technologischen Eigenschaften der hergestellten Platten führt. Der Anteil an Recyclingholzspänen/-fasern kann bis zu 100 % erreichen. Dabei sollte weniger das Optimum herausgefunden, als vielmehr die gesamte Bandbreite abgedeckt werden. Beimengungen bis zu ca. 20 % sind i. d. R. als problemlos einzustufen. Die stoffliche Verwertung stößt auch an ihre Grenzen (ROFFAEL 1997, ERNST et al. 1998). So können beispielsweise bestimmte Plattentypen, wie **OSB-Platten**, nicht aus Recyclingspänen alter Spanplatten hergestellt werden. Hier muss fast ausschließlich Rundholz eingesetzt werden. Auch für Platten mit besonders hoher Biegefestigkeit ist die Herstellung von Schneidspänen direkt aus dem Rundholz vorzuziehen, um der Gefahr des Downcyclings entgegen zu wirken.

²³ FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten; Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, im April 1999 <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/1999/franke/inhalt.htm>

In Deutschland kann das Recycling zudem durch Gesetze und Verordnungen eingeschränkt oder sogar inhibiert werden. Hier sei an die PCP-Verordnung (1989) oder an die Teerölverordnung (1991) erinnert, die geeignete Verfahren zur Dekontamination belasteter Althölzer unabdingbar machen.

Forschungsarbeiten in diese Richtung wurden bereits unternommen. Sie reichen von der Extraktion kontaminierter Hölzer über die Kombination von biologischen, thermohydrischen und chemischen Stufen, über chemischen Aufschluss bis hin zur Einwirkung von Mikroorganismen.

5.5.8 Span- und Faserplatten aus Altmöbeln und Produktionsresten

Das Fraunhofer Institut²⁴ entwickelte ein patentiertes mehrstufiges chemo-thermo-mechanisches Verfahren, das die Wiedergewinnung von Spänen und Fasern aus Altmöbeln und Produktionsresten bei gleichzeitiger Abtrennung von Beschichtungen, Kantenmaterialien und anderen Fremdstoffen ermöglicht. Aus den wiedergewonnenen Spänen bzw. Fasern lassen sich ohne Zugabe frischer Späne oder Fasern Span- bzw. Faserplatten herstellen, welche die gleichen oder sogar bessere Eigenschaften aufweisen als das Ausgangsprodukt. Dies gilt sowohl für die technischen Eigenschaften als auch für die Formaldehydemission. Der Anteil von wiedergewinnbaren Spänen bzw. Fasern liegt bei beschichteten Platten bei ca. 95 %. Der Wiedergewinnungsprozess ist mehrfach möglich.

6.6 Situation des Altholzverwertung in Österreich

Grundsätzlich besteht in Österreich zurzeit die Möglichkeit, Althölzer in der Holzwerkstoffindustrie, vor allem der Spanplattenindustrie, in der Papierindustrie (nur frisches, feuchtes Altholz) bzw. in der Kompostierung oder Vererdung einzusetzen und in dieser Weise einer stofflichen Verwertung zuzuführen. Das österreichische Umweltministerium gibt folgende Stellungnahme dazu ab.

„Auf Grund der unbefriedigenden Ergebnisse der mechanischen Dekontamination und der Tatsache, dass sich die chemischen und biologischen Dekontaminationsverfahren noch in der Entwicklungsphase befinden, ist im Allgemeinen die stoffliche Verwertung lediglich von naturbelassenen und unbehandelten Holzabfällen zulässig.

Zusätzlich ist die stoffliche Verwertung von behandelten Hölzern unter der Voraussetzung, dass kein zusätzlicher Schadstoffeintrag erfolgt, vertretbar. Daher sollten in der Spanplattenproduktion nur naturbelassene oder der Spanplattenqualität entsprechende Holzabfälle eingesetzt werden bzw. muss das Einbringen von Schadstoffen über belastete Holzabfälle verhindert werden.

Da eine Aussortierung unbehandelter Holzabfälle aus Mischholz nicht oder nur mit einem hohen Aufwand möglich ist, ist die einzige Alternative die getrennte Erfassung an der Quelle (direkt am Anfallsort) unter Kenntnis ihrer Herkunft. Denn nur unter der Voraussetzung, dass die Herkunft und die "Vorgeschichte" der Althölzer bekannt ist, besteht die Möglichkeit einer im Hinblick auf die weitere Behandlung sinnvollen und korrekten Sortimentzuordnung.“

²⁴ Fraunhofer WKI Projekt <http://www.wki.fhg.de>

Einsetzbar in der Spanplattenindustrie wären somit Abfälle der Schlüsselnummer 17115 (Spanplattenabfälle), 17201 (Holzemballagen und -abfälle, nicht verunreinigt) sowie 17202 (Bau- und Abbruchholz, sofern unbehandelt und schadstofffrei). Unter der Voraussetzung von sortenreinen Fraktionen bekannter Herkunft und bei lediglich halogenfreien und schwermetallfreien Verunreinigungen (Klebstoffe, Harze, Beschichtungen) wären noch Abfälle der Schlüsselnummer 17211 (davon aber nur Sägespäne, durch organische Chemikalien verunreinigt), der Schlüsselnummer 17213 (Holzemballagen, Holzabfälle und Holzwolle, durch organische Chemikalien verunreinigt) sowie der Schlüsselnummer 17214 (Holzemballagen, Holzabfälle und Holzwolle, durch anorganische Chemikalien verunreinigt) entsprechend den technologischen Anforderungen ebendort einsetzbar.

5.6.1 Stoffliche Verwertung von Holzabfällen in Österreich

Die österreichischen Spanplattenhersteller als stofflicher Verwerter von Holzabfällen stellen an zu verwertende Althölzer folgende Anforderungen:

- **Holzarten**
Stofflich verwertbar sind prinzipiell alle einheimischen Nadel- und Laubhölzer. Andere Holzarten und vor allem tropische Hölzer können wegen ihrer Farbe und der Probleme, die bei der Verleimung entstehen, nur in sehr geringen Anteilen mitverwertet werden.
- **Altholzfraktionen**
Abbruch- und Verpackungsholz sind im allgemeinen stofflich verwertbar. Ebenso Rohspanplatten und im geringen Ausmaß auch Spanplatten, die mit Melamin beschichtet sind.
- **Qualitätsanforderungen**
Das Altholz muss frei sein von Fäulnis, Schimmel und Verstockung. Es darf nicht imprägniert oder lackiert sein. Geringe Lackreste werden jedoch im Einzelfall toleriert.
- **Anlieferungsform**
Wegen des günstigen Einkaufspreises bevorzugen die Holzverwerter *stückiges* Holz. Es werden aber auch Hackschnitzel vermehrt angenommen.
- **Ausschluss**
Ausgeschlossen von der Annahme zur stofflichen Verwertung bei der Spanplattenherstellung werden:
 - Paletten mit Kunststoffverbindungen (-buchsen);
 - Kabeltrommeln mit Metallanteilen (-hülsen);
 - Bauholz mit anhaftendem Draht, Mörtel, Beton, Teerpappe;
 - Ausrangierte Möbel und Möbelteile (Stühle und Sessel);
 - Holz, an dem Kunststoffe, wie Folie oder ähnliches, haften;
 - Verschmutzte bzw. durch Obst-/Gemüsesaft stark verfärbte Obstkisten und solche, die mit antimagnetischen Klammern verbunden sind und
 - Hölzer, die Eisenteile enthalten, z.B. Nägel, Schrauben, Bolzen und Bandeisen mit über 10 Millimeter Dicke

Folgende Althölzer sind **stofflich** verwertbar, soweit sie die von der Verwertungsindustrie gestellten Qualitätsanforderungen einhalten:

- Balken, Bretter, Dielen, Bohlen, Kanthölzer, Türen und Zargen mit Beschlägen, Fensterrahmen ohne Glas und Gummidichtungen, sonstiges Bauholz, Kisten, Paletten, zerlegte Kabeltrommeln; bedingt Obststeigen und Holzwolle;
- Grubenholz, sonstige im Bergbau eingesetzte Hölzer;
- Resthölzer aus Tischlereibetrieben, Furnierreste, demontierte Gießereimodelle, unbeschichtete Spanplatten, sonstige produktionsbedingte Resthölzer.

Die österreichische Spanplattenindustrie setzt zwischen 7 und 10 % Altholz bei der UF-Plattenherstellung (Harnstoff – Formaldehyd als Bindemittel) ein. Die momentane Praxis der stofflichen Altholzverwertung ist die Zerkleinerung der Holzabfälle zu Hackschnitzel und die Verwendung in Press-Spanplatten. Jedoch bewirken die Verwendung von Abfällen in der Press-Spanplatten eine deutliche Erhöhung der Abgabe von PCP und anderen Stoffen wie Lindan usw. dar. In der österreichischen Press-Spanplattenindustrie darf ein Anteil von 5 % an Althölzern bei der Press-Spanplattenproduktion beigemischt werden. Die Praxis in Italien und Portugal zeigt jedoch, dass sehr hohe Beimengungsraten möglich sind. Dies stellt für die Erzeuger keinen unwesentlichen Wettbewerbsvorteil dar. Die Verwertung von behandeltem Altholz in Holzwerkstoffen im Möbelbau ist nur bedingt einsetzbar. Späne eignen sich für den Einsatz in der Erzeugung von Holzformen und Vorlagen in diversen Spritzgussverfahren, der Markt hierfür ist aber im Moment noch sehr klein.

Für den Einsatz als Rohstoff in der Papier- und der Möbelindustrie sind in der Regel die Toleranzgrenzen sehr niedrig, aufgrund des niedrigen Holzpreises nehmen die Unternehmen vorwiegend unbehandeltes Holz an. Mit Lacken oder Bindemitteln verschmutztes Holz kann zu qualitativen bzw. rechtlichen Problemen führen.

Die **Aufbereitung** der Holzabfälle geschieht in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Anforderungen an die Hölzer für die stoffliche Verwertung einerseits und die energetische Verwertung andererseits.

In modernen Holzaufbereitungsanlagen wird bereits beim Eingang des Materials versucht, durch gezielte Steuerung von angelieferten Monochargen sowie durch Vorsortierung folgende Gruppen zu differenzieren:

- unbehandelte Hölzer
- gestrichene, lackierte und beschichtete Hölzer ohne halogenorganische Beschichtungen
- gestrichene, lackierte und beschichtete Hölzer mit halogenorganische Beschichtungen
- mit Holzschutzmitteln behandelte Hölzer

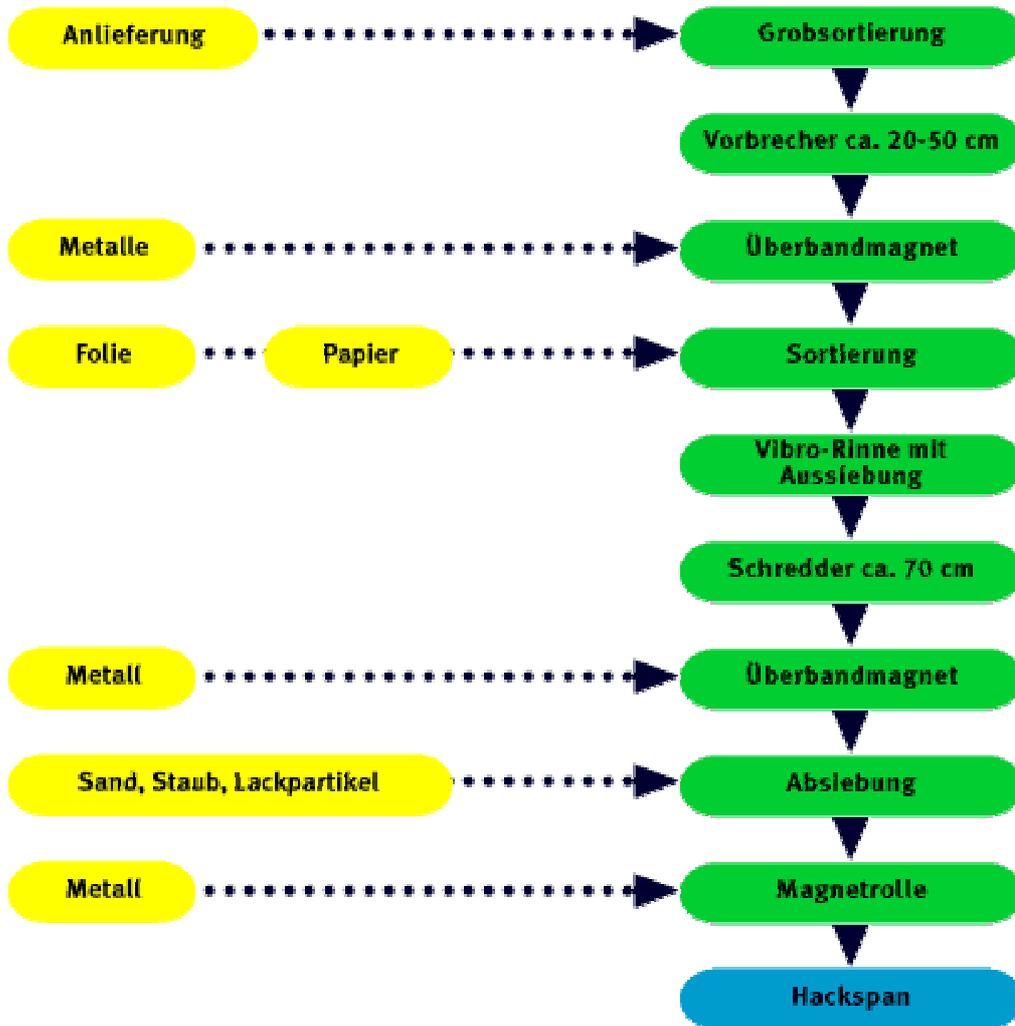
Die so **vorsortierten Altholzgruppen** werden je nach Verwertungsweg gruppenweise aufbereitet.

Die Aufbereitung kann folgende Elemente beinhalten:

- Handauslese von Störstoffen bzw. Nachsortierung vor einer Zerkleinerung;
- Ein-, zwei- bis zu dreistufige Zerkleinerung;
- Ausscheiden von Eisen- und Nichteisenmetallen durch Magnete bzw. Wirbelstromscheider;
- Ausscheiden von Mineral, wie z.B. Betonreste von Schalungsholz durch Absieben;

- Ausscheiden von leichten Störstoffen wie z.B. Kunststoffen durch ein- bis mehrstufigen Luftsieben;
- Absieben von Hölzern unterschiedlicher Stückigkeit für unterschiedliche Verwertungszwecke;
- Lagerung auf offenen Halden, in Boxen, Containern etc. zur Bereitstellung zum Transport in die den Holzaufbereitungsanlagen nachgeschalteten stofflichen bzw. energetischen Verwertungsanlagen.

Abbildung 15: Typische Aufbereitung von unbehandeltem Holz (Schema)



Die österreichische Firma **DIE ENTSORGER®AVE**²⁵ sammelt und behandelt ca. 40.000 t Altholz pro Jahr. Etwas mehr als die Hälfte des gesammelten Altholzanteils stammt aus Wien. Das Holz wird nach Neudörfel zur Österreichischen Homogen-Holzverwertung transportiert. Der Verwertungspreis für Altholz liegt derzeit bei ca. 40 Euro/t.

40 % der angelieferten Altholzmenge werden in der Spannplattenindustrie stofflich verwertet und 60 % werden einer thermischen Verwertung zugeführt. In der Aufbereitungsanlage in Attnang-Redlham wird Altholz zu Hackschnitzeln mit einer durchschnittlichen Korngröße von 6 bis 8 cm verarbeitet und als Brennstoff mit hohem Heizwert angeboten.

Weiters sind die Hackschnitzel Eisen- und Nicht-Eisen-metallfrei, frei von mineralischen Beimengungen (Erde, Steine), weitgehendst staubfrei und trocken.

Die Qualitätskriterien der Firma DIE ENTSORGER®AVE an das Altholz:

- Altholz muss frei von Fremdstoffen sein (z.B. Teerpappe, PVC-Beschichtung, Dämmstoffen, Glas, Erde, Ziegeln, Beton, Kunststoffen, Metall)
- Begrenzte Menge an Feinanteilen (Holz- und Schleifstaub)
- Keine Polster- bzw. Kunststoffmöbel, auch in Kombination mit Holzwerkstoffen
- Kein Strauch- und Baumschnitt

Probleme bei der stofflichen Altholzverwertung sind Qualitätsmängel der angelieferten Altholzchargen:

- Falsch entsorgtes **Fensterholz** führt zu einem erhöhten Mineralstoffgehalt in der zerkleinerten Holzfraktion, das sich negativ bei der Spannplattenherstellung auswirkt. Solche Fraktionen müssen händisch nachsortiert werden.
- Ein weiteres Problem stellen **Schaumstoffreste** - besonders Verpackungsmaterial in Obststeigen- dar. Kleine und leichte Schaumstoffreste können mit herkömmlichen Separatoren nicht getrennt werden und verursachen in der Spanplattenproduktion nach der Verpressung durch erneutes Ausdehnen, Ausbrechen und Abspringen von Plättchen und Spänen, nicht akzeptable Qualitätsminderungen.

²⁵ Gespräch mit Herrn Ing Cechovsky (AVE)

7 Altmöbel – Sammlung und Verwertung

Altmöbel wie Tische, Schränke, Wohnwände, Bänke, Schreibtische etc. fallen als Abfall sowohl in Privathaushalten und Büros als auch in Schulen, Universitäten und anderen öffentlichen Einrichtungen an.

Der Lebensweg²⁶ von Möbel ist geprägt durch

- den Anbau und die Verarbeitung des Rohstoffs Holz (wobei aber zunehmend auch andere Materialien und Verbundstoffe zum Einsatz kommen),
- die Produktplanung und Herstellung in der Möbelindustrie und in Schreinereien,
- den Vertrieb über den (Möbel-) Groß- und Einzelhandel,
- die Nutzungsphase in den privaten Haushalten und Gewerbebetrieben (zum Beispiel Büros),
- die Verlängerung der Nutzungsphase durch Reparatur oder Wiederverwendung,
- die Erfassung von Altmöbeln im Sperrmüll (zum Beispiel am Wertstoffhof) sowie
- die Verwertung von Altholz, zum Beispiel zu Press-Spanerzeugnissen.

Die wichtigsten Serviceangebote der Stadt Wien im Bereich der Produktgruppe Möbel sind

- Mistplätze zur kostenlosen Abgabe von Altmöbel (max. 1 m³),
- 48er Bazar Verkauf von guterhaltenen Altmöbeln, die auf den Mistplätzen gesammelt wurden,
- kostenpflichtige Sperrmüllabholung zur Entsorgung von Altmöbel und
- Informationsangebote der Abfallberatung (einschließlich der Wiener Reparatur-, Verleih- und Gebrauchtwarenführer).

Erste Ansätze für die Erfassung und Verwertung von Möbeln in Europa existieren für Büromöbel. Ein Spezialunternehmen in Frankfurt bietet an, ganze Büroetagen komplett zu demontieren und die einzelnen Wertstoffe einer Verwertung zuzuführen.

Für Privatkunden gibt es nur vereinzelte Angebote zur Rücknahme von Möbeln. So bieten einige Möbelhersteller an, ihre jetzt verkauften Produkte nach Ende der Nutzung wieder zurückzunehmen und sie einer Verwertung zuzuführen. Doch werden hierdurch nicht die aktuell zur Entsorgung anstehenden Altmöbel erfasst, sondern die Möbel, die in fünf, zehn oder mehr Jahren entsorgt werden. Der Möbelhandel bietet den Kunden zur Zeit die Rücknahme als Serviceleistung zu hohen Preisen an. Die Rückführung von Altmöbeln und anderen Erzeugnissen (z. B. Elektrogeräte oder Lampen) bei der Auslieferung neuer Ware wirft nach Aussage des Möbelhandels folgende Probleme auf:

- Oft ist die Lieferung der Neumöbel und die Abholung der Altmöbel nicht zeitgleich möglich, weil die Kunden die Zeit zwischen dem Abbau/Ausbau der Altmöbel (z. B. Küchen) und der Anlieferung der Neumöbel für Renovierungsarbeiten nutzen. Eine zeitlich getrennte Auslieferung und Abholung ist logistisch schwieriger und daher teurer.
- Bei einem gleichzeitigen Transport von Neu- und Altmöbeln sind Investitionen für die Anschaffung zusätzlicher Auslieferungsfahrzeuge bzw. Änderungen an den Fahrzeugen erforderlich.
- Demontage und Abtransport der Möbel könnten zu Beschädigungen an Wohnungen und Hausfluren führen, für die der Möbelhandel aufkommen müsste.

²⁶ Abfallwirtschaftskonzept der Landeshauptstadt München, Kommunalreferat der Landeshauptstadt München, Amt für Abfallwirtschaft, Januar 1999

- Beim Transport von Altmöbeln im Auslieferungsfahrzeug ist mit einer Verschmutzung der Neumöbel zu rechnen. Durch Mitnahme von Gegenständen, die keiner Verwertung mehr zugeführt werden können, entsteht eine Nähe zum genehmigungspflichtigen Sperrmülltransport. Die Abgrenzung zum öffentlich-rechtlichen Anschluss- und Benutzungszwang ist problematisch.

Neben den eben genannten Befürchtungen des Möbelhandels, gibt es Probleme, die von zurückgenommenen Möbel und Einrichtungsgegenstände zu entsorgen, da die Anlagenkapazitäten zur Entsorgung von Altholz noch nicht ausreichend sind.

7.1 Entwicklungen in europäischen Ländern

In den Jahren 1996/97 kam es innerhalb der **schwedischen Möbelbranche** zu Diskussionen über die Verantwortung der Möbelhersteller für Umweltbelastungen, die auf von ihnen erzeugte Möbel zurückzuführen sind, wenn diese Möbel nach 15 bis 20 Jahren Nutzungsdauer entsorgt werden müssen. Die Möbelindustrie sollte auf freiwilliger Basis an der Schaffung eines Aktionsplanes zur Wiederverwendung und -verwertung von Möbeln arbeiten.

Es wurde in der Folge vereinbart, einen Aktionsplan zu entwerfen, der als Basis für Verhandlungen über eine Produzentenhaftung der Möbelhersteller dienen sollte.

Der Verband der schwedischen Möbelindustrie gründete im Jänner 1996 gemeinsam mit Vertretern des Möbelhandels und der Wiederverwertungsgesellschaften das „Ecological Cycle Council for Furniture“. Die Erfahrungen der Baubranche wurden zu Vergleichszwecken herangezogen. In der Anfangsphase sollte das Projekt zu gemeinsamen Aktivitäten zwischen Herstellern und Vertreibern führen, um so brauchbare Lösungen für eine umweltfreundliche Verwertung von Möbeln und Einbauküchen zu schaffen. In einer späteren Phase wurde vorgeschlagen, ein neues Gesetz speziell für den Möbelsektor auszuarbeiten. Die Regierung lehnte aber einen diesbezüglichen Gesetzesentwurf ab. Die Schaffung einiger Altmöbelsammlungs- und -wiederverwertungsanlagen wurde ebenfalls diskutiert. Generell wurde die Förderung von Energiegewinnung durch Müllverwertung nicht befürwortet. Jedoch fasste die Regierung den Beschluss, diese für Altmöbelverwertung zuzulassen. Ein zukünftiges Gesetz soll die Produzentenhaftung für alle hergestellten, importierten oder in Schweden verkauften Waren regeln. Ein solches Gesetz würde voraussichtlich auf keine EU-weite Akzeptanz stoßen; daher wird diese Frage derzeit noch ausführlich untersucht. Den letzten Entwicklungen zu Folge wird die schwedische Möbelindustrie in den nächsten ein bis zwei Jahren mit keinen neuen Gesetzen in diesem Bereich rechnen können²⁷.

Unter dem Rahmenwerk der TA-Siedlungsabfall hat die **deutsche** Bundesregierung Gespräche mit der deutschen Möbelbranche hinsichtlich der Sammlung von Altmöbeln, die als Konsumgüter aus Holz gewertet werden, begonnen. Bis 2005 kann jeder durch Möbel verursachte Abfall verbrannt oder wiederverwertet werden: spezielle Vorbehandlungen von Müll sind ebenfalls geplant. Ziel ist es, Müllablagerungen zu verringern. Die Möbelindustrie ist in den Verhandlungsprozess involviert, stimmt aber den Lösungsvorschlägen, die eine Beteiligung der Hersteller an den Kosten der Schaffung von Müllsammlungssystemen vorsehen, nicht zu. Die Vertreter lehnen diese Regelung

²⁷ Auskunft Herrn Jon Klegard (jon.klegard@mobelindustrin.se).

ebenfalls ab, weil sie zusätzlichen administrativen und finanziellen Aufwand bedeutet. Der Möbelsektor schlägt vor, das derzeitige System, wonach die Müllsammlung von den Gemeinden verwaltet und durch Abgaben finanziert wird, beizubehalten²⁸.

Die **finnische Möbelindustrie** arbeitet derzeit an einem Pilotprojekt zum Altmöbelmanagement. Das Ziel dieses Projektes ist es, Möglichkeiten der Sammlung und der Ressourcenwiedergewinnung von gebrauchten Möbeln zu untersuchen und in weiterer Folge ein Modell zu entwickeln, das in ganz Finnland zur Anwendung kommen kann. Dieses Modell wird in einer Pilotstudie in Helsinki und in Lahti getestet. An Hand dieser Studie sollen auch Umweltauswirkungen und wirtschaftlichen Aspekte untersucht werden²⁹.

Der Vertrieb von **Büromöbeln** unterscheidet sich stark vom Vertrieb von Wohnmöbeln. Die Hersteller (mittelständische Betriebe und große Unternehmen) kontrollieren die Produktion und den Vertrieb. Oftmals organisieren sie bei Erwerb neuer Büromöbel die Abholung der alten Bestände. Eine große Anzahl von Sesseln (2-3 Millionen), Schreibtischen (1-2 Millionen) und Wandregalen (2-3 Millionen) werden innerhalb der EU, in Osteuropa oder in Afrika wiederverwendet. Der Gebrauchtmöbelmarkt umfasst einen Wert von schätzungsweise 600-900 Millionen Euro. Für Sessel können beispielsweise bis zu 50 % des Anschaffungspreises erzielt werden. Die Möbel werden an Gebrauchtmöbelhändler verkauft, die sie direkt oder nach Restaurierung weitervertrieben. Diese Restaurationsmaßnahmen bewirken, dass gebrauchte Büromöbel noch nicht Teil des Müllaufkommens werden, sondern als quasi neuwertig den KonsumentInnen angeboten werden können. Abgenützte Teile werden ersetzt, Wandregale neu gestrichen, Schreibtischplatten geschliffen oder ausgetauscht und Sessel neu gepolstert. Zuvor für den Abfall bestimmte Möbel sehen wieder wie neu aus. Darüber hinaus bestehen noch weitere Vorteile. Restaurierte Büromöbel stehen neuwertigen Produkten in puncto Aussehen und Funktion um nichts nach, sind aber um bis zu 60 % billiger.

Die Wiederverwertung oder Restaurierung gebrauchter Büromöbel stellt auf Grund der angebotenen Qualität, des guten Preis-Leistungsverhältnisses und der Umweltfreundlichkeit eine attraktive Alternative zum Neuerwerb dar.

7.2 Probleme bei der Sammlung, Wiederverwertung und Entsorgung von Altmöbeln

Es besteht eine Vielzahl an theoretischen sowie praktischen Lösungsvorschlägen, die darauf abzielen, den Sperrmüllanfall zu stabilisieren oder zu vermindern.

Insbesondere sind hervorzuheben:

- **Produktentwicklungen**, die auf einer Lebenszyklus - Analyse beruhen, d.h. Produkte, die so konstruiert sind, dass die verwendeten Materialien bei einer späteren Entsorgung leicht getrennt und somit wiederverwertet werden können;
- **Umweltmanagementsysteme** (während des Produktionsprozesses);
- **Wiederverwendung** der Produkte und des Verpackungsmaterials oder aber Reduzierung des entstehenden Abfalls;

²⁸ Auskunft Herr Manfred Baums (info@hdh-ev.de).

²⁹ Auskunft Frau Matti Sihvonen (matti.sihvonen@forestindustries.fi).

- Steigerung der **Produktqualität** zur Erhöhung der Lebensdauer;
- Verbesserung der **Reparaturmöglichkeiten**;
- Steigerung der Wiederverwendung von den **Teilen**, die aus alten Produkten leicht ausgebaut werden können;
- Kenntnis von sich ändernden **Konsumgewohnheiten**.

Um eine spätere stoffliche Wiederverwertung zu erleichtern, sollten die verwendeten Materialien schon bei der Entwicklung und Herstellung gekennzeichnet und eine einfache Trennung dieser Materialien gewährleistet sein. Die Schaffung bspw. eines Eco-Labels für Möbel ist auch deshalb wichtig, da Möbel keine Markenprodukte sind, da nur 20 % der angebotenen Möbel unter einer sichtbaren Marke vertrieben werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die getrennte Sammlung von Altmöbel unter der Verantwortlichkeit der Möbelhersteller. Um letztendlich Erfolg zu haben, muss sich ein solches Sammelsystem durch die verwerteten Produkte und Materialien selbst finanzieren. Dies scheint jedoch auf anderem Wege als durch Energiegewinnung im Moment äußerst schwierig zu sein. Ein Zugang auf freiwilliger Basis ist schwer durchsetzbar: Ob er überhaupt auf EU- Niveau möglich ist, muss analysiert und überprüft werden, wobei auch die Kostenfrage beachtet werden muss.

7.3 Ableitung von Maßnahmenvorschlägen

Aufgrund der Lebensweganalyse ergeben sich Maßnahmenvorschläge, welche die Stadt Wien zum Teil nur in Zusammenarbeit mit anderen abfallwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren umsetzen kann. Unmittelbar im Wirkungsbereich der MA 48 liegen aber zum Beispiel die Beratung der WienerInnen über die Langlebigkeit und Reparaturfreundlichkeit von Möbeln, die Optimierung der Erfassung und Wiederverwendung gebrauchter Möbel und die Auswahl optimaler Verwertungswege für nicht mehr verwendbare Altmöbel.

Tabelle 34: Maßnahmenvorschläge für die Produktgruppe Möbel

Maßnahmenvorschlag 1: BürgerInnenfreundliche Informations- und Beratungsangebote über langlebige, reparaturfreundliche und schadstoffarme Möbel in Kooperation mit dem örtlichen Möbelfachhandel und weiteren Akteuren
<ul style="list-style-type: none"> – Abfallberatung (über Reparaturangebote und Wiederverwendungsmöglichkeiten) <ul style="list-style-type: none"> – Wiener Reparaturführer und Gebrauchtwarenführer – Werbung für langlebige Möbel in Kooperation mit dem Möbelfachhandel
– Abfallberatung in Richtung einer vorsorgeorientierten „Kaufberatung“ für Möbel
– Kostensenkung durch Kooperation mit anderen Akteuren
Maßnahmenvorschlag 2: Stärkung der Vorbildfunktion im Bereich der öffentlichen Möbelbeschaffung; kontinuierliche Weiterentwicklung von ökologischen Beschaffungskriterien
<ul style="list-style-type: none"> – Vorbildfunktion bei der städtischen Möbelbeschaffung (Ökokauf Wien) – Kontinuierliche Weiterentwicklung ökologischer Beschaffungskriterien (Vergabestellen)
– Langfristige Kostensenkung durch Nutzung langlebiger Büromöbel (Vergabestellen mit allen Magistratsabteilungen)
– Austausch neuer Erkenntnisse im Bereich ökologischer Beschaffungskriterien und Produktinnovationen
Maßnahmenvorschlag 3: Förderung von Reparatur-, Verleih- und Gebrauchtwaren- Angeboten für Möbel (Reparatur, Verleih- und Gebrauchtwarenführer)
– Kontinuierliche Herausgabe und Aktualisierung von Reparatur, Verleih- und Gebrauchtwarenführer
– Jährlicher MA 48 Reparatur-Aktionstag mit Innungen und Handwerkskammer
– Altwarenbörse ausbauen und Intensivierung stadinterne Möbelbörse einrichten MA 48 mit Vergabestelle mit städtischen Referaten
– Kostensenkung durch Anzeigenwerbung im Reparatur, Verleih- und Gebrauchtwarenführer
Maßnahmenvorschlag 4: Kundenfreundliche Erfassung und Wiederverwendung gebrauchter Möbel durch sanfte Sperrmüllholung; Aufbereitung und Reparatur gebrauchter Gegenstände; Machbarkeitsstudie Gebrauchtwarenkaufhaus
<ul style="list-style-type: none"> – Anlieferungsmöglichkeiten von Sperrmüll auf 19 Wiener Mistplätzen – Sperrmüllabholung direkt bei den Bürgerinnen und Bürgern
– BürgerInnenfreundliche Optimierung der Erfassung und Wiederverwendung gebrauchter Güter am Mistplatz (eventuell mit sozialen Projekten)
– Gezielte Vermarktung von Gebrauchtwaren aus dem Sperrmüll
– Ausbau von Gebrauchtwarenangeboten für Sozialhilfeempfänger
– Zentrales Gebrauchtwaren-Kaufhaus mit städtischer Beteiligung
Maßnahmenvorschlag 5: Ortsnahe stoffliche und energetische Verwertung von nicht wiederverwendbaren Möbeln nach dem Stand der Technik; hierfür Anwendung transparenter ökologischer und ökonomischer Bewertungsverfahren
– Verwertung von nicht mehr wiederverwendbaren Altmöbeln gegebenenfalls mit privaten Verwertungsfirmen
– Öffnung für die energetische Verwertung von Altholz unter bestimmten Bedingungen
– Nutzung von Ökobilanzen und Entwicklung transparenter ökonomischer und ökologischer Kriterienkataloge zur Auswahl des optimalen Verwertungsweges

8 Vermeidungsmaßnahmen von Sperrmüll

8.1 Voraussetzungen zur Vermeidung von Sperrmüll

Es gibt mindestens zwei Voraussetzungen die erfüllt sein müssen, damit Sperrgut erhalten werden kann und nicht als Müll entsorgt werden muss:

- Die Ware muss gut erhalten und in einem sauberen Zustand sein.
- VerkäuferInnen müssen leicht KäuferInnen finden.

Für SpenderInnen oder VerkäuferInnen gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, gebrauchte Ware los zu werden, und zwar über:

- Anzeigen in allen denkbaren Medien (z. B. Zeitschriften, Zeitungen und Internet)
- Floh- und Trödelmärkte
- Secondhand- (Gebrauchtwaren)läden, Antiquitätenläden
- Gebrauchtwarenlager und -kaufhäuser sowie Börsen aller Art
- Handwerk und Handel (Möbel)
- karitative und soziale Einrichtungen und Organisationen (Caritas)
- Sperrmüllsammlung der MA 48
- Hilfsorganisationen für notleidende Menschen, z.B. in Katastrophenfällen.

Selbstverständlich müssen die Stellen für die Abgebenden und die Suchenden bekannt sein. Je höher der Bekanntheitsgrad, um so effektiver ist das System.

Es gibt viele deutsche Kommunen, die **Gebrauchtwarenkaufhäuser** betreiben und dazu einen Abhol- und Aufstellungsservice anbieten, sowie Wohnungsaufösungen durchführen.

Wie sollten die Gebrauchtwaren präsentiert werden, damit sie gefallen?

- Die Gebrauchtwaren müssen intakt sein.
- Die Aufstellung der Möbel gibt oft den Ausschlag für einen Kauf.
- Verständliche und gut sichtbare Preisschilder in übersichtliche Anordnung, eigene Bereiche z. B. Kleidung geordnet nach Größe und Artikel, Bücher geordnet nach Sachgebiet.
- Die Dekoration spielt eine wichtige Rolle.
- Vor allem ist jedoch die Sauberkeit der Gebrauchtwaren sowie des gesamten Kaufhauses von ausschlaggebender Bedeutung.

8.2 Erfolgreiche Beispiele aus der Bundesrepublik Deutschland

In **München** wurde kürzlich ein Gebrauchtwarenkaufhaus der Stadt in der ehemaligen Abstellhalle für Müllfahrzeuge in der Sachsenstraße 25 eröffnet. Hierhin werden die Gebrauchtwaren transportiert, die sich in den städtischen Wertstoffhöfen angesammelt haben, und werden von der Stadt wieder verkauft. Es gibt gemeinnützig betriebene Gebrauchtwarenkaufhäuser, deren Gesellschafter meistens karitative oder soziale Einrichtungen oder Verbände sind. Diese Kaufhäuser heißen dann meistens Sozialkaufhäuser oder Fairkaufäden (Caritas).

Diese Kaufhäuser haben den Zweck, Arme zu unterstützen und Arbeitslose zu beschäftigen. Sie arbeiten deshalb mit vielen öffentlichen und gewerblichen Institutionen zusammen. Weiterhin gibt es privatwirtschaftlich betriebene Gebrauchtwarenkaufhäuser.

Aber auch soziotherapeutische Einrichtungen nutzen die Möglichkeit, durch die Errichtung und den Betrieb von Sozialkaufhäusern sozial Schwache, Kranke und Behinderte in das Arbeitsleben zu reintegrieren. Diese Einrichtungen betreiben Werkstätten, Läden und auch Sozialkaufhäuser, in denen Möbel, weiße, braune und graue Ware verkauft werden. Hierzu zählt die Herzogsägemühle bei Schongau - allerdings ohne einen Gebrauchtmöbelmarkt - und die Laufer Mühle, die in Erlangen-Höchstadt zwei Kaufhäuser mit großem Erfolg betreibt. Die Kaufhäuser der Laufer Mühle haben den bezeichnenden Namen „Kreislauf“, der damit auf die nachhaltige Kreislaufwirtschaft hinweist. Die Nachfrage von Bedürftigen ist enorm, auf der anderen Seite ist auch die Abgabemenge sehr groß. Manche Häuser sind auf Wochen im Voraus mit Abholterminen ausgebucht. In Laufer Mühle wurden die vom Landkreis Erlangen-Höchstadt und der Abfallwirtschaftsabteilung der Stadt kofinanzierte Sozialkaufhäuser „**Kreis-Lauf 1**“ am 01.04.2000 und „**Kreis-Lauf 2**“ am 01.03.2001 eröffnet.

Die Kosten werden ca. zu einem Drittel von den Zuschüssen gedeckt. Die restlichen zwei Drittel werden selbst erwirtschaftet. Ein Augenmerk lag von Anfang an darin, die Sozialkaufhäuser äußerlich sowie auch in der Angebotsvielfalt einem normalen Kaufhaus anzugleichen.

Das Angebot umfasst Möbel aller Art, Haushaltswaren, Bücher, Kleidung, Sportartikel, weiße und braune Ware mit Garantie, sowie landwirtschaftliche Produkte aus eigener Herstellung.

Die Abholung, Lieferung und Montage – auch von Küchen, elektrische Anschlüsse von Herden, Wasseranschlüsse für weiße Ware, Umzüge und Entrümpelung werden angeboten.

Der Slogan „**Jeder kann kaufen...**“ ist wichtig, damit die Hemmschwelle, ins Sozialkaufhaus zu gehen, abgebaut wird.

Der Landkreis Haßberge betreibt zwei Gebrauchtmöbelkaufhäuser. Dort bestehen zudem rege Geschäftsbeziehungen zu nordosteuropäischen Händlern, die regelmäßig Möbelabholungen durchführen.

Selbstverständlich können auch Gebührenveränderungen die Sperrmüllsammlungen beeinflussen. Einige Landkreise und Städte fallen bei der Sperrmüllstatistik dadurch auf, dass eine enorme Steigerung oder eine enorme Abnahme zu verzeichnen ist. Bei einer 100 %igen Zunahme des Sperrmüllaufkommens darf vermutet werden, dass die Sperrmüllabfuhr kostenlos geworden ist.

Hinter einer nahezu vollkommenen Reduzierung des Sperrmüllaufkommens ist dagegen eine drastische Gebührenerhöhung zu vermuten, die BürgerInnen dazu veranlassen, Sperrmüll zurückzuhalten oder zerkleinert über die Restmülltonne zu entsorgen.

Das zentrale Element des Caritasverbandes **Augsburg** hinsichtlich Sperrmüllvermeidung ist das GEBRAUCHTWAREN-KAUFHAUS „FAIRKAUF“ mit umfangreichen Angeboten – gebrauchten Möbeln, Musikinstrumenten, Büchern, Bekleidung, Werkzeugen, Schallplatten, Haushaltsgeräten, Fahrrädern usw.

Interessant dabei ist, dass dieses Warenkaufhaus eine breite Käuferschicht anspricht. Neben finanzschwachen Gruppen (Arbeitslose, Sozialhilfeempfänger, Studenten, junge Familien, Rentner, Alleinerziehende) kaufen auch „Normalverdienende“ ein. Durch Haushaltsauflösungen beispielsweise wird das Gebrauchtwarenkaufhaus immer wieder mit neuer Ware versorgt. Durch eine Schneiderei und eine Fahrradwerkstatt werden nicht mehr einwandfreie Güter repariert.

Unter dem Motto „Arbeit statt Abfall“ wurde von der Verwaltung des deutschen Landkreises Haßberge in Kooperation mit dem Arbeitsamt und der Volkshochschule die Dienstleistungsmaßnahme „Möbel- Z.A.K.“ ins Leben gerufen (Z.A.K. steht für Zukunft durch Arbeit im Kreis Haßberge).

Nach Terminvereinbarung, kommen ausgebildete Schreiner bzw. Elektriker kostenlos ins Haus, demontieren ausgemustertes Mobiliar und transportieren es ab. Mitgenommen werden weiterhin Elektroartikel und sonstige Haushaltswaren.

Das Mobiliar wird technisch und optisch aufbereitet; die Elektroartikel werden einer Funktionsprüfung unterzogen. Verkauft wird die Ware in zwei Läden; auf Wunsch wird sie geliefert und aufgebaut.

Seit Beginn von Z.A.K. (August 1997):

- wurden 12 Arbeitsplätze eingerichtet;
- werden 2.000 Haushalte jährlich angefahren und
- werden 3.800 Möbelstücke mit einem Gesamtgewicht von 310 Tonnen der Sperrmüllentsorgung jährlich entzogen.

Weiters wurden in den Städten Haßfurt und Eltman Trödeläden (Wühlkiste) in zentraler, gut erreichbarer Innenstadtlage eingerichtet, wo gebrauchter Hausrat abgegeben werden kann. Die Ware wird zu den üblichen Öffnungszeiten entgegengenommen, gewogen und gemäß aushängender Preisliste vergütet.

Neben Hausrat werden Deko-Artikel, Spielsachen und Bücher entgegengenommen. Die Waren werden gründlich gereinigt und gelangen umgehend in den Verkauf.

Um den sicheren Heimtransport der Waren zu erleichtern, werden attraktive Baumwolltaschen zum Selbstkostenpreis vergeben.

Die Maßnahme verfolgt, in Analogie zu dem Projekt Möbel-Z.A.K., neben der Abfallvermeidung ein weiteres Ziel, unter dem Motto „Arbeit statt Abfall“ Arbeitsplätze, in erster Linie für SozialhilfeempfängerInnen, einzurichten. Die Einstellungen erfolgen ebenfalls in Analogie zu dem erwähnten Projekt in Kooperation mit dem Arbeitsamt und der Volkshochschule.

Sozialhilfeempfänger erhalten über ein Gutscheilverfahren die Berechtigung zum Einkauf.

- Monatlich werden im Durchschnitt 1.100 Artikel mit einem Gesamtgewicht von über 2,0 Tonnen pro Monat umgesetzt.
- 9 Arbeitsplätze wurden eingerichtet
- ca. 20.000 Kundenbesuche werden jährlich registriert

Die Läden tragen erheblich zur Belebung und Attraktivität der Innenstädte von Haßfurt und Eltman bei. Die Kundenfrequenz ist außerordentlich hoch, und die Anzahl der durchgesetzten Artikel übertrifft alle Erwartungen.

Die Halle 2 – das Gebrauchtwarenkaufhaus der LH München

Guterhaltene Gebrauchtwaren, die auf den zwölf Wertstoffhöfen in München abgegeben werden, werden verpackt in die Halle 2 in Untergiesing transportiert.

Für die Halle 2 wurden fünf neue Stellen geschaffen:

Zwei Leute sind im Lager mit der Auszeichnung der Preise und dem Einräumen in die Halle beschäftigt, zwei weitere Personen stellen den Kunden Verkaufsbelege aus und eine Person ist für die Kasse zuständig. Laut Auskunft der OrganisatorInnen läuft der Verkauf sehr zufriedenstellend. Es zeigt sich, dass der Bedarf an günstigen, guterhaltenen Gebrauchtwaren groß ist. Die Halle 2 wird nach Abschluss der zweijährigen Modellphase weitergeführt werden.

Unter dem Motto „Gebrauchtmöbel erhalten, sozial Schwachen helfen, Arbeitsplätze schaffen“ wurde in **Würzburg** das Sozialkaufhaus „**Brauchbar GmbH**“ errichtet.

Das Angebot an die Abgebenden (Weiterverwendung von Gebrauchtmöbeln) lautet, dass noch brauchbare Gegenstände des Haushalts (Möbel, Elektrogeräte, Hausrat und Kleider) unentgeltlich abgegeben werden können. Diese werden für einkommensschwache Haushalte günstig und erschwinglich verkauft und mit dem Erlös werden Personal- und Sachkosten finanziert.

Die Präsentation der Waren muss so gut und so professionell wie möglich geschehen. Wenn Gebrauchsgegenstände aus zweiter Hand wirklich wertgeschätzt werden, dann wird mit ihnen sorgfältig umgegangen. Die ProjektinitiatorInnen finden die Ortswahl ebenso entscheidend. Wird das Kaufhaus in einem Gewerbegebiet oder neben der Sperrmüllsammelstelle angesiedelt, oder gehe ich – wenn irgendwie möglich und finanzierbar – in die Stadtmitte, wo auch Laufkundschaft vorbeischaud und ich damit öffentlich präsenter bin.

8.3 Versteigerungen im Internet

Immer häufiger bieten KonsumentInnen und GebrauchtmöbelhändlerInnen Altmöbel bei Versteigerungen im Internet an, in der Hoffnung, auf diese Art einen möglichst guten Preis zu erzielen. Verwertungsgesellschaften erwerben alte Metall- und Holzteile. Sie verwerten diese oder verkaufen sie als sekundäre Rohstoffe. Auch in diesem Bereich wickelt eine immer größere Zahl an Unternehmen ihre Geschäfte über das Internet ab.

9 Verwertung von Kunststoffteppichabfällen

In Europa wird jährlich fast eine Milliarde Quadratmeter (eine Fläche größer als Berlin) textiler Bodenbeläge produziert. In Westeuropa fallen jährlich etwa 1,6 Mio. Tonnen zu entsorgende Altteppichböden an, in Deutschland ca. 450.000 Tonnen. Derzeit wird ein Großteil dieser Teppichböden noch gemeinsam mit Haus-/Sperrmüll oder Gewerbeabfällen auf Deponien und in Müllverbrennungsanlagen beseitigt. Altteppiche, die im Sperrmüll landen, sind in den meisten Fällen stark verschmutzt. Die partikelförmige Schmutzfracht (Sand, Erde usw.) kann 20 Gewichtsprozent und mehr annehmen. Extrem hohe Fremdstoffanteile sind bei ursprünglich verklebten Gebäudebodenbelägen zu erwarten, da an diesen neben dem Klebstoff noch Estrichreste anhaften können. Grundsätzlich gibt es verschiedene Verfahren zur energetischen, rohstofflichen und werkstofflichen Verwertung von Kunststoffteppichabfällen.

9.1 Energetische Verwertung

Aufgrund der Materialvielfalt in Kunststoffteppichen scheint die energetische Verwertung bevorzugt geeignet zu sein. Allerdings ist der hohe Gehalt an Füllstoffen (Kreide im Teppichbinder, Styrol-Butadien-Kautschuk-Schaum, Schwerspat in der Schwerschicht) bzw. die Schmutzfracht bei Altteppichen zu beachten. Da Füll- und Schmutzstoffe anorganisch sind, reduzieren sie den Heizwert der Teppichabfälle entsprechend ihrem Anteil und fallen nach der Verbrennung als Rückstand in der Schlacke an.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Teppichabfälle als Energieträger im Hochofenprozess bei der Stahlerzeugung einzusetzen. Der Kohlenstoff in den Kunststoffen dient dabei gleichzeitig zur Reduktion der Eisenoxide. Die eingesetzten Materialien müssen in diesem Fall möglichst frei von anorganischen Begleitstoffen sein, um die Energiebilanz und die Reduktionsbedingungen nicht nachteilig zu beeinflussen, und in einer Granulatform vorliegen, die das Eindüsen in den Verbrennungsraum des Hochofens zulässt.

9.2 Rohstoffliche Verwertung

Bei der rohstofflichen Verwertung werden die Kunststoffabfälle in niedermolekulare Stoffe zurückverwandelt, die nach ihrer Reinigung und Aufarbeitung zur Herstellung neuer Kunststoffe oder anderer chemischer Produkte genutzt werden können. Pyrolyse, Hydrierung, partielle Oxidation (Vergasung), Hydrolyse und Alkohololyse (Methanololyse, Glykolyse) sind als bekannteste Verfahren für die rohstoffliche Verwertung zu nennen.

Bei der Hydrolyse, Methanololyse und Glykolyse werden Polykondensate (PA, PET, PUR usw.) in ihre Monomerbausteine aufgespaltet. Sie sind speziell auf eine Polykondensatsorte ausgerichtet. Die zu verwertenden Abfälle müssen daher möglichst sortenrein sein.

Die thermolytischen Verfahren Pyrolyse, Hydrierung und partielle Oxidation eignen sich für Kunststoffmischungen, die überwiegend aus Polyolefinen (PE, PP, usw.) und Styrolpolymerisaten (z. B. PS) bestehen. Es können daher vermischte Altkunststoffe verwertet werden. Die Kunststoffe werden hier in Öle und Gase umgewandelt, die als Rohstoffe in der petrochemischen Industrie vielfach wieder genutzt werden können.

Bei den rohstofflichen Verfahren unterliegen die Kunststoffabfälle gewissen Anforderungen im Hinblick auf ihre Zusammensetzung und ihre äußere Form. Die Kunststoffabfälle müssen in jedem Fall weitgehend frei von Störstoffen sein, d. h. der Gehalt an Füllstoffen

und Verunreinigungen soll möglichst gering sein. Weiters sollen sie in definierter, dosierfähiger Form vorliegen. Der erste Behandlungsschritt muss daher immer eine mechanische Aufbereitung sein, wobei die Zerkleinerung, Störstoffabtrennung und Agglomeration durchgeführt werden.

Für **Teppichabfälle** wird vor allem durch die **Hydrolyse** der Stoff PA 6 zu dem Ausgangsstoff Caprolactam depolymerisiert. Das gereinigte Caprolactam kann anschließend wieder zu PA 6 polymerisiert und wieder zu Garn versponnen oder zu anderen Produkten verarbeitet werden. Vor der Hydrolyse müssen alle Bestandteile, die nicht aus PA 6 sind abgetrennt werden. Die Vorbehandlung kann beispielsweise wie folgt aussehen:

1. Vorzerkleinern des Teppichabfalls
2. Auflösen der textilen Verbundstruktur in einer Schneidmühle
3. Trennen der zerfaserten Materialmischung (z. B. in einem Sieber oder Vibrationssieb) in eine Faser- und in Nichtfaserfraktionen. Die Faserfraktion besteht vorwiegend aus PA 6 und den Faserwerkstoffen, die Nichtfaserfraktion besteht aus dem Teppichbinder, der Rückenbeschichtung und der Schmutzfracht.
4. Die Faserfraktion wird zu einem dosierfähigen Granulat agglomeriert.

Wenn ein möglichst sortenreiner PET-Teppichabfall vorhanden ist, kann die Methanolyse und die Glykolyse zur Verwertung verwendet werden.

9.3 Werkstoffliche Verwertung

Werkstoffliche Verwertung bedeutet das Umformen und/oder Umschmelzen von Kunststoffabfällen, ohne dabei die Werkstoffstruktur aufzulösen. Alle Verfahren beginnen mit der Zerkleinerung der Teppichflächengebilde in Schneidmühlen auf eine Größe von 20 mal 30 cm bis 1 mal 1 cm. Der direkte Einsatz der Schnitzel als Verstärkungs- bzw. Füllmaterial in Teppichbeschichtungen, gepressten Platten und Formteilen (Spanplattenersatz), sowie im Bauwesen und Straßenbau zur Herstellung von elastischen Trag- und Deckschichten („Schnitzelbeton“), stellt die einfachste Form der Verwertung dar, hier werden auch die guten Schall- und Wärmedämmeigenschaften der eingebetteten Schnitzel ausgenutzt.

Alternativ können Schnitzel durch Agglomerier- bzw. Kompaktierverfahren in ein schütt- und rieselfähiges Sintergranulat, ein sogenanntes Agglomerat umgewandelt werden, da durch die Kunststofffaser ein genügend hoher Thermoplastgehalt im Teppichmaterialverbund vorhanden ist.

Aufgrund der hohen Materialvielfalt in den Teppichabfällen können die Agglomerate anschließend zu Produkten verarbeitet werden, die keine hohen Anforderungen an die Verarbeitbarkeit und die mechanischen Eigenschaften des Materials stellen. Das liegt zum einen an den anorganischen Füllstoffen und andererseits an der schmelztechnischen Unverträglichkeit der meisten Thermoplastsorten untereinander. Als Produkte kommen dickwandige einfach gestaltete Produkte wie Baustellenabgrenzungen, Parkbänke, Lärmschutzwände, Transportpaletten und Blumentöpfe in Frage. Weiteres Einsatzgebiet ist als Schüttgut in fließend verlegte Estriche zur Erhöhung der Trittschall- und Wärmedämmung, diese Anwendung ist vor allem für Altteppiche, die einen hohen nichtplastifizierbaren Fremdstoffanteil aufweisen empfehlenswert.

Eine weitere Methode der werkstofflichen Verfahren ist die Reißtechnologie. Sie ist geeignet für unbeschichtete und schaumbeschichtete Teppichsorten. Die Reißtechnologie ermöglicht, das Teppichverbundsystem aufzulösen und die Fasern zurückzugewinnen. Die Reißanlage muss mehrstufig und mit besonderen Komponenten zur Abtrennung der Begleitstoffe und zur Faserreinigung ausgestattet sein. Die so gewonnenen Reißfasern eignen sich zur Herstellung von Nonwovens in Form von Vliesen bzw. Matten oder Platten und Formteilen, falls eine zusätzliche Verfestigung durch Heißpressen vorgenommen wird. Produktbeispiele sind Rückenbeschichtungen für Teppichbeläge sowie Schalldämm-Matten und Formteile für die Automobilinnenausstattung. Weiters können die Reißfasern zu Garnen versponnen oder zu Fäden und Seilen verarbeitet werden. Die Reißfasern können für Geotextilien im Bauwesen oder für Nonwovens für die Begrünung von Hausdächern genutzt werden.

Auch Reißfasern können agglomeriert und compoundiert werden, jedoch müssten die Reißfasern vorher durch Lösemittlextraktionsverfahren in die einzelnen Kunststoffsorten aufgetrennt werden. Ein Beispiel ist das Spritzgießen von technischen Teilen, wie Lüfter- und Zahnräder für Elektrogeräte, aus agglomeriertem oder extrudiertem PA-6-Faserabfall. Ein Nachteil des Reißverfahrens liegt in dem hohen Anteil der abzutrennenden Nichtfaserfraktion (Teppichbinder und -beschichtung), der mehr als 50 Gewichtsprozent beträgt. Bei Altteppichen werden die Schmutzstoffe durch einen zusätzlichen Aufbereitungsschritt von der Nichtfaserfraktion abgetrennt, falls diese als Füllstoff als Ersatz für Kreide in Teppichbeschichtungen eingesetzt werden soll.

8.3.1 Teppichverwertung durch die Carpet Recycling Europe GmbH³⁰

Teppichrecycling wird europaweit von der 1998 von fünf Verbänden der europäischen Teppichindustrie gegründeten **Carpet Recycling Europe GmbH** (CRE) organisiert und durchgeführt. Finanzielle Unterstützung erhält die CRE durch die GUT (Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden c. V.), die von 87 europäischen Teppichherstellern gebildet wird.

Das Verwertungssystem von *Carpet Recycling Europe* umfasst folgende Leistungen:

- Erfassung von Teppichböden als Monocharge
- Stoffliche Verwertung der hochwertigen Komponenten
- Sortierung der Teppichböden um hochwertige Komponenten zurückzugewinnen
- Energetisch-stoffliche Verwertung der Restfraktionen

Die *Carpet Recycling Europe* bietet Unternehmen aus den Bereichen Handel und Handwerk verschiedene Verwertungsdienstleistungen an. Bei der Entsorgung von größeren Objekten wird direkt vor Ort ein Container gestellt. Wenn es sich um kleinere Abfallmengen handelt oder kein Platz für Container vorhanden ist, bietet die *Carpet Recycling Europe* Big-Bags an, um Teppichböden zu sammeln. Diese Big-Bags sind aus Polypropylen-Bändchengewebe und fassen bis zu 80 m² Teppichboden. Die Big-Bags werden nach einem Faxauftrag abgeholt.

³⁰ <http://www.carpet-recycling-europe.de>

In Kooperation mit Verwertungsunternehmen werden aus Teppichböden folgende Produkte hergestellt:

- Caprolactam zur Weiterverarbeitung in der Chemieindustrie (z. B. Handelsname ReCap von DSM)
- Neuwertige Polyamid-6-Granulate für die Kunststoff- und Faserspinn-Industrie (z. B. Akulon Renew von DSM)
- Polyamid-6-Garne: zur Teppichbodenherstellung (Infinity Forever Renewable Nylon von Honeywell)
- Polyamid-6.6-Kunststoffteile für die Automobilindustrie (z. B. Motorraumbereich und Radkappen, DuPont)
- Teppichböden (Brand name, Hersteller)
- Flachs-Polypropylen-Verbund-Werkstoffe für den Automobilbau (z. B. Dachhimmel)
- Textile Dämmstoffe oder Vliesstoffe
- Portlandzement (z. B. PZM von Deuna)

8.3.2 Sammelsysteme für Alteppiche

Alteppiche werden im kommunalen Bereich meist zusammen mit Sperrmüll eingesammelt und verwertet. Nur ein sehr geringer Teil wird als Hausmüll über die Restmülltonne erfasst und entsorgt. Die nachfolgenden Sammelsysteme für Alteppiche kommen zum Einsatz.

Getrennte Erfassung beim Holsystem

Alteppichböden werden mit einem separaten Fahrzeug getrennt eingesammelt. Eine Variation zu diesem System ist die Abholung zusammen mit anderen getrennt erfassten Fraktionen. Nach der Sammlung werden die Teppichböden in einem Container separat erfasst.

Erfassung in Sperrmüllsortieranlagen

Wenn der Sperrmüll nach der Sammlung sortiert wird, können hier Teppichböden als weitere Wertstoffe aussortiert und als Monofraktion der Verwertung zugeführt werden.

Getrennte Erfassung beim Bringsystemen

Die Carpet Recycling Europe stellt auf Wertstoff- und Recyclinghöfen sowie auf anderen Sammelstellen Container zur getrennten Erfassung der angelieferten Alteppichböden auf.

8.3.3 Teppichverwertung

Ein notwendiger Schritt, um einen geschlossenen Verwertungskreislauf für textile Bodenbeläge aufzubauen, ist die Identifizierung und Sortierung anhand der Nutzschicht. Die beste zur Verfügung stehende Technik hierfür ist die Spektroskopie mit nahinfrarotem Licht (NIRS). Die notwendige Technologie wurde maßgeblich im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts RECAM³¹ erarbeitet. Mit dieser Technik ist eine vollständige Identifikation und Sortierung der Polyamid-6-, Polyamid-6.6-, Woll-, Polyester- und Polypropylenutzschichten möglich.

³¹ REcycling of CARpet Material ist ein durch die EU gefördertes Forschungsprojekt, das 1998 erfolgreich abgeschlossen wurde.

Für die Sortierung im Handel oder in kleineren Sammelstationen ist ein tragbares Identifikationsgerät entwickelt worden (CarPID™). Das Gerät wiegt ca. 3 kg und kann direkt von der Carpet Recycling Europe ausgeliehen werden. Es ist in der Lage, Teppichböden in weniger als 2 Sekunden zu identifizieren. Mit diesem Gerät ist ein einfaches und effektives Sortieren kleiner Menge Teppichböden per Hand möglich.

Die weltweit erste automatische Sortieranlage für Altteppichböden mit einer Jahreskapazität von 25.000 Tonnen auf dem Gelände der Meinhardt Städtereinigung GmbH & Co.KG in Ginsheim-Gustavsburg (Rhein-Main-Gebiet) wurde im Mai 2000 in Betrieb genommen. Hier werden die Teppichböden zu einer Sortierstation gefördert, die Nuttschicht mit einem Schnellidentifikationssystem (CaRID™) in wenigen Hundertstelsekunden identifiziert und entsprechend zu verschiedene Lagern transportiert. Es werden mittels Nahinfrarot-Technologie die Stoffströme PA6, PA66, PP, PES und Wolle sortiert.

Eine dezentrale Sortieranlage ist laut Auskunft von Carpet Recycling Europe erst ab einer Menge von rund 15.000 t/a interessant.

Fasermischungen und Fraktionen, für die bislang noch keine ausreichend an wirtschaftliche Verwertungskapazitäten bestehen, werden nach der dezentralen Sortierung durch Verwertungsunternehmen lokal zu einem Brennstoff weiterverarbeitet und energetisch verwertet. Dabei werden beim Einsatz in der Zement- und Kalkindustrie nicht nur durch Fasern und Latex fossile Brennstoffe ersetzt sondern auch Kreide aus Teppichen stofflich verwertet.

8.3.4 Recycling von Polyamid-Teppichböden

Es existieren mehrere Verwertungsanlagen in Europa und den USA, die Polyamid-Teppichböden verwerten können. In den Verwertungsanlagen wird das Polyamid wiedergewonnen und entweder auf chemischem Wege zu neuem Polyamid aufbereitet oder werkstofflich zu Sekundärkunststoffen weiterverarbeitet. Mit der chemischen Aufbereitung wird der Recyclingkreislauf ähnlich wie bei Glas und Stahl vollständig geschlossen.

Polyamid-6 (PA-6) und Polyamid-6.6 (PA-6.6) gehören zusammen mit Polyester zu der Gruppe der Polykondensationskunststoffe. Die Polykondensationskunststoffe eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaft zur chemischen Depolymerisation. Der so gewonnene Grundbaustein der Kunststoffe wird gereinigt und anschließend neu polymerisiert. Da Teppichböden den größten Absatzmarkt für Polyamide darstellen, existiert weltweit eine Vielzahl von Initiativen, die diese Rohstoffquelle zu erschließen:

BASF betreibt seit 1993 eine Aufbereitungsanlage in Kanada für PA-6 Teppichböden (SixAgain-Programm). Die Anlagentechnik besteht aus einer aufwendigen mechanischen Trennung der PA-6 Fasern (Kombination aus nassen und trockenen Verfahren) und der anschließenden Depolymerisierung des Polyamid-6. Die Durchsatzleistung der Anlage beschränkt sich auf einige 1.000 t/a. Angenommen werden PA-6 Teppichböden. Neue Teppichböden aus diesem Recyclingverfahren sind bereits seit einigen Jahren erhältlich.

DuPont betreibt seit 1995 eine Aufbereitungsanlage für PA-6.6 Teppichböden in Chatanooga (USA). In der Anlage können zwar sowohl PA-6 als auch PA-6.6 Teppichböden verarbeitet werden. Derzeit hat man sich aber hauptsächlich auf die Verwertung von PA-6.6 Teppichböden spezialisiert. Für eine werkstoffliche Verwertung trennt die Anlage die Polyamidfasern durch ein geeignetes Verfahren, das den Kundenanforderungen hauptsächlich für Spritzgussanwendungen entspricht. DuPont wird eine Versuchsanlage mit einer geplanten Durchsatzleistung von mehreren 1.000 t/a für die chemisch-stoffliche Verwertung in Maitland, Ontario (Kanada) in Betrieb nehmen. PA-6- und PA-6.6-Produkte können in dieser Anlage chemisch aufbereitet und das gewonnene Monomer wieder zur Polyamidherstellung genutzt werden. Nach erfolgreichem Versuchsbetrieb soll das Konzept in einer großtechnischen Anlage umgesetzt werden.

An drei Standorten in Europa verwertet **Rhodia** (Rhodia Performance Fibres) heute bereits ca. 30.000 t/a PA-6 Abfälle zu Caprolaktam. Sowohl PA-6-Produktionsabfälle als auch gebrauchte reine PA-6 Abfälle (Fischernetze und sortenreine PA-6-Gewebe) werden als Ausgangsprodukte verwendet. Ebenfalls wird PA-6.6 thermoplastisch bei einem Tochterunternehmen verwertet.

Polyamid 2000 AG baut eine Anlage zur Verwertung von Teppichböden bei Berlin. In dieser Anlage sollen Teppichböden sortiert und anschließend die Polyamid-6 und Polyamid-6.6-Fasern aufwendig mittels trockenen und nassen Trennverfahren separiert werden. Das Polyamid-6.6 thermoplastisch weiterverarbeitet (ähnlich DuPont-Verfahren in Chattanooga) und das Polyamid-6 soll depolymerisiert werden (ähnlich BASF- und Rhodia-Verfahren). Die anfallenden Reststoffe werden thermisch verwertet. Die Anlage kann sortierte und unsortierte Teppichböden annehmen. Die geplante Kapazität beträgt 120.000 t/a unsortierte Teppichböden bzw. jeweils 30.000 t/a sortierte PA-6- und PA-6.6-Teppichböden.

DSM und AlliedSignal betreiben seit 1997 erfolgreich eine Pilotanlage in Richmond (USA), in der Polyamid-6-Teppichböden depolymerisiert werden. Innovativ an dieser Technologie ist, dass komplette Teppichböden in der Anlage chemisch verarbeitet werden können und keine vorherige aufwendige mechanische Separierung der Fasern von den übrigen Teppichbestandteilen notwendig ist. Durch diese neue Technologie ist weltweit erstmals eine wirtschaftliche Rückgewinnung von Caprolaktam aus Polyamid-6-Teppichböden in großem Maßstab möglich. Seit September 1999 ist eine großtechnische Anlage in Augusta (USA) im Betrieb, die Caprolaktam liefert. Die Verarbeitungskapazität dieser Anlage beträgt ca. 45.000 t/a Caprolaktam, welches einer sortierten europäischen PA-6 Teppichbodenmenge von 200.000 t/a bzw. einer unsortierten Teppichbodenmenge von ca. 600.000 t/a entspricht. Die Anlage nimmt sortierte PA-6 Teppichböden an, die dezentral (beispielsweise von der Carpet Recycling Europe GmbH) sortiert worden sind. Der Bau einer europäischen Anlage ist geplant. Neue Teppichböden aus dem Produkt dieser Recyclinganlage sind seit Anfang 2000 erhältlich.

Evergreen stellt seit November 1999 aus Polyamide-6-Teppichabfällen Caprolaktam (das Ausgangsprodukt bei der Herstellung von Polyamide-6) her.

Domo produziert Caprolaktam und andere chemische Zwischenprodukte am Standort Leuna. Domo als einer der führenden Polyamidhersteller beteiligt sich kontinuierlich an der Erweiterung der Recyclingmöglichkeiten für textile Produktionsreste und Altteppichböden.

8.3.5 Recycling von Wollteppichböden

Wollteppichböden können textil aufbereitet und die zurückgewonnenen Wollfasern zu biologischen Dämmstoffen weiterverarbeitet werden. Es wurde ein Verfahren entwickelt, um aus Wollteppichböden biologische Dämmstoffe herzustellen.

Dieses gliedert sich in folgende Schritte:

- Sortierung der Teppichböden nach der Nutzschicht (Wolle, Polypropylen Polyamid-6 und Polyamid-6.6)
- Wiedergewinnung (sog. Reißen) der Woll- und Polypropylenfasern aus den entsprechenden Teppichbodenfraktionen Mischung der Wolle- und Polypropylenfasern in dem gewünschten Verhältnis (z. B. 80/20)
- Textile Herstellung einer unverfestigten Dämmmatte
- Verfestigung durch Erhitzung der Dämmmatte - die Polypropylenfasern verschmelzen die Wollfasern (Thermobonding)
- Optional: Abschließende Ausrüstung der Dämmmatte (z. B. mit Borsalz) um besseren Flammenschutz zu gewährleisten.

Mit diesem Verfahren kann der Dämmstoff aus 100 % Recyclaten hergestellt werden. Durch den Einsatz von Polypropylen kann vollkommen auf chemische Verfestigungsmittel verzichtet werden. Darüber hinaus sind die Wollfasern aus Teppichböden bereits vor Motten und Käfer geschützt, so dass keine weitere Applikation von Motten- und Käferschutzmitteln notwendig ist.

10 Behandlung von Polstermöbeln

Nach Umfragen und Berechnungen wird geschätzt, dass jährlich einer von sieben EU-Haushalten Polstermöbel neu anschafft. Fast 12 Millionen Polstermöbelgarnituren werden im Jahr gekauft, wobei in 80 % der Fällen alte Möbelbestände durch Neuerwerb ersetzt werden. Fast 8 Millionen Stück der alten Polstermöbel sind potenzieller Abfall, wovon jedoch ein Drittel zum zweiten oder dritten Mal wiederverwendet wird. Eine einfache Berechnung, basierend auf dem durchschnittlichen Gewicht einer Polstermöbelgarnitur (ca. 130 kg) zeigt, dass ein EU-BürgerInnen jährlich etwa 3,2 kg auf Polstermöbel zurückgehenden Müll verursacht. Das sind 1,176 Millionen Tonnen pro Jahr.

Im Allgemeinen bestehen Polstermöbel aus:

- einem Holzgerüst (57 % des Gewichts/20 % des Volumens),
- Schaumstoff (15 %/70 %),
- Überzugsmaterial (13 %/6 %),
- Platten (10 %/3 %)
- Metall (5 %/1 %).

Überzugsmaterialien setzen sich aus

- Textilien (95.000 Tonnen) und aus
- Leder (55.000 Tonnen)

zusammen³².

Aufgrund von vorwiegend heizwertreichen Fraktionen des Polstermöbelabfalls wird zur Zeit die thermische Verwertung als Entsorgungsschiene gewählt.

Im Anschluss werden jedoch als Alternative zwei Projekte vorgestellt.

10.1 Pilotprojekt Polstermöbel

Zwei führende Polstermöbelerzeuger, COR-design einerseits und Gepade-traditional andererseits, führten 2002 ein Pilotprojekt durch, dessen Ziel die Entwicklung von umweltfreundlichen Möbelstücken ist, die sich durch hohe Qualität, eine lange Lebensdauer, durch leichte Zerlegbarkeit, sowie Wiederverwertbarkeit der eingesetzten Materialien auszeichnen.

Das Projekt umfasst die Planung, die Entwurfsgestaltung, die Entwicklung und die Herstellung genau festgelegter Produkte. Im Rahmen einer Umfrage wurde festgestellt, dass manche Kunden bereit sind, bis zu 20 % mehr zu bezahlen, wenn sie dafür umweltfreundliche Möbel erwerben können. Daher planen Hersteller nun auch, Altmöbel am Ende ihres Lebenszyklus wieder zurückzunehmen.

Dem Projekt zufolge kann die Umweltfreundlichkeit von Möbeln anhand folgender Kriterien beurteilt werden:

- Hohe Qualität und eine lange Lebensdauer
- Geringere Materialdichte
- Austauschbarkeit, der abgenutzten oder altmodisch gewordenen Teile
- Reparierbarkeit
- Möglichkeit der Wiederverwertung (Trennbarkeit in Einzelmaterialien)

³² <http://www.ueanet.com/furniturewaste/german/>

COR, ein designorientierter Polstermöbelerzeuger, hat ein Modell namens „Barca“ entwickelt, das vollkommen schadstoffarm ist und alle oben aufgelisteten Kriterien erfüllt. Ein sichtbares Holzgerüst gibt diesem Sofa seine Form. Die auf das Gerüst aufgelegten Polster, werden dann befestigt. Materialien, wie Riemen und Plastikschnüre, die normalerweise bei der Erzeugung von Polstermöbeln zum Einsatz kommen, werden gänzlich weggelassen. „Barca“ ist kein Öko-Möbelstück, da die Umweltfreundlichkeit bei der Kaufentscheidung nicht die Hauptrolle spielt. Auf diesen Aspekt wird der potenzielle Kunde durch entsprechende Information beim Verkaufsgespräch aufmerksam gemacht.

10.2 Remanufacturing-Konzept für Polstermöbel

Im Zuge des Verbundprojektes „Umweltfreundliche Möbel“ durch die Uni-GH-Paderborn in Zusammenarbeit mit dem ostwestfälischen Polstermöbelhersteller Gepade wurde ein Remanufacturingkonzept für Polstermöbel entwickelt.

Remanufacturing ist eine besonders hochwertige Form des Recyclings, bei der versucht wird, einen Großteil der Altmöbel wiederzuverwenden, möglichst ohne dessen Produktstruktur aufzulösen. Dem Remanufacturing sollte Vorrang vor dem Materialrecycling gegeben werden, da dieses meist zu einem „Downcycling“ der Materialien führt, wobei in der Regel nicht die Qualität des ursprünglichen Materials erreicht wird, ohne auch neue Rohstoffe hinzuzufügen. Außerdem ist die Materialvielfalt oft sehr hoch, so dass das Trennen in einzelne Fraktionen mit sehr großem Aufwand verbunden wäre. Nicht alle Polstermöbel eignen sich jedoch gleichermaßen zum Remanufacturing, da die Produktstrukturen oft hoch komplex sind. Auch die üblichen Verbindungstechniken wie Kleben und Schießen sind für das Remanufacturing hinderlich. Des Weiteren fehlt eine Standardisierung der Bauteile nicht nur zwischen Bauteilen unterschiedlicher Hersteller, sondern auch bei ein- und demselben Polstermöbelhersteller. Produkte, bei denen schon während der Entwicklung auf die Eignung zum Recycling/Remanufacturing Wert gelegt wurde, können sehr viel leichter einem neuen Lebenszyklus zugeführt werden.

Das Remanufacturing-Konzept ermöglicht eine systematische Bewertung von Polstermöbeln hinsichtlich ihrer Remanufacturing-Eignung. Zur praktischen Umsetzung des Remanufacturings im Betrieb werden Datenblätter erstellt, die einfache Betriebsanleitung zum Remanufacturing darstellen. Bisher werden seitens der Hersteller kaum Anstrengungen im Bereich Remanufacturing unternommen, da kaum Anreize dafür existieren. Besonders hinderlich ist dabei, dass beim Großteil der Möbel keine Markennamen bis zum Endkunden kommuniziert werden, so dass durch Remanufacturing auch keine Profilierung gegenüber Konkurrenten stattfinden kann. Trotzdem können Anstrengungen im Bereich des Remanufacturings zur Gewinnerzielung eines Unternehmens beitragen, wenn Polstermöbel bereits vorausschauend für das Remanufacturing entwickelt werden³³.

Zunächst sollte sich der Polstermöbelhersteller ein Bild davon machen, wo grundsätzliche Problemfelder bei seinen eigenen Möbeln liegen. Hieraus können dann Erkenntnisse in zukünftige Produktentwicklung mit einfließen. Durch dieses Life-Cycle-Design, welches nicht nur die Nutzungsphase des Möbels berücksichtigt, sondern eben auch die

³³ <http://www.hoexter.de/fb8/fachgebiet8/chemie/moebel/pdf/zeitschriftenartikel%20Rem-konzept.pdf>

Demontage und nachfolgende Lebenszyklen, werden oft erst die Voraussetzungen für ein Remanufacturing geschaffen.

Mit Hilfe des Remanufacturing-Konzepts können Wirtschaftlichkeit von Rückführung und Demontage überprüft werden.

In der ersten Stufe erfolgt eine Bewertung mit Hilfe einer Matrix zur Beurteilung der Remanufacturing-Eignung. Anschließend ist die Umsetzung des Remanufacturings mit Hilfe von Datenblättern vorgesehen (Stufe 2). Bei der Bewertung wird eine Eignung für drei unterschiedliche Strategien beurteilt:

1. *Aufarbeitung*: Die Aufarbeitung sieht die Wiederverwendung des gesamten Produkts vor, wobei nur Verschleißteile ausgetauscht werden. Dies betrifft vor allem Bezugstoffe, Polsterung und Federkern. Eine besondere Rolle spielt hier eine genaue Qualitätskontrolle. Defekte müssen gegebenenfalls repariert werden, wie z.B. Kratzer in sichtbaren Holzflächen. Aufgearbeitete Möbel lassen sich beispielsweise als 2. Wahl Produkte wieder verkaufen.
2. *Sekundärproduktion*: Bei der Sekundärproduktion findet eine Demontage der Altmöbel statt. Wiederverwendbare Teile gelangen auf diese Weise wieder in den Produktionsprozess, so dass aus gebrauchten Teilen wieder neue Möbel entstehen. Auch hier ist eine Qualitätskontrolle der wiederverwendbaren Teile unerlässlich. Nicht wiederverwendbare Teile werden entweder verwertet oder beseitigt.
3. *Materialrecycling*: Das Materialrecycling stellt die Trennung des Altmöbels in einzelne Materialfraktionen dar. Die einzelnen Fraktionen werden chemisch oder physikalisch recycelt. Nicht verwertbare Fraktionen werden beseitigt.

Bewertungsmatrix zur Prüfung der Remanufacturing-Eignung

Die Bewertung der Eignung für die drei Strategien erfolgt in einer Matrix. Es werden dabei jedoch nicht nur Technikkriterien wie die leichte Zerlegbarkeit berücksichtigt, sondern auch Wert und Menge der Polstermöbel, Zeitkriterien wie z. B. die Produktlebensdauer und Organisationskriterien, die vor allem das Management betreffen.

Durch die Anwendung des Systems auf zwei sehr unterschiedliche Polstermöbel wurde die Praxistauglichkeit unter Beweis gestellt. Zusätzlich wurden unabhängig von der Bewertungsmatrix ausführliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für diese beiden Möbel angestellt. Danach konnten die erreichten Punktezahlen aus der Bewertungsmatrix mit den Ergebnissen aus den ausführlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in Verbindung gebracht werden. Auf diese Weise ist es möglich, bei einer Bewertung mit Hilfe der Matrix anhand der erreichten Punktzahl zu erkennen, welche Remanufacturing-Strategie lohnend auf das jeweilige Polstermöbel anwendbar ist.

Durchführung des Remanufacturings mit Hilfe von Datenblättern

Hat man sich dann entschieden, eine Remanufacturing-Strategie auf ein Polstermöbel anzuwenden, werden in der 2. Stufe des Remanufacturing-Konzepts Datenblätter erarbeitet, mit deren Hilfe eine optimale Umsetzung der Remanufacturing-Strategie gewährleistet werden kann.

Die Demontage als Teil des Remanufacturings erfordert bei Möbeln ein hohes Maß an manuellen Arbeiten. Teilschritte wie das Lösen von Schrauben können mechanisiert, z. B. mit Pressluftschrauben, vorgenommen werden.

Die automatisierte Demontage ist bisher jedoch noch eine Zukunftsvision, da vor allem Polstermöbel vom Aufbau her zu kompliziert sind. Normalerweise kennt der im Möbelbetrieb beschäftigte Arbeiter den Aufbau und die Zusammensetzung der Möbel sehr gut. Deshalb ist es nicht erforderlich, jeden zur Demontage erforderlichen Arbeitsschritt genau festzulegen. vielmehr ist es jedoch wichtig, dass der Arbeiter erkennt, welche Teile Wertstoffe darstellen und welche Teile abgetrennt werden müssen. Daran schließt die weitere Sortierung und Behandlung an. Bei Wertstoffen kommt eine Qualitätsüberprüfung hinzu. Außerdem müssen bei der Sekundärproduktion wiederverwendbare Teile ins Lager neu einsortiert werden. Zu diesem Zweck wurden beispielhafte Datenblätter erarbeitet, die leicht auf andere Polstermöbel übertragbar sind.

11 Verwertung von Matratzenabfällen

28,8 Millionen Matratzen werden jährlich im gesamten EU-Raum verkauft. Der Markt setzt sich aus privaten Haushalten, Verwaltungsanstalten und Unternehmen (Hotels etc.) zusammen. 75 % der Neuerwerbungen werden mit dem Ziel gekauft, die alten Matratzen zu ersetzen. Die restlichen 25 % werden für neue Wohnungen oder Unternehmungen erworben. Ungefähr 18,4 Millionen Matratzen werden jährlich in der gesamten EU beseitigt. Dies entspricht in etwa 431.840 Tonnen.

Dieses Gewicht setzt sich unter anderem aus circa 125.000 Tonnen PU- Schaumstoff, 56.000 Tonnen Latex und 100.000 Tonnen Metall (der Federungen), sowie 110.000 Tonnen Textilien (dies entspricht einer Fläche von 80 Millionen Quadratmetern) zusammen.

Sehr wenige Matratzen werden außerhalb des familiären Umfeldes weiterverwendet. Der Großteil der nicht wiederverwendeten Matratzen wird von der öffentlichen Sperrmüllsammlung oder durch private Unternehmen entsorgt. Die weggegebenen Matratzen werden zur Zeit entweder verbrannt oder auf Deponien abgelagert. Allgemein werden in Europa um die 85.000 Tonnen Schaumstoff einer Wiederverwertung zugeführt. Dennoch werden im EU-Raum Schaumstoffe von Polstermöbeln und Matratzen noch nicht im größeren Rahmen wiederverwertet. Der Großteil des wiederaufbereiteten Schaumstoffes wird als Teppichunterlage verwendet.

Nachfolgend werden Pilotprojekte zum Thema Matratzenrecycling vorgestellt.

11.1 Matratzenrecycling - Pilotprojekte

In **Stuttgart** wurde im Jahre 1995 ein Pilotprojekt durchgeführt, bei dem ungefähr 20.000 Matratzen einer Wiederverwertung zugeführt werden sollten. Einmal zerlegt (Kosten: 25 Euro pro Matratze, inklusive Transport), wurden Schaumstoff und Metalle an Wiederverwertungsgesellschaften weiterverkauft. Da jedoch die erlangten Einnahmen die Ausgaben nicht decken konnten, wurde das Projekt nicht fortgeführt.

In den **Niederlanden** wurde eine Studie in Auftrag gegeben, deren Ziel es war, die Durchführbarkeit der Sammlung und Wiederverwertung von Matratzen zu analysieren. Danach ergibt sich das Bild, dass ein Rückgabesystem für Matratzen (organisiert von der Matratzenbranche selbst), das eine Zerlegung in Einzelteile (Metall, Federn, PU-Schaumstoff etc.) und deren anschließende Verwertung zum Ziel hat, durchaus realisierbar ist. Um die Machbarkeit solcher Maßnahmen genauer zu untersuchen, hat der Verband der niederländischen Möbelindustrie in Zusammenarbeit mit den Provinzverwaltungen und einer Non-profit Recycling-Organisation ein Pilotprojekt in zwei Provinzen (Groningen und Drenthe, insgesamt 1 Million Einwohner) ins Leben gerufen. Das Projekt zielt darauf ab, während seiner 2-jährigen Dauer bei einem Neuerwerb von Matratzen, die alten Vorgänger zu sammeln, um in der Folge die einzelnen Teile zu verwerten statt zu verbrennen. Auf diese Weise soll gleichzeitig das Image der Matratzenindustrie aufgebessert werden. 75 % der zur Entsorgung freigegebenen Matratzen sollen wiederverwertet werden.

Die erste Herausforderung für das Projektteam ist der Aufbau eines Systems zur Sammlung der anfallenden Matratzen und die Entwicklung einer geeigneten Sortiermethode. Der während der gesamten Projektdauer anfallende Abfall und dessen Wiederverwertung wird durch die „Matrasen Recycling Nederland“ (MRN) aufgezeichnet. Falls sich am Ende des Projekts herausstellt, dass das System durch die Einnahmen aus den wiederverwerteten Materialien finanzierbar ist, wird es in Zukunft fortgeführt werden.

In **Großbritannien** (Hertfordshire) soll eine Pilotwiederverwertungsanlage für PU-Schaumstoffe (in Matratzen und Polstermöbeln) ihren Betrieb gegen Ende 2002 aufnehmen und qualitativ hochwertige Polyols aus elastischem Schaumstoffabfall herstellen.

Die Anlage der Firma Huntsman (1,7 Millionen Dollar Investment) soll in Zusammenarbeit mit dem englischen Unternehmen du Vergier Ltd, dem Weltführer auf dem Gebiet des chemischen Recyclings von Acryl, betrieben werden.

Einmal in Betrieb soll das Werk die Verwertung kleinerer Mengen an elastischem Schaumstoff, wie sie in Matratzen, Möbeln und Sitzpolsterungen in Autos vorkommen, testen. Die gewonnenen Ergebnisse sollen Daten für die Entwicklung einer verfahrenstechnischen Anlage mit einer Verwertungskapazität von 5.000 Tonnen Schaumstoff pro Jahr liefern³⁴.

11.2 Verwertung von Matratzen aus Schaumpolyurethanen

Ein im Rahmen eines Forschungsprogramms der Kunststoffhersteller entwickeltes Verfahren ist die **Hydrolyse**. Man versteht darunter die Zerlegung von Stoffen durch chemische Umsetzung mit Wasser. Für dieses Verfahren eignen sich: Schaumpolyurethane (Matratzen, Polsterschäume, Vollschaumsitze), Autoteile aus geschäumtem Polyurethan (wie Lehnen, Kopfstützen, Stossfänger, Lenkrad- und Armaturenbrettumschäumungen, Bodenbeläge), technische Teile und Textilien aus Polyamid und Polyester. Man lässt Wasserdampf unter hoher Temperatur und hohem Druck auf den Abfallstoff einwirken und erhält die Ausgangsprodukte in verwertbarer Qualität wieder zurück. Die Motivierung für die Entwicklung dieser Recyclingmöglichkeit war die Menge der Schaumstoffabfälle; denn 90 Prozent der Polyurethane (PUR) werden als Schaumstoff verarbeitet.

Zu den thermischen Verwertungsverfahren gehört auch die Kunststoff-**Pyrolyse**. Unter Sauerstoffabschluss (Luftabschluss) werden die Kunststoffe bei Temperaturen zwischen 400 °C und 800 °C zersetzt. Der Kunststoff wird also nicht verbrannt sondern in petrochemische Stoffe zerlegt. Es entsteht ein hoch reines Heizgas, das mit Erdgas verschnitten, im Haushalt verwendet werden kann. Wesentliches Produkt ist das Pyrolyseöl, eine Kohlenwasserstofffraktion, die als petrochemischer Rohstoff genutzt wird. Dieses besonders umweltfreundliche Verfahren wurde im Labor und halbtechnisch mit guten Erfolgen an der Universität Hamburg entwickelt und durchgeführt.

Aus einem Gemisch von Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) im Verhältnis 3:1:1 entstehen verwendbare Produkte³⁵:

- 40 bis 60 Prozent Gas (Methan, Ethan, Ethen, Propen) und bis zu

³⁴ <http://www.ueanet.com/furniturewaste/german/>

³⁵ www.buurman.de/999/53.html

- 50 Prozent Flüssigkeit, eine Mischung aus Leichtbenzin und Steinkohlenteer.

Eine vergleichende Rohstoff-Wertermittlung zeigt, dass die Pyrolyseprodukte wertvoller sind als die aus der Kunststoffverbrennung gewinnbare Energie.

Eine in Ebenhausen bei Ingolstadt (Bundesrepublik Deutschland) erstellte 10.000 Jahrestonnen-Pilotanlage konnte die technologischen Probleme zwar lösen, mangels Wirtschaftlichkeit bei den derzeit gegebenen Ölpreisen erscheint ihr Praxiseinsatz zumindest vorläufig fraglich. Es ging zunächst darum, das Verfahren bewertbar zu machen; denn nur wenn Daten aus einem Dauerbetrieb vorliegen, können sich Kommunen und andere Interessierte in ihren Entsorgungskonzepten darauf einstellen³⁶.

³⁶ <http://members.tripod.de/peterlutz/kunststoffe/mkun8a.html>

Wiener Mistplätze Inputanalyse 2001

Ziel der Inputanalyse ist durch persönliche Interviews Inputströme einzelner Mistplätze zu erheben. Für die Inputanalyse auf den Wiener Mistplätzen wurde ein Fragebogen mit Interviewleitfaden erarbeitet und Pretests auf den drei ausgewählten Mistplätzen (2., 10. und 14. Bezirk) durchgeführt. Die Einteilung der Mistplätze für die Input-Befragungen erfolgt nach demografischen Merkmalen der Wiener Bevölkerung, wie Kaufkraft und Siedlungsstruktur, analog zu den Schichtungskriterien der Wiener Müllsortieranalysen. Ein Abfallberater der Gemeinde Wien und zwei MitarbeiterInnen des Ökologie-Institutes haben diese Input-Befragungen auf den Mistplätzen durchgeführt.

Ein Fragebogen, der während der Befragung ausgefüllt wurde, umfasste folgende Informationen:

- Adresse des Mistplatzes
- Datum der Befragung
- Name der Interviewerin bzw. des Interviewers
- Adresse, woher die Sperrmüllanlieferung kommt
- Woher kennt die befragte Person den Mistplatz?
- Art der Sperrmüllfraktion (bspw. Polstermöbel)
- Beschreibung der Sperrmüllfraktion (bspw. Einbaukasten, behandeltes Holz)
- Zustand der Sperrmüllfraktion (wiederverwendbar als Flohmarktware, nichtverwendbar)
- Volumen (1 m³ oder weniger)
- Bemerkung (Zuordnungsprobleme)

Als Beispiel sei hier der Mistplatz in der Sonnleitnergasse, der von drei Personen betreut wird, kurz beschrieben. Jedoch sind die Aussagen tendenziell auch für die zwei anderen Mistplätze zutreffend. Der Mistplatz dient auch anderen Mitarbeitern der MA 48 als Stützpunkt und ist Montag bis Samstag von 7 – 18 Uhr geöffnet. Laut Auskunft des Platzmeisters sind an Spitzentagen mit ca. 800 – 1000 Anlieferungen zu rechnen. Die Befragungen wurden von 9 – 12 Uhr und 15 – 18 Uhr durchgeführt. In dieser Zeit konnten ca. 70 % der anliefernden Kraftfahrzeuge erfasst werden. Zwei Drittel der Anlieferungen stammen schätzungsweise von Firmen. Bauschutt und Metallabfälle werden zu einem Großteil von Installationsbetrieben (Elektro, Gas, Wasser, Heizung) angeliefert. Der Großteil der Holzanlieferungen stammt von privaten Haushalten. Die Sperrmüllanlieferung erfolgt zur Hälfte von privaten Haushalten und zur Hälfte von Betrieben, da große Mengen an gemischten Baustellenabfällen in der Sperrmüllmulde gesammelt werden.

Auf diesem Mistplatz gibt es die Möglichkeit zur getrennten Erfassung von Metallen, Bauschutt, Elektronikschrott, biogenem Material, Papier und Karton, Holz (ohne Glas, textile Stoffe und Metalle), Autoreifen, Sperrmüll, Problemstoffen und Gefriergeräten, Kunststoffe und Styropor, Weiß- und Buntglas. Zusätzlich wurde eine Ablage für Fernsehgeräte und ein Regal in der Werkstatt für Flohmarktware aufgestellt. Die aufgestellten Mulden werden täglich 12 bis 14 mal abgeholt und entleert. Die Sperrmüllmulden (Fassungsvolumen 24m³) werden drei bis viermal pro Tag entleert.

Hinzu kommen jene Mulden die von Privatunternehmen geholt werden, wie beispielsweise die Mulden mit Altholz (Fassungsvolumen 40m³) mit Holz von der Firma AVE.

Jene Wienerinnen und Wiener, die die Möglichkeit zur Abfallentsorgung auf den Mistplatz in Anspruch nahmen waren bei der Befragung in hohem Maße mit dem Service des Betriebspersonals und der Öffnungszeiten zufrieden.

Den Beobachtungen der InterviewerInnen zur Folge werden die Mengenbeschränkungen (1m³ bzw. ein Kofferrauminhalt) meistens eingehalten.

Zu welchen Wochentagen oder zu welchen Uhrzeiten der größte Andrang auf dem Mistplatz herrscht, war während der Befragung nur schwer feststellbar. Jedoch ist die Frequentierung vom Schönwetter und von der Anzahl der Bautätigkeiten im Einzugsgebiet des Mistplatzes abhängig. Die Vermutung, dass zwischen 16 und 18 Uhr der größte Andrang herrscht, konnte nicht bestätigt werden.

Die Qualität der Sperrmüllfraktion in Hinblick auf eine Wiederverwendung als Flohmarktware ist sehr niedrig. Durch das gutfunktionierende Vorsortieren der qualitativ hochwertigen Flohmarktware kommen nur noch selten gut erhaltene Einzelstücke in die Sperrmüllmulde.

Besonders in der Dresdnerstraße wurde während der Befragungszeit sehr oft Kompost abgeholt.

12.1 Woher kennen die Wienerinnen und Wiener die Mistplätze?

Ausgehend von der Auswertung der Fragebögen lässt sich zusammenfassend sagen, dass der Mistplatz im 2. Bezirk bei rd. 75 % der BesucherInnen auf dem aktuellen bzw. früheren Weg zur Arbeitsstätte bzw. Wohnadresse liegt und ihnen der Mistplatz auch dadurch auch bekannt ist. Im 14. Bezirk liegt dieser Anteil bei rd. 70 % und im 10. Bezirk bei fast 60 %.

Auffallend ist, dass der Mistplatz im 2. Bezirk nur zu 1,6 % und der Mistplatz 14. Bezirk nur zu 2 %, jedoch der Mistplatz 10. Bezirk zu über 12 % aus dem Internet bekannt ist.

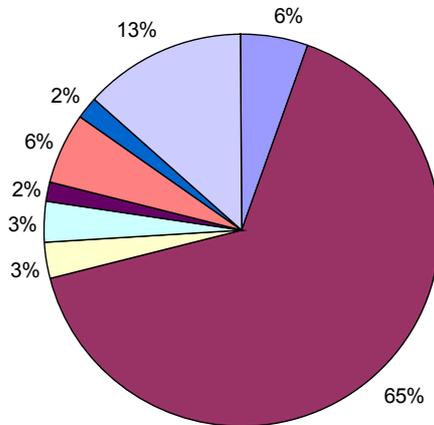
Informationsmaterial der Stadt Wien, wie bspw. das Mist ABC, Wien.at oder andere Broschüren werden von 18 % der Befragten im 10. Bezirk als Informationsquelle angegeben. In den anderen Bezirken gaben jedoch nur von 3 bis 4 % der MistplatzbesucherInnen diese Informationsquelle an.

2 bis 6 % der Befragten informierten sich am Misttelefon über den Standort des Mistplatzes.

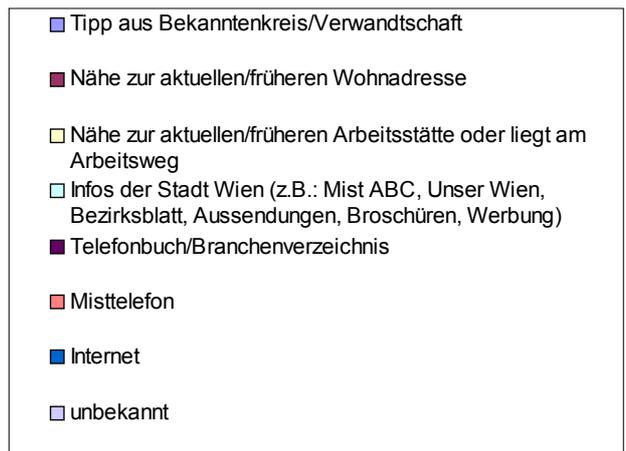
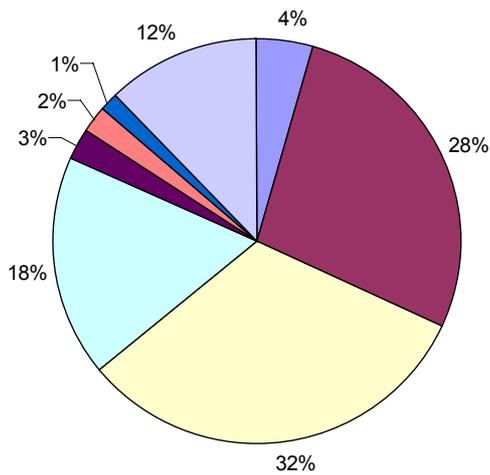
Weitere Informationsquellen sind von 2 bis 5 % das Telefonbuch und 4 bis 6 % Tipps aus dem Bekannten- bzw. Verwandtenkreis.

Abbildung 16: Woher kennen die WienerInnen die Mistplätze?

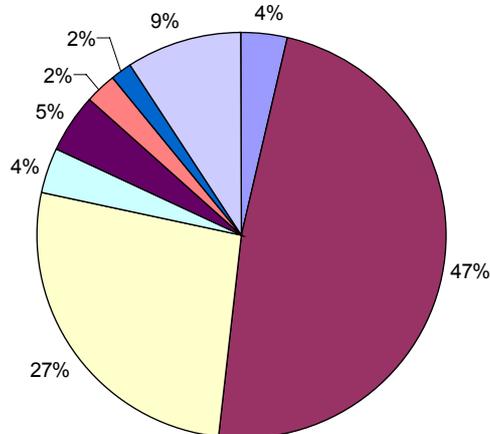
Woher kennen Sie den Mistplatz 1140 Wien, Zehetnergasse 7-9?



Woher kennen Sie den Mistplatz 1100 Wien, Sonnleithnergasse 30?



Woher kennen Sie den Mistplatz 1020 Wien, Dresdnerstraße 119?

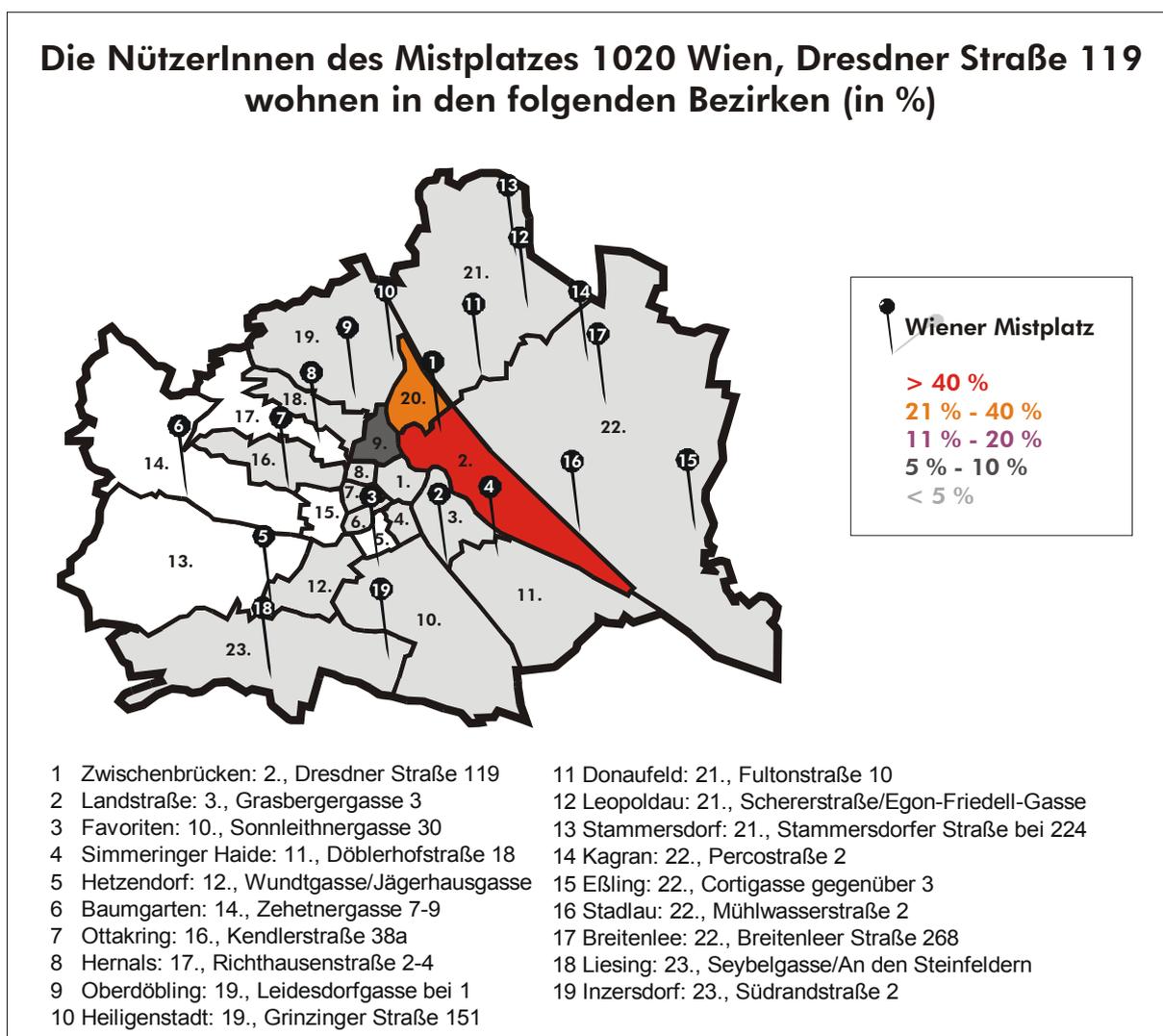


12.2 Besucherstromanalyse

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Besucherströme für die einzelnen Mistplätze dargestellt. Die Farbunterschiede zeigen die unterschiedlichen Wohnbezirke der MistplatzbesucherInnen.

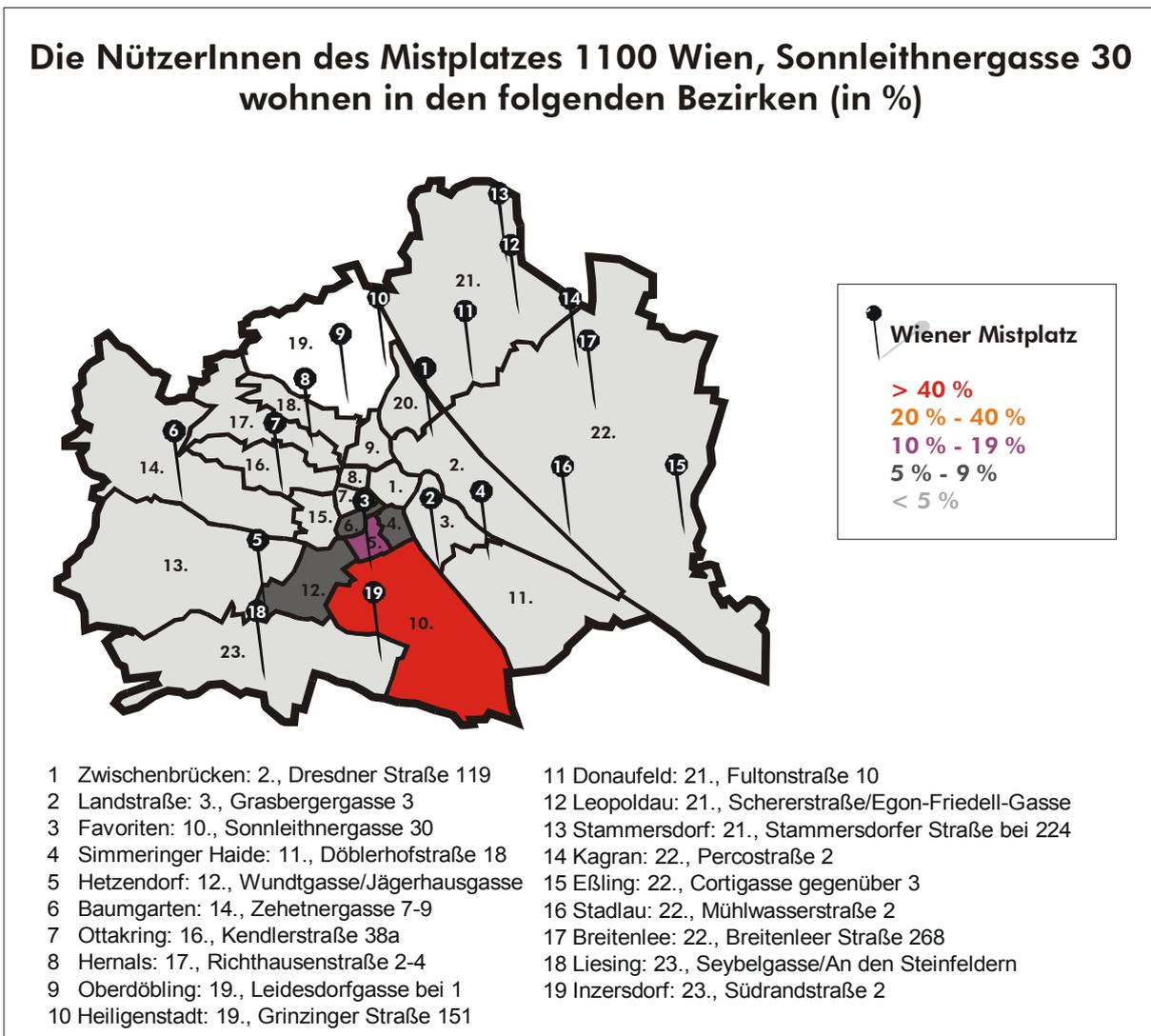
45,6 % der NutzerInnen des Mistplatzes in der Dresdner Straße im 2. Bezirk kommen aus dem selben Bezirk. Aus dem benachbarten 20. Bezirk stammen 33,6 % und aus dem 9. Bezirk rd. 6,6 %, die diesen Mistplatz aufsuchen. Aus den 1., 3. Und 10. Bezirk kommen zwischen 2 und 3,2 %, bei den restlichen Bezirken liegt der Anteil unter 1 %.

Abbildung 17: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 2. Bezirk



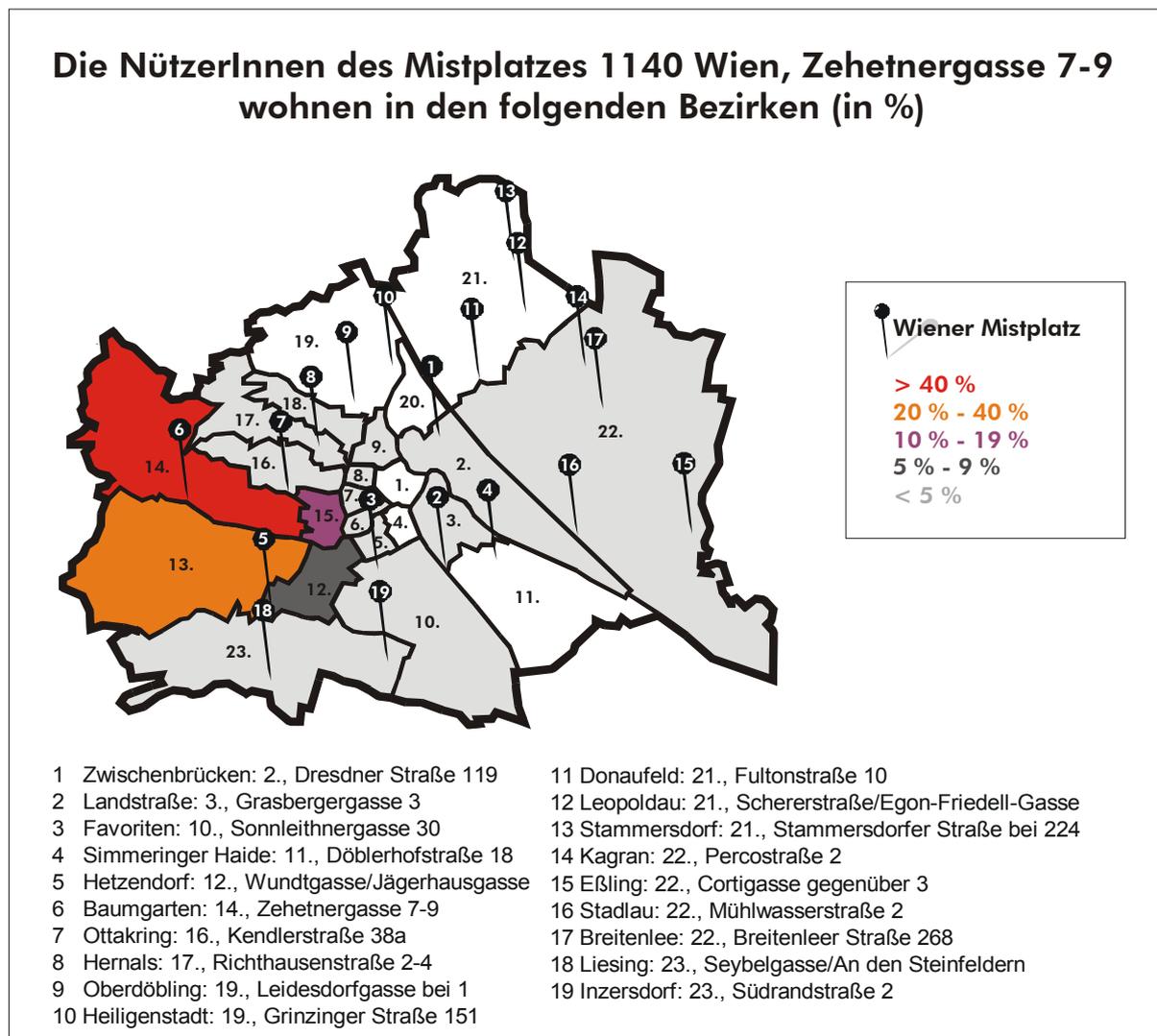
Der Mistplatz in 10. Bezirk in der Sonnleithnergasse 30 wird überwiegend von WienerInnen aus dem selben Bezirk aufgesucht (52,3 %). 11,8 % der BesucherInnen kommt aus dem benachbarten 5. Bezirk und zwischen 5,2 und 6,3 % von den Bezirke 4., 6. und 12. Zwischen 1,2 und 2,9 % liegt der Anteil der NutzerInnen aus den Bezirken 2., 3., 7., 11., 15 und 16., in den übrigen Bezirken liegt der Anteil unter 1 %.

Abbildung 18: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 10. Bezirk



Von den BesucherInnen des Mistplatzes im 14. Bezirk in der Zehetnergasse 7-9 stammen 42,5 % aus dem 14. Bezirk, 24,8 % aus dem 13. Bezirk und 10,4 % aus dem 15. Bezirk. 6 % wohnen im 12. Bezirk und 3,8 % im 16. Bezirk. Der Anteil der NutzerInnen aus dem 5., 6., 7., und 17. Bezirk liegt zwischen 1,3 und 3,8 %, bei den restlichen Bezirken liegt der Anteil unter 1 %.

Abbildung 19: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 14. Bezirk



12.3 Wiederverwendbarkeit einzelner Sperrmüllfraktionen als Flohmarktware

In der Detailauswertung der Inputanalyse wurden für die Fraktionen Einrichtungsgegenstände und Holz bzw. Holzwerkstoffe die Wiederverwendungsquote erhoben. Diese Erhebung beruht auf den subjektiven Einschätzungen der InterviewerInnen auf den einzelnen Mistplätzen. Da die Aussortierung der Flohmarktware für den Mistflohmarkt der MA 48 sehr gut funktioniert, ist der Anteil der wiederverwendbaren Gegenstände im Sperrmüll relativ gering. Weiters ist anzumerken, dass nur einwandfreie Waren für den MA 48 Flohmarkt bereitgestellt werden, da für Instandsetzung und Reparaturarbeiten kein Personal zur Verfügung steht.

Abbildung 20: Grafische Darstellung der Wiederverwendbarkeit einzelner Sperrmüllfraktion (Einrichtungsgegenstände, Holz und Holzwerkstoffe) auf den drei Mistplätzen in m³

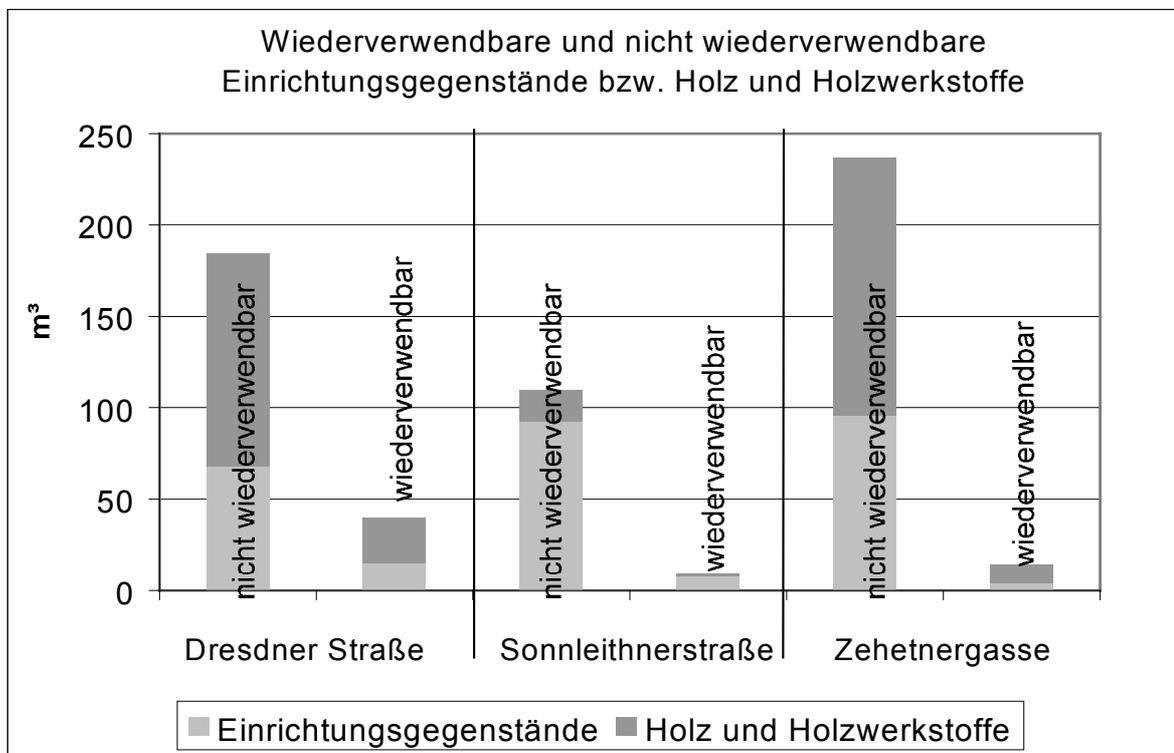


Tabelle 35: Wiederverwendbare und nicht wiederverwendbare Sperrmüllfraktion (Einrichtungsgegenstände, Holz und Holzwerkstoffe) auf den drei Mistplätzen in m³

Sperrmüllfraktion	Mistplätze (Angaben in Volumen m ³)					
	1020		1140		1100	
	wiederverwertbar		wiederverwertbar		wiederverwertbar	
	nein	ja	nein	ja	nein	ja
Einrichtungsgegenstände	68	15	92	7	96	4
Holz und Holzwerkstoffe	117	25	17	2	141	10
Summe	184	40	109	9	237	14
Prozent	82 %	18 %	92 %	8 %	94 %	6 %
Summe (3 Mistplätze)	wiederverwertbar					
	nein			ja		
	530,9			62,9		
Prozent	89,4 %			10,6 %		

In Summe sind rd. 590m³ Einrichtungsgegenstände und Holz/Holzwerkstoffe, die in der Sperrmüllmulde gesammelt wurden, nach ihrer Wiederverwendbarkeit als Flohmarktware beurteilt. Davon waren 530 m³ (90 %) nicht wiederzuverwenden. 10 % , das sind ca. 60 m³ könnten den Mistflohmarkt unter bestimmten Voraussetzungen zur Verfügung gestellt werden. Der Hauptanteil dieser Fraktion besteht aus zerlegten Einrichtungsgegenständen. Es müsste geprüft werden, ob zerlegte Regal- oder Kastenteilen auf den Mistflohmarkt auch abgesetzt werden können. Betrachtet man die Einzelwerte der drei Mistplätze, so erscheinen die 18 % Wiederverwendbarkeit in der Dresdnerstraße (2. Bezirk) als hoch, im Vergleich zu den anderen Mistplätzen mit 6 und 9 %. Dies ist allerdings dadurch zu erklären, dass es keine eigene Altholzsammlung auf dem Mistplatz im 2. Bezirk während der Befragung gegeben hat. Aus diesem Grund sind Regal-, Kastenteile und andere Holz und Holzwerkstoffe in der Sperrmüllmulde gesammelt worden.

Die Ergebnisse der Wiederverwertbarkeitsuntersuchung haben gezeigt, dass die Vorsortierung der Abfallfraktionen in Sperrmüll, Flohmarktware, Altholz etc.. auf den einzelnen Mistplätzen gut funktioniert.

13 Handlungsempfehlungen

Abschließend werden aus allen Ergebnissen Maßnahmenvorschläge für die MA 48 zur Optimierung der Sperrmüllsammlung und –verwertung zusammengefasst.

- Für Mistplätze mit einem hohen Besucherandrang wäre im Hinblick auf eine besser sortierte Sperrmüllmenge zu überlegen, ob nicht eine personelle Verstärkung angebracht wäre. Zu überprüfen wären eventuell neue Standorte zur Eröffnung neuer Mistplätze, da diese Sammelplätze von der Wiener Bevölkerung akzeptiert und auch in Anspruch genommen werden.
- Für Mistplätze ohne Altholzammelcontainer, wäre im Hinblick auf eine besser sortierte Sperrmüllmenge, zu überprüfen, ob der Platzbedarf für die Aufstellung von geeigneten Sammelcontainern vorhanden oder auch neu zu schaffen wäre.
- Verstärkte Bewusstseinsbildung durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit der Abfallberatung der MA 48 zur Verbesserung der getrennten Erfassung der einzelnen Sperrmüllfraktionen. Beispielsweise wäre eine temporäre Beratung direkt auf den Mistplätzen überlegenswert.
- Reparaturführer, Verleihführer und der Gebrauchtwarenführer der MA 48 ständig aktualisieren, gezielt bewerben und verbreiten.
- Wiederverwendbare Gebrauchsgegenstände werden auf den Mistplätzen getrennt erfasst und zum 48er-Bazar transportiert, wo diese zu erwerben sind. Diese Schiene sollte weiter forciert und ausgebaut werden. Überlegenswert wären Verkaufsstätten in den Innenbezirken von Wien, oder als Verkaufslokal im geplanten Ökoplex.
- Das Holsystem durch die Sperrmüllabfuhr von der MA 48 sollte mehr beworben werden, da bei diesem Sammelsystem die getrennte Erfassung der Sperrmüllfraktionen sehr gut funktioniert.
- Trotzdem befinden sich stofflich verwertbare Anteile im Sperrmüll. Auf jedem Mistplatz stehen jedoch den BesucherInnen Behälter für die getrennte Sammlung von Altpapier, Weiß- und Buntglas, Altmetalle, Altkunst- und Altverbundstoffe und Verpackungsstyropor zur Verfügung. Besonders bei Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, wo Bautätigkeiten durchgeführt werden, sollte mit gezielter Öffentlichkeitsarbeit die getrennte Erfassung der einzelnen Abfallfraktionen erhöht werden.
- Die illegale Entsorgung von Restmüllmengen im Sperrmüll kann nur durch vermehrte Aufklärungsarbeit und vermehrten Kontrollen der Sperrmüllübernahme verhindert werden.
- Die gut aussortierte Sperrmüllfraktion der Mistplätze und die Mischabfälle der Sperrmüllabfuhr bei der Umladestation sind nach der mechanischen Zerkleinerung in der Splittinganlage (ABA) thermisch verwertbar.

- 4,5 Tonnen Problemstoffe werden derzeit mit dem Sperrmüll mitgesammelt. Um diese Menge zu reduzieren, ist es einerseits notwendig die Aufklärung direkt am Mistplatz zu verstärken, bzw. die Bewusstseinsbildung durch die Abfallberatung hinsichtlich der getrennten Sammlung von Problemstoffen zu forcieren.
- Reduktionspotential besteht bei Verpackungsmaterial (840 t/a), jedoch ist der Verschmutzungsgrad dieser Verpackungen sehr hoch. Der Anteil an Getränkeverpackungen, die in typischen Baustellenmischabfällen aus Privathaushalten in Säcken mitgesammelt werden, beträgt ca. 1,2 Tonnen. Hier könnten Pfandregelungen aber auch gezielte Informations- und Aufklärungsarbeit für private und gewerbliche Baustellen die Menge enorm reduzieren.
- Behandeltes Holz im Sperrmüll macht in Wien pro Jahr eine Abfallmenge von rd. 7.240 Tonnen aus. Der Anteil an unbehandeltem Holz im Sperrmüll, der primär für die stoffliche Wiederverwertung von Holz in Frage kommen würde, beträgt rd. 210 Tonnen. Von ökologischen und ökonomischen Vorteil wäre eine bessere Vorsortierung dieser heizwertreichen Fraktionen.
- Ein hoher Störstoffanteil, wie bei Teppichabfällen im Sperrmüll ist für ein stoffliches Verwertungsverfahren problematisch und führt zu hohen Kosten. Bei der energetischen Verwertung ist zu beachten, dass Füll- und Schmutzstoffe den Heizwert stark reduzieren und als Rückstand in der Schlacke anfallen. Eine mechanische Zerkleinerung mit anschließender thermischer Verwertung scheint für verschmutzte Teppichabfälle der derzeit geeignete Entsorgungsweg für Wien. Werden jedoch Teppichabfälle sortenrein erfasst, existieren Pilotversuche zur stofflichen Verwertung dieser Abfallfraktion.
- Polstermöbel bestehen zu 95 Gewichtsprozent aus brennbarem Material mit hohem Heizwert wie einem Holzgerüst, Schaumstoff, Überzugsmaterial (Textilien, Leder) und Platten. Als Alternativen zur thermischen Verwertung wurden Pilotprojekte gestartet, in denen versucht wird Möbelstücke aufzuarbeiten, einer Sekundärproduktion zuzuführen und Teile die anderweitig nicht verwertbar sind chemisch oder physikalisch zu recyceln. Forschungsbedarf zur stofflichen Verwertung von Polstermöbel und zur Standardisierung von Bauteilen ist vorhanden.
- Forschungsarbeiten hinsichtlich der stofflichen Verwertung von Matratzen sollen unterstützt werden, da durch die bisher durchgeführten Pilotprojekte, noch keine kostendeckenden Verwertungsmethoden gefunden wurden.
- Erste Ansätze für die Erfassung und Verwertung von Altmöbeln existieren für Büromöbel. Hersteller organisieren beim Erwerb neuer Büromöbel die Abholung der alten Bestände. Gemeinsam mit führenden Wiener Möbelhäusern könnte ein ähnliches Pilotprojekt gestartet werden.

- Der Anteil an unbehandeltem Holz ist im Wiener Sperrmüll wurde für 2001 mit rd. 210 Tonnen erhoben. Diese Menge rechtfertigt nach dem derzeitigen Stand der Technik keine aufwendigen und kostenintensiven Analytikverfahren. Die Menge könnte jedoch durch direkte Information bei den Abgabestellen - den Wiener Mistplätzen - reduziert werden, da geeignete Sammelcontainer für Altholz auf den meisten Mistplätzen vorhanden sind.
- Der Bekanntheitsgrad der Wiener Mistplätze könnte durch gezielte Werbemaßnahmen und Veranstaltungen in den verschiedenen Bezirken erhöht werden. Internetauftritte und Informationsmaterial der Stadt Wien über die Standorte, Annahmeterminungen und Öffnungszeiten der Mistplätze könnten den Bekanntheitsgrad der Sammelplätze erhöhen.

14 Anhang

14.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sperrmüllzusammensetzung 2001 [in Masseprozent].....	9
Abbildung 2: Getränkeverpackungen im Sperrmüll 2001	10
Abbildung 3: Behandeltes und unbehandeltes Altholz im Sperrmüll 2001	10
Abbildung 4: Teppichabfälle im Sperrmüll 2001	11
Abbildung 5: Baustellenmischabfälle im Sperrmüll 2001	11
Abbildung 6: Darstellung der Sperrmüllmengen in Wien 1995 bis 2000 [Leistungsberichte 1995-2000, MA 48]	19
Abbildung 7: Entwicklung der Rest- und Sperrmüllmengen auf den Mistplätzen, sowie der LKW-Sperrmüllabfuhr, 1988 bis 1999: [Sperrmüllanalyse 2000, MA 48].....	19
Abbildung 8: Verwertung und Beseitigung von Sperrmüll in Berlin von 1997 bis 1999...	34
Abbildung 9: Mittlere Sperrmüllzusammensetzung in Deutschland [KERN und SPRICK 2001]	36
Abbildung 10: Restliche Sperrmüllfraktion nach der Aussortierung auf der Umladestation - Rautenweg.....	41
Abbildung 11: Prozentuelle Aufteilung der Mischabfälle (Umladestation – Rautenweg) (Österreichisches Ökologie-Institut, 2001)	41
Abbildung 12: Aussortierung der einzelnen Fraktionen Altholz (oben rechts und links), Bauschutt (unten rechts), Kühlgeräte (2 von oben links), Elektronikschrott (3 von oben links) und Altfenster (unten links)	43
Abbildung 13: Prozentuelle Zusammensetzung der Sperrmüllmenge 2001 [Sortieranalyse 2001]	46
Abbildung 14: Grafische Darstellung der Vergleichswerte 2001 und 1999/2000.....	55
Abbildung 15: Typische Aufbereitung von unbehandeltem Holz (Schema).....	83
Abbildung 16: Woher kennen die WienerInnen die Mistplätze?	113
Abbildung 17: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 2. Bezirk	114
Abbildung 18: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 10. Bezirk	115
Abbildung 19: Besucherstromanalyse für den Mistplatz im 14. Bezirk	116
Abbildung 20: Grafische Darstellung der Wiederverwendbarkeit einzelner Sperrmüllfraktion (Einrichtungsgegenstände, Holz und Holzwerkstoffe) auf den drei Mistplätzen in m ³	117

14.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prozentuelle Aufteilung 2001 auf die Sperrmüllmenge von Wien (2000)	12
Tabelle 2: Mengenschwellen der Baurestmassentrennverordnung	17
Tabelle 3: System- und Sperrmüllmengen in Wien 1995 bis 2000 [Leistungsberichte 1995-2000, MA 48].....	20
Tabelle 4: Abfallsammlung auf den Mistplätzen der MA 48, 1998 bis 2000	21
Tabelle 5: Schichtungskriterien bei den Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen.....	24
Tabelle 6: Einteilung der Wiener Mistplätze nach demografischen Merkmalen	25
Tabelle 7: Vergleich der Rest- und Sperrmüllmengen für NÖ 1994/1997	26
Tabelle 8: Entwicklung der Rest- und Sperrmüllmengen in NÖ 1994 bis 1997	26

Tabelle 9: Jahresabfallbilanz Mengenbilanz 1999 Land Salzburg Umweltschutz Abfallwirtschaft und Umweltrecht.....	28
Tabelle 10: Sperrmüllzusammensetzung im Stadtkreis Heilbronn (Deutschland)	29
Tabelle 11: Holzfraktion im Sperrmüll (Deutschland).....	30
Tabelle 12: Holzfraktion im Sperrmüll vom Recyclinghof (Beispiele aus Deutschland)	31
Tabelle 13: Prozentuale Altholz- und Altmöbelanteile im Sperrmüll (Beispiele aus Deutschland).....	32
Tabelle 14: Deutsche Modellregionen bei einer Potenzialabschätzung von regenerativen Energieträgern im Sperrmüll	35
Tabelle 15: Modellierte Sperrmüll-Zusammensetzung fünf deutschen Regionen	36
Tabelle 16: Anteil regenerativer Energieträger und Heizwerte im Sperrmüll	37
Tabelle 17: Input- und Outputmengen der Sperrmüllumladestation auf der Deponie Rautenweg [MA 48, Leistungsbericht 2000]	40
Tabelle 18: Untersuchte Sperrmüllmenge bei der Sortieranalyse 2001	44
Tabelle 19: Sortiergruppen der Sortieranalysen 2001	45
Tabelle 20: Ergebnisse der vier Sortieranalysen Frühling, Sommer, Herbst und Winter 2001 in Massenangabe [kg].....	48
Tabelle 21: Ergebnisse der vier Sortieranalysen Frühling, Sommer, Herbst und Winter 2001 in Prozent.....	49
Tabelle 22: Gesamtergebnis der Sortieranalysen 2001 [Masse]	50
Tabelle 23: Gesamtergebnis der Sortieranalysen 2001 in Prozent	51
Tabelle 24: Ergebnisse der Sperrmüllsortieranalyse 1999/2000 (Anteile in Massenprozent und kg), [MA 48, 2000]	53
Tabelle 25: Zusammensetzung der Sperrmüllmenge 1999/2000 und 2001 in Massenprozent	54
Tabelle 26: Prozentuelle Aufteilung 2001 auf die Sperrmüllmenge von Wien (2000)	57
Tabelle 27: Hochrechnung der prozentuellen Aufteilung 2001 auf ganz Wien für die Fraktionen 3 (Holz- und Holzwerkstoffe) und 7 (Einrichtungsgegenstände etc.) und ihre Unterteilungen	58
Tabelle 28: Definitionen von Holzabfällen	61
Tabelle 29: Klassifikation von Holz und Holzabfällen [ÖNORM S 2100]	62
Tabelle 30: Kritischen Mengen an Inhaltstoffen in Althölzern.....	63
Tabelle 31: Verschiedene Grenzwertvorschläge zur Charakterisierung HSM-belasteter Hölzer (vorgeschlagene LAGA-Richtwerte).....	67
Tabelle 32: Zuordnungskriterien für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (MARUTZKY 1991).....	73
Tabelle 33: REHOLZ®-Verfahren	76
Tabelle 34: Maßnahmenvorschläge für die Produktgruppe Möbel.....	89
Tabelle 35: Wiederverwendbare und nicht wiederverwendbare Sperrmüllfraktion (Einrichtungsgegenstände, Holz und Holzwerkstoffe) auf den drei Mistplätzen in m ³	118

14.3 Literaturverzeichnis

AEHLIG K. und SCHEITHAUER M.: Chloridbestimmung in Spannplatten, Alt- und Restholz mittels Schnelltest in 15 Minuten möglich, Holzzentralblatt 122 (152), 2444, 1996, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

AMT FÜR ABFALLWIRTSCHAFT MÜNCHEN: Abfallwirtschaftskonzept der Landeshauptstadt München, Kommunalreferat der Landeshauptstadt München, Amt für Abfallwirtschaft, 1999

AMT FÜR ABFALLWIRTSCHAFT MÜNCHEN: Jahresbericht 2001, Kommunalreferat der Landeshauptstadt München, Amt für Abfallwirtschaft, 2001

ANONYMUS: Holzschutzmittelerkennung als Problem der Rest- und Altholzverwertung, Holzzentralblatt 122 (57), 951-952, 1996 zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

BAYRISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Sperrmüll-Sammlung als gesellschaftliches Ereignis, Weitervermittlung des gut erhaltenen gebrauchten Mobiliars, Fachtagung am 30. Mai 2001, Augsburg 2001

BERGMANN K.: Enzymatische Aktivierung der holzeigenen Bindekräfte zur Herstellung einer bindemittelfreien mitteldichten Faserplatte, Dissertation, 1998 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

BOCKELMANN C. Studie zur Durchführung der Verpackungsverordnung bei Holzpackmitteln, Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Centralen Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft (CMA), Bonn, 1993 zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

BOCKELMANN C.: Immunologische Nachweisverfahren für die Pentachlorphenol-Bestimmung in Holz vor Ort; zitiert in: HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

BRANDSTÄTTER M.; NEUMÜLLER A.: Sinnvolle Verwertung von Bau- und Abbruchholz; Österreichisches Holzforschungsinstitut, Österreichische Forstzeitung 10/97, Wien, 1997

BUERMANN H., HARBEKE T., AFFÜPPER M.: Altholzrecycling: Technologien und Markt. Entsorgungspraxis, Nr. 4, Bertelsmannverlag, 1998, zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

DEPPE H. J.: Die Umweltschutzgesetzgebung in ihren Auswirkungen auf das Recycling von Rest- und Altholz, Holzzentralblatt 118 (73/74), 1201-1208, 1992, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

ERNST K., ROFFAEL E., WEBER A.: Umweltschutz in der Holzwerkstoffindustrie, Hrsg.: Institut für Holzbiologie und Holztechnologie der Universität Göttingen, 1998, zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

FINK M.: Aufbau und Erprobung einer Spektren-Datenbank für organische Holzschutzmittel- Wirkstoffe mit Hilfe der Gaschromatographie/Massenspektrometrie, Hamburg, 1996 zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

FRICKE K., PERTL W., MIELKE C., SCHRIDDE U., VOGTMANN H.: Rottesteuerung und Qualitätssicherung, Grundlagen der Kompostierung, 1990 zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

FRUTH F., KRANERT M.: Durchführung und Ergebnisse einer visuellen Klassifikation von Gewerbeabfall, Sperrmüll und kommunalen Abfällen in der Stadt Braunschweig. In: Müll und Abfall 1/97, 1997

GALLENKEMPER B., FLAMME S., FRITSCHKE M., HEGEMANN G., WALTER G. (1996 a); Schadstoffströme bei der Gebrauchtholzverwertung für ausgewählte Abfallarten, Ahlen, zitiert in Schnellerkennung von Holzschutzmitteln in Altholz, BAHADIR M. et al., herausgegeben von LAY J. A. und Stock R., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2001

GROW GmbH (1993) Informationsbroschüre, 1993 zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

GSTRAUNTHALER G.: Reduzierung der Sperrmüllmengen in Tirol, erstellt von der Umweltberatung Innsbruck im Auftrag der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Juni 1997

HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

HOFF M.: Untersuchung zur Charakterisierung von schutzbehandelten Hölzern, Hamburg, 1994, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

HORN W. und MARUTZKY R.: A rapid pyrolytical method for the determination of wood preservatives in treated wood, 1994 zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

INSTITUT FÜR VERFAHRENS-, BRENNSTOFF- und UMWELTECHNIK: Branchenkonzept Holz, Technische Universität Wien unter Mitarbeit des Österreichischen Holzforschungsinstitutes im Auftrag von Bundesministerium für Umwelt, Fachverband der Holzverarbeitenden Industrie, Wirtschaftskammer Österreich unter Mitarbeit des Umweltbundesamtes, Wein, 1995

JASPER M.: Altholzverwertung – die neuen Möglichkeiten, Markt- und Technologiestudie, Buchreihe UmweltZentrumDortmund, Dortmund, 1997

KERN M. UND SPRICK W.: Abschätzung des Potenzials an regenerativen Energieträgern im Restmüll, Beitrag basierend auf der Studie „Ermittlung und Bewertung von regenerativen Energiepotenzialen in Sekundärbrennstoffen“ im Auftrag der Trienekens AG, Viersen, 2001

KHARAZIPOUR A. und ROFFAEL E.: Recycling von Holzwerkstoffen nach einen neuen Verfahren, in: Recyclingkonzepte in der Holzstoffindustrie, Schriftenreihe: Wald, Holz und Holzwerkstoffe, Seite 15-29, Hrsg.: Institut für Holzbiologie und Holztechnologie der Universität Göttingen, 1997 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

KNAPPE, F.: Entwicklung von Vorschlägen zur Zusammenarbeit/Kooperation in der Beseitigung von Abfällen unter Gebietskörperschaften. Thermische Abfallbehandlung (Hrsg. Faulstich/Urban/Bilitewski), München, 1998

KÜBLER J.: Multidetektionsanalyse mit mobiler Gaschromatographie und Ionenmobilitätsspektrometrie; zitiert in HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

LANDESUMWELTAMT NRW (LUA): Schadstoffströme bei der Gebrauchtholzverwertung für ausgewählte Abfallarten, Materialien Nr. 37, Untersuchungsbericht des Instituts für Abfall- und Abwasserwirtschaft e.V. (INFA) im Auftrag des Landesumweltamtes NRW, Essen, 1997

LANG T.: Energetisches Recycling von Altholz im Zementofen, Projekt der Zementfabrik Holderbank AG, Werk Rekingen, Internationales Technikum Rapperswil, 1991, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

LÖBE K. und LUCHT H.: Laserspektroskopische Schadstoffanalytik von Althölzern, zitiert in HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

MA 48: Leistungsbericht 1995, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1996

MA 48: Leistungsbericht 1996, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1997

MA 48: Leistungsbericht 1997, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1998

MA 48: Leistungsbericht 1998, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1999

MA 48: Leistungsbericht 1999, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 2000

MA 48: Leistungsbericht 2000, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 2001

MA 48: Wiener Sperrmüllanalyse 1999/2000, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 2000

MA 48: Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen 1990/91, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1991

MA 48: Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen 1993/94, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1994

MA 48: Wiener Systemmüll- und Altstoffanalysen 1997/98, Wiener Magistratsabteilung 48, Wien, 1998

MARUTZKY R., STRECKER M.: Aspekte der energetischen Verwertung von Altholz, Holzzentralblatt 120, 1101-1102, 1110, 1994, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

MARUTZKY R.: Erkenntnisse zur Schadstoffbildung bei der Verbrennung von Holz und Spanplatten, WKI-Bericht Nr. 26, Eigenverlag, Braunschweig, 1991, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

MARUTZKY R.: Qualitätsanforderungen und Entsorgungswege für Rest- und Gebrauchthölzer, 1996, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

MARUTZKY R.: Thermische Verwertung von Reststoffen in der Holzstoffindustrie, Holz-Zentralblatt 117, 2365-2366, 1991, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

MEIER D.: Möglichkeiten der Identifizierung von Spurenstoffen in Holz, Beitrag zur Tagung: Prüfung und Überwachung von Holzhackschnitzeln für Feuerungsanlagen, 1994, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

MICHANICKL A. und BOEHME C.: Wiedergewinnung von Spänen und Fasern aus Holzwerkstoffen, HK, Holz-Kunststoffverarbeitung 31 (4), 50-55, 1995, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

MICHANICKL A.: Recycling of Wood Furniture Compounds, Vortragsband zum R'95 Recycling-Kongress, Genf, 1995, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

MÖLLER A.: Plattenförmiger oder geformter Holzwerkstoff, Weltorganisation für geistiges Eigentum, internationales Aktenzeichen: PCT/DE93/00558, 1994 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

MORAK A., UNKROTH A., SAUERBREY R., SCHNEIDER K.: Schadstoffanalyse in Holz mittels Laserplasmaemissionsspektrometrie; zitiert in HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

NUSSBAUMER T.: Anforderungen an umweltfreundliche Holzfeuerungen, Holz Roh-Werkstoff, 1991, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

ÖKOTECH GMBH Aufkommen und Verwertungswege für Altholz in Deutschland, 12/2001, <http://oekotechn-energie.de>, 2001

OLDÖRP K.: Verwertung von teerölimprägnierten Althölzern, Machbarkeitsstudie des WKI in Braunschweig, 1995 zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

PEYLO A.: Schnellerkennungsverfahren bei Holzkontaminationen – Ein Überblick zu den Möglichkeiten und dem bisherigen Stand der Entwicklung, 1997 zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

POHLANDT K.: Zusammensetzung, Verwertung und Entsorgung von mineralischen Rückständen aus der Verbrennung unbehandelter und behandelter Hölzer, Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1994, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

RICHTER K., VOSS A., WILLEITNER H.: Definition für belastetes Holz im Rahmen des DGfH-Unterausschuss 9.3. Entsorgung, 1992, zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

RINGHOFER J.: Möglichkeiten zur Verringerung des Sperrmüllaufkommens in Niederösterreich, im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung Gruppe Raumordnung und Umwelt, Zöbern, 1999

ROFFAEL E. und DIX B.: Streckmittel für Holzwerkstoff-Bindemittel und Verfahren zu seiner Herstellung, DE-PS 43 34 422 A 1, 1995 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

ROFFAEL E., KHARAZIPOUR A., HÜTTERMANN A.: Verfahren zum Recyceln von Span- und Faserplatten. DE-OS 195 26 667 A 1, 1997, zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

ROFFAEL E., KHARAZIPOUR A., NONNINGER K.: Verfahren zur Herstellung von Holzspan- und Faserplatten, DE-OS 44281119, 1994, zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

ROFFAEL E.: Stoffliche Verwertung von Holzwerkstoffen, Adhäsion, 41 Jg., Nr. 12, S. 24-27, 1997 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

SALTHAMMER T., KLIPP H., ILLNER H. M. , PEEK R. D., MARUTZY R.: Untersuchungen über Emissionen bei der thermischen Verwertung von holzschutzmittelhaltigen Holzresten, Holz Roh-Werkstoff, 1994, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

SCHARFF, C.: Entwicklung und Anwendung von Methoden zur stoff- und warenorientierten Analyse von Abfallströmen, Wirtschaftsuniversität, Dissertation, Wien 1991

SCHLAG D.: Boden, Abfall, Altlasten, Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen - Arbeitsergebnisse der LAGA-AG, http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt1/beri96-97/boden_3.htm

SCHNELL S.: Recycling von Kunststoffteppichabfall durch Umschmelzen, Technische Reihe Band 2, Dissertation Druck Darmstadt GmbH, Darmstadt, 1996

TOBLER H. P., NOGER D.: Beurteilung und Entsorgung der festen Rückstände von Altholzfeuerungsanlagen, Müll und Abfall 25, 333-334, 1994, zitiert in: BOCKELMANN C.: Zusammensetzung, Sortierung und Verwertung von Altholz in der Bundesrepublik Deutschland, Dissertation, Universität Braunschweig, 1996

UNKROTH A., SAUERBREY R., SCHNEIDER K.: Schadstoffanalyse in Holz mittels Laserplasmaemissionsspektrometrie; zitiert in: HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

UVE: Kooperation zum Aufbau einer Retroproduktion für Altholz, Emscher-Lippe-Agentur, Hertens uve Gesellschaft für Umwelt, Verkehr und Energie, Gladeck, 1993 zitiert in: JASPER M.: Altholzverwertung – die neuen Möglichkeiten, Markt- und Technologiestudie, Buchreihe UmweltZentrumDortmund, Dortmund, 1997

VOGT M.: Holzschutzmittel schnell erkennen- Vor-Ort-Analytik zur Beurteilung von Alt- und Resthölzern bei der Verwertung oder Beseitigung Duisburg, 1996, zitiert in Schnellerkennung von Holzschutzmitteln in Altholz, BAHADIR M. et al., herausgegeben von LAY J. A. und Stock R., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2001

VOLLBORN M.: Späne aus Sperrmüll – Deutsche Holzforscher erproben ein neuartiges Recyclingverfahren für Altmöbel, Focus, Nr. 28 S. 106, 1996 zitiert in: FRANKE R.: Zum Recycling von Holzspanplatten und mitteldichten Faserplatten, Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 1999

VOSS A. und WILLEITNER H.: Gesamtkonzept für die Entsorgung von Schutzmittelhaltigen Hölzern, Forschungsbericht der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg 1994, zitiert in Schnellerkennung von Holzschutzmitteln in Altholz, BAHADIR M. et al., herausgegeben von LAY J. A. und Stock R., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2001

VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

VOSS E. und ANDERS A.: Fluoreszenzspektroskopie von organischen Holzschutzmitteln auf Altholz; zitiert in HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

WILLEITNER H.: Entsorgung von schutzmittelhaltigen Hölzern – eine kritische Übersicht. Holzzentralblatt 116 (27), 393, 395-396, 398, 1990 zitiert in: VOSS A.: Aufkommen und Zusammensetzung schutzbehandelter Althölzer und ihre Entsorgung, Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 1998

ZIMMERMANN R.; HEGER H. J.; DORFNER R.; BOESL U.; KETTRUP A.: Resonante Lasermassenspektrometrie (REMPL-TOFMS): Von der Online-Prozessanalyse bis zur Schnellanalyse von Bodenproben; zitiert in HARMS M., LORENZ W., BAHADIR M., LAY J. P.: Altholzverwertung – Probleme und Lösungen, Schriftenreihe: Initiative zum Umweltschutz, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Nr. 8, Zeller, 1998

GESETZE, VERORDNUNGEN etc.

Abfallwirtschaftsgesetz BGBl. 325/1990, Wien, 1990 und Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetze 2002 – AWG 2002), Wien, 2002

1. BImSchV Erste Verordnung zur Durchführung des Deutschen Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG): VERORDNUNG ÜBER KLEINFEUERUNGSANLAGEN

4. BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Deutschen Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG): VERORDNUNG ÜBER GENEHMIGUNGS-BEDÜRFTIGE ANLAGEN

17. BImSchV 17. Verordnung zur Durchführung des Deutschen Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG): VERORDNUNG ÜBER DIE VERBRENNUNGSANLAGEN FÜR ABFÄLLE UND ÄHNLICH BRENNBARE STOFFE

Bundesabfallwirtschaftsplan 2001, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2002

Europäischer Abfallkatalog: RL 2000/532/EG, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2000

ÖNORM S 2100 BGBl. II Nr. 227/1997, BGBl. II Nr. 22/1999, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 178/2000

Verordnung über die Trennung von Bauabfällen BGBl. 259/1991, Wien 1991

INTERNET

<http://members.tripod.de/peterlutz/kunststoffe/mkun8a.html>

<http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/1999/franke/inhalt.htm>

<http://www.abfallforum.de/doc/abschaetzung.htm>

http://www.aifu.de/site1_16.html

<http://www.carpet-recycling-europe.de>

<http://www.hoexter.de/fb8/fachgebiet8/chemie/moebel/pdf/zeitschriftenartikel%20Rem-konzept.pdf>

<http://www.land-sbg.gv.at/lkorr/1997/05/09/14268.html>

<http://www.land-sbg.gv.at/lkorr/1997/05/09/14268.html>

<http://www.lebensministerium.at/umwelt/>

<http://www.magwien.gv.at/ma48/mist1.htm>

<http://www.recycling-net.de/de/br-s/bereich8/br81.htm>

<http://www.ueanet.com/furniturewaste/german/>

<http://www.biomasse-info.net/Gesetzeslage>

<http://www.brw.at>

<http://www.buurman.de/999/53.html>

<http://www.abfallforum.de/doc/abschaetzung.htm>

http://www.aifu.de/site1_16.html

<http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/1999/franke/inhalt.htm>

<http://www.wki.fhg.de>

14.4 Diverse Protokolle und Fragebogen

